

СОГЛАСОВАНИЕ QoS НА СОВРЕМЕННЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ TMN

Гребешков А.Ю.

Поволжская государственная академия телекоммуникаций и информатики

Современные сети связи являются мультисервисными и мультипротокольными, функционирующими в условиях конкурентного рынка операторов связи. Одновременное предоставление доступа к различным телеслужбам (стандартная телефония, IP-телефония, WEB-сервисы, организация виртуальных частных сетей) требуют разработки методов обеспечения сквозного гарантированного качества услуг связи (Quality of Service, QoS) для передачи различных типов трафика через взаимодействующие сети различных операторов.

В этих условиях актуальной становится задача разработки политик в области качества, которые позволяли бы обеспечить пользователям услуг связи гарантированное QoS согласно соглашения об уровне обслуживания (service level agreement, SLA). Под политикой в данном случае понимается описание задач, которые решаются на различных уровнях для обеспечения сквозного качества услуг.

В рамках политики обеспечения QoS, с учётом многообразия алгоритмов маршрутизации с обеспечением QoS, принимая во внимание наличие нескольких архитектур QoS [4] возникает необходимость согласования (гармонизации) QoS т.е. разработки бизнес-процессов, методов, технологических процедур, алгоритмов для совместимости существующих и перспективных средств обеспечения QoS для трафика различного вида с учётом особенностей межсетевого взаимодействия операторов связи.

В архитектуре eTOM (electronic Telecom Operation Map) гармонизация осуществляется через единые схемы процессов и функций в различных системах эксплуатационной поддержки операторов связи [7]. Этот подход не полностью соответствует целям обеспечения сквозного QoS, поскольку наличие одинаковых функций не гарантирует совместимости механизмов реализации данных функций, например на уровне совместимости перечней характеристик QoS.

Для определения уровней гармонизации в рамках взаимодействия «пользователь–оператор» или «пользователь–сеть» целесообразно использовать многоуровневую логическую архитектуру управления (logical layer architecture, LLA), сформированную в рамках концепции TMN [6]. Согласование (гармонизацию) QoS целесообразно последовательно проводить на уровне управления бизнесом, уровне управления услугами, уровне управления сетью связи. Далее гармонизация на каждом уровне рассматривается подробно.

1. Гармонизация средств и методов обеспечения QoS на уровне управления бизнесом операторов связи.

Эта гармонизация предусматривает решение задачи по выработке равноправных и взаимовыгодных экономических и организационно-технических условий по пропуску транзитного и окончного трафика. В результате определяются приемлемые для всех сторон условия и стоимость обслуживания трафика.

На этом же уровне необходимо установить чёткие и ясные процедуры возмещения возможных потерь пользователям в рамках снижения QoS ниже договорного или ниже нормативного. При этом в рамках достижения соглашения о межоператорском взаимодействии целесообразно оценить максимально допустимый объём штрафных выплат.

Гармонизация средств и методы обеспечения QoS на уровне управления бизнесом операторов связи представляет собой трудноформализуемую задачу. Тем не менее, в последнее время появился ряд методов, позволяющих проводить моделирование ситуаций на уровне управления бизнесом.

В частности, в рамках теории игр взаимодействие операторов, а также взаимодействие пользователь–оператор можно рассматривать в рамках игр с неполной информацией. Задача поиска ситуации равновесия и определения оптимальной стратегии имеет решение при условии сохранения кооперативного характера игры. Последнее положение основано на том, что в кооперативной игре игроки способны заключать принудительные соглашения и (цитата) «...возможно, связывать себя другими обязательствами» [3].

Данная ситуация в целом соответствует основным принципам присоединения и межсетевого взаимодействия операторов связи, особенно на этапе перехода от монополизированного к конкурент-

ному телекоммуникационному рынку. В результате появляется возможность выбора равновесия т.е. взаимоприемлемого решения задачи обеспечения QoS.

