

ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РАЗВИТИЯ ЕДИНОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОАО «ГАЗПРОМ»

С.Л. Гавлиевский

Самарский государственный технический университет

Рассмотрено использование моделирования и системного анализа при модернизации мультисервисной корпоративной сети ОАО «ГАЗПРОМ» с учетом возможности оптимизации использования ограниченной пропускной способности первичной сети.

Введение

Современные телекоммуникационные сети относятся к классу сложных систем. От того, насколько качественно на этапе проектирования выполнен системный анализ, во многом зависят показатели качества обслуживания клиентов, а также тот доход, который получит Оператор от предоставления услуг.

Работая в качестве ведущего специалиста проектной организации, автор участвовал в выполнении десятков крупных проектов телекоммуникационных сетей и систем, в том числе и проектов мультисервисных сетей, некоторые из них насчитывают сотни узлов. При этом реалии таковы - лица принимающие решения (ЛПР), а это, как правило, технические специалисты, прежде всего, ориентируются на свой опыт и интуицию, а не системный анализ, возможности которого даже и не представляют. В то же время специалисты, работающие в области системного анализа сложных систем, а среди них много талантливых математиков и программистов, не всегда понимают специфику задач, стоящих перед проектировщиками. Понятно, что практический эффект от такого анализа является ограниченным.

В статье сделана попытка на понятном для специалистов, отвечающих за развитие сетей рассказать о возможностях и практическом значении системного анализа. Статья также ориентирована на специалистов по системному анализу. Для этого в статье приведен основной перечень вопросов, ответы на которые интересуют ЛПР при проектировании новой или модернизации существующей сети.

Потребность в моделировании и системном анализе

В [1-3] приводятся достаточно детальная схема организации связи и схемы построения узлов сети. В соответствии со структурной схемой, трафик по сети передается внутри виртуальных контейнеров первичной сети SDH. Из приведенных схем следует, что дочерние общества подключены к магистрали сети, в основном, интерфейсами STM-1 и STM-4. Учитывая темпы развития информационных технологий можно предположить, что на определенном этапе этих пропускных способностей может оказаться явно не достаточно для того, чтобы передавать весь трафик в соответствии с единым критерием, например, с минимальной задержкой.

Моделирование и последующий системный анализ являются необходимым условием проектирования любой сложной системы. Ошибки или неоптимальные решения при построении сети могут привести к следующим крайностям.

Риск или крайность первая - **недостаточность ресурсов** (например, пропускной способности каналов SDH сети), что не позволит обеспечить передачу с заданным качеством требуемых объемов данных. Фактически это серьезный **риск** того, что сеть не будет выполнять в полном объеме возложенные на нее функции, а поскольку единая мультисервисная сеть передачи данных (ЕМСЖД) является основой для реализации Стратегии информатизации ОАО «Газпром», то и реализация и самой Стратегии ставится под угрозу.

Крайность вторая - **избыточность ресурсов** (например, избыточное число узлов на различных уровнях многоуровневой ЕМСПД, а также производительности дорогостоящих маршрутизаторов), что приведет к неоправданным затратам на развертывание сети и последующим эксплуатационным затратам.

Одной из важнейших задач системного анализа **является оптимизация структуры ЕМСПД** на базе принципа разумной достаточности. Избыточные узлы и связи между ними, не только приведут к увеличению стоимости сети, но и могут ухудшить ее характеристики.

Учитывая назначение и особенности эксплуатации сети, может представлять интерес исследование работы сети, как в нормальных условиях, так и в экстремальных условиях работы, например, в условиях крупных техногенных аварий.

Задачей моделирования является расчет характеристик качества обслуживания пользователей для различных категорий пользователей и определение эффективности использования каналов и оборудования при заданных параметрах сети и нагрузки. Результаты моделирования являются исходными данными для системного анализа ЕМСПД. На основании системного анализа можно судить не только о приемлемости конкретного технологического решения построения сети, но и увидеть пути его улучшения.

Однако потребность в моделировании может возникнуть и на стадии эксплуатации сети, для того, чтобы сравнить фактические (измеренные) с расчетными характеристиками, а также когда сеть по каким-либо параметрам не удовлетворяет предъявляемым требованиям, и решается вопрос о ее модернизации. В этом системный анализ позволяет выработать научно обоснованные рекомендации по развитию и модернизации сети, причем не обязательно связанные с дополнительными затратами. Иногда достаточно оптимизировать приоритеты для различных видов трафика или пересчитать маршрутные таблицы.

Требования к сети со стороны различных типов трафика

В ЕМСПД планируется передача нескольких типов трафика различных сервисов (или служб), использующихся в ОАО «Газпром» и ДОО, а именно:

- IP телефония (VoIP);
- видеоконференцсвязь (ВКС);
- производственно-хозяйственная деятельность (ПХД);
- автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП);
- управление АРМ–СУС, СЭ-СУС;
- Интернет трафик.

Требования к сети (полоса пропускания, задержки, вероятности потерь) со стороны различных приложений и служб существенно отличаются. Известно, что при передаче речи и видео потеря определенной доли пакетов не приведет к существенной потере качества. Главное, чтобы задержки не превышали заданную величину. При передаче данных (электронная почта, работа с базами данных) требования к сети диаметрально противоположные – потери пакетов должны быть минимальными, требования по задержкам менее жесткие по сравнению с требованиями к задержкам передачи пакетов VoIP и ВКС.

Что интересует лиц, ответственных за развитие и эксплуатацию мультисервисной сети?

Для лиц, принимающих решение о развитии ЕМСПД, наибольший интерес представляет ответ на следующие вопросы:

1. Какими будут показатели качества для каждого класса обслуживания (VoIP, ВКС, ПХД, АСУТП, АРМ–СУС, СЭ–СУС, Интернет) при заданном наборе исходных данных? Удовлетворяют ли они требованиям (например, по пропускной способности, задержкам и потерям)?
2. Насколько загружено оборудование (маршрутизаторы, коммутаторы, шлюзы, МСЭ) и каналы? Есть ли резервы для передачи дополнительных объемов трафика? Имеются ли узкие места?
3. Как изменятся показатели качества обслуживания сети при изменениях:
 - *нагрузки;*
 - *структуры тяготения (например, изменения местоположения ЦОД, шлюзов);*
 - *пропускной способности каналов;*
 - *при отказе оборудования и обрывах кабелей связи?*
4. Как изменятся характеристики при перераспределении пропускной способности между классами обслуживания?
5. Какие участки сети нуждаются в резервировании?
6. Как изменятся характеристики сети при увеличении или уменьшении на некоторых участках пропускной способности сети?

Ответы на эти и другие вопросы могут быть получены при использовании моделирования и последующего системного анализа.

Дополнительные требования к настройкам оборудования, вытекающие из особенностей передачи трафика реального времени (VoIP и ВКС)

Обычно, для каждого типа трафика организуется отдельная виртуальная сеть. Это очевидное решение. Вторым шагом должно быть - формулирование требований к пропускным способностям этих VPN, а фактически распределение ограниченной пропускной способности между формируемыми виртуальными сетями. И здесь необходимо учесть следующее.

Из теории массового обслуживания известно, что сети с пакетной коммутацией являются чувствительными к нагрузке. Так, например, если канал, к которому подключен маршрутизатор, загружен всего на 50%, то возникает очередь размером в 1 пакет, а задержка увеличивается в 2 раза. Причем, по мере увеличения нагрузки задержки увеличиваются нелинейно.

Для VoIP и ВКС при планировании распределения полосы пропускания между различными классами обслуживания эта особенность должна быть обязательно учтена. Т.е. для передачи трафика VoIP и ВКС должна быть зарезервирована полоса пропускания в несколько раз больше, чем полоса, предназначенная для передачи тех же объемов остальных типов трафика.

Характерной особенностью эскиза технологического решения является использование большого числа межсетевых экранов, которые должен преодолеть пакет, проходя путь по сети от источника к адресату. Задержки, вносимые МСЭ, необходимо учесть для расчета сквозного QoS, особенно для VoIP и ВКС.

Необходимость учета при планировании VPN дисбаланс между высокой производительностью маршрутизаторов и низкой пропускной способностью каналов

Пропускная способность магистрали весьма ограничена. Это объясняется тем, что возможности первичной сети на конец 2013 года на большинстве участков составляет STM-1, STM-4 на нескольких участках STM-16 и только на двух участках используется системы спектрального уплотнения. Исключение составляет московский сегмент, где передача осуществляется на скорости 10 Гбит/с. Учитывая огромную пропускную способность московского сегмента, неточности в планировании практически не сказываются на сквозном QoS. В то же время, ограниченная пропускная способность остальной части ЕВСПД скорее всего потребует тонкую и более точную настройку

маршрутизаторов, включая механизмы ограничения низкоприоритетного трафика и динамического изменения приоритетов (например, в аварийных ситуациях).

Учет особенностей топологии первичной сети

Анализ топологии первичной сети ОАО «Газпром», приведенной в [1-3], показывает, что, несмотря на ограниченную пропускную способность отдельных участков, топология первичной сети обладает достаточно большой связностью. Это означает, что между узлами сети существует несколько примерно равноценных маршрутов. Этот факт можно использовать при планировании VPN, обеспечивая тем самым равномерную загрузку каналов и маршрутизаторов сети.

Ожидаемые результаты от моделирования и системного анализа

Выполнение полноценных работ по моделированию и системному анализу для различных сценариев развития ЕМСПД позволит:

- Рассчитать пропускную способность, надежность и вероятностно-временные характеристики сети при передаче различных типов трафика при работе в нормальном и экстремальном режимах эксплуатации;
- Выявить узкие места;
- Дать рекомендации по развитию и оптимизации топологии первичной сети;
- Используя принцип разумной достаточности, проверить отдельные компоненты сети на достаточность или избыточность ресурсов для передачи заданных объемов трафика с требуемыми показателями QoS, а также рассчитать степень загрузки каналов и оборудования;
- Предложить гибкий сценарий развития сети с учетом фактически сложившейся на сегодняшний день ситуации, в том числе с учетом недостаточности ресурсов первичной сети;
- Дать рекомендации для развития смежных подсистем, например, первичной сети;
- Сформулировать требования к настройке маршрутизаторов для приоритетной передачи трафика;
- Изучить возможность снижения нагрузки на сеть, путем сжатия информации на узлах доступа.

Заключение

Таким образом, укрупненно просматривается следующая цепочка научного обоснования проектных решений: основные параметры проектируемой сети (включая показатели качества обслуживания) → выбор технологий построения сети (их может быть несколько) → сетевое решение (схема организации связи) → ее представление в виде сети (совокупности систем) массового обслуживания → выбор (разработка) моделей для анализа → расчет характеристик (моделирование) → системный анализ → научно обоснованное решение, а при необходимости, корректировка предварительно принятых проектных решений.

Для расчета характеристик можно воспользоваться методами, описанными в [4]. В этой монографии на конкретных примерах проиллюстрировано использование разработанных автором методов, а также получены результаты, представляющие интерес для проектирования магистралей мультисервисных сетей. Рассчитаны вероятностно-временные характеристики (ВВХ) при построении магистрали мультисервисной сети с различными типами топологий, а также при использовании для построения магистрали систем спектрального уплотнения. Исследовано влияние на характеристики сети изменения нагрузки, пропускной способности каналов, структуры тяготения, числа классов обслуживания, места обрыва