2. Гармонизация средств и методов обеспечения QoS на уровне услуг операторов связи.

Здесь предусматривается разработка спецификаций QoS т.е. технических характеристик и показателей качества обслуживания, на основании которых пользователь может судить о степени соответствии качества услуг договору об SLA. В качестве параметров, определяемых в рамках спецификации QoS можно предложить задержку из конца-в-конец (end-to-end delay), джиттер (jitter), задержка установления соединения, коэффициент потерь, стоимость [2].

Спецификации QoS разрабатываются по единой схеме для каждого вида услуг (типа трафика) на основе единства измерений характеристик QoS и сквозного мониторинга QoS на всех уровнях – от физического уровня до уровня приложений пользователя. Спецификации QoS, по возможности, должны быть независимы от конкретных телекоммуникационных протоколов.

Следует отметить, что спецификации QoS должны поддерживаться сетями связи всех взаимодействующих операторов. Если хотя бы одни из операторов не способен поддерживать пункт спецификации QoS, то параметр должен быть исключен из соглашения с конечным пользователем об SLA или пользователь должен получить соответствующую компенсацию, например через снижение тарифа.

На уровне управления услугами оператора связи целесообразно предусмотреть генерацию и передачу сообщения пользователю о доступности требуемого QoS или об отсутствии (деградации, снижении) требуемого QoS. Это сообщение генерируется, как правило, на стыках сетей с учётом принятых спецификаций QoS. Подробнее вопрос о контроле QoS на стыках рассматривается ниже. В рамках гармонизации целесообразно согласовать форматы рассматриваемого сообщения пользователю, установить классификацию уровней снижения качества, определить условия, при которых выдаётся сообщение о восстановлении принятого или нормативного уровня QoS.

Сообщение о снижении значения требуемого QoS за пределы допустимого является основанием для того, чтобы изменить политику оценки стоимости услуг связи. В частности, необходимо предусмотреть штраф или возмещение потерь за снижение QoS. Допустимый уровень штрафа или объём штрафных санкций должен быть согласован на уровне бизнеса оператора связи и включен в SLA.

3. Гармонизация алгоритмов маршрутизации с учётом QoS на уровне управления сетью операторов связи.

Здесь предусматривается разработка единых подходов к применению тех или иных алгоритмов обслуживания трафика для обеспечения сквозного QoS. Анализ в источнике [8] позволяет сделать вывод об отсутствии в настоящее время универсального алгоритма маршрутизации с QoS. С учётом технической и структурной сложности существующих сетей связи разработка универсального алгоритма является трудно формализуемой задачей, начиная с разработки метрики качества. Метрика качества означает оценку качества передачи трафика по нескольким параметрам, например задержка, джиттер задержки, стоимость пропуска нагрузки.

Как показывает анализ [1], различают одинарные метрики QoS (ширина полосы пропускания или задержка), двойные метрики (стоимость пропуска нагрузки и задержка, ширина полосы пропускания и задержка, ширина полосы пропускания и стоимость), аддитивные метрики (линейные комбинации одинарных метрик), множественные метрики (путь минимальной стоимости с ограничениями по сложности, например по длине, пути пропуска нагрузки).

Для большинства существующих алгоритмов с QoS имеются доказательства NP-полноты задачи и сходимости алгоритма за полиномиальное время. В частности для множественных метрик имеется алгоритм MAMCRA [8], где сложность алгоритма определяется как $O(kn \times \lg(kn) + k^2me)$, где

$O(\dots)$ – функция, отражающая временную сложность алгоритма, т.е. время вычисления;

n – число узлов на сети, t – число источников нагрузки;

k – число кратчайших путей, просматриваемых между источниками нагрузки и узлами-получателями;

e – число ребер в графе сети, которые соответствуют линиям между узлами.

Здесь предполагается, что сеть связи представлена в виде взвешенного ориентированного графа (N, E) . Узлы N графа представляют собой узлы коммутации или маршрутизаторы, ребра E представляют каналы связи. Каждый канал представлен в виде двух ребер, направленных в противоположных направлениях.

Необходимо отметить, что рассматривать алгоритмы с QoS и соответствующие метрики требуется как для трафика типа unicast (односторонняя передача), так и для трафика типа multicast (широковещательный трафик).

В этих условиях гармонизация алгоритмов маршрутизации предусматривает, что на стыках «пользователь–сеть» и «сеть–сеть» устанавливаются критические значения выбранных метрик для обеспечения сквозного QoS в рамках согласованных спецификаций. В случае, если на стыке не обеспечивается требуемое значение метрики, то это является основанием для генерации сообщения о снижении значения требуемого QoS на уровне управления услугами.

Кроме того, на стыке целесообразно установить механизм обработки сообщений-зондов от пользователей о возможности предоставления услуг с требуемым QoS [1].

В результате оператор может поддерживать любой набор метрик и алгоритмов для пользователей внутри своей сети, но в тоже время используемый им алгоритм не должен ухудшать значения метрик QoS для транзитного трафика.

При необходимости на стыках между сетями связи, поддерживающими различные алгоритмы QoS, могут решаться задачи формирования и планирования пропускания трафика, что частично позволяет в адаптировать действующий алгоритм маршрутизации с QoS к алгоритмам маршрутизации корреспондирующей стороны. Сюда относятся, например, методы снижения воздействий перегрузок, агрегирование однородных потоков трафика на наилучших маршрутах, перемаршрутизация трафика в случае отказа оборудования связи.

Гармонизация на уровне управления элементами сети представляется пока нецелесообразной в связи с тем, что большинство производителей придерживаются ограниченного набора решений и общепринятых алгоритмов обслуживания очередей и схем матриц коммутации. Сейчас типовым техническим решением для IP-сетей является использование встроенных программных средств приоритизации на граничном маршрутизаторе, который назначает приоритеты для различных видов трафика:

трафик реального времени, критичный к задержкам (real-time traffic);

бизнес-трафик, который критичен к потерям пакетов (business critical traffic);

трафик с наилучшим возможным качеством и негарантированной доставкой – электронная почта (best-effort traffic).

В настоящее время в развитие положений настоящей статьи проводятся исследования в части реализации рассмотренных процедур гармонизации между различными уровнями при межсетевом и внутрисетевом взаимодействии с помощью имеющихся алгоритмов маршрутизации с QoS, теории игр, теории оптимизации.

Литература

1. Гребешков А. Ю, Карташевский В.Г, Хмельницкий Д. В. Анализ методов и алгоритмов сетевой маршрутизации с обеспечением QoS //Сб. докладов 57-й сессии РНТО им. А.С. Попова, посв. Дн. Радио.– 2002.
2. Панасенко А.А. Соглашение об уровне обслуживания как метод предоставления QoS./Вестник связи –№4 – 2003, с. 157 – 162.
3. Харшаньи Д., Зельтен Р. Общая теория выбора равновесия в играх. : Пер. с англ. Под ред. Н.А. Зенькевича. СПб.: Экономическая школа, 2001 г. – 424 с.
4. Aurrecoechea C., Campbell Andrew T., Hauw L. A survey of QoS Architecture. Режим доступа [<http://comet.ctr.columbia.edu/~campbell/papers/review.pdf>]
5. Chen S., Nahrstedt K. Distributed QoS Routing. Режим доступа: [<http://cairo.cs.uiuc.edu> 03.05.2001].
6. ITU-T Recommendation M.3010. Principles for a telecommunication management network.– 2000.
7. ITU-T Recommendation M.3050 (prepublication). Enhanced Telecom Operations Map® (eTOM) to M.3400 Mapping. Supplement 3. – 2004.
8. Pragyansmita Paul, S.V. Paghavan Survey of QoS Routing. Режим доступа: [<http://citeseer.ist.psu.edu/544755.html> 18.02.2004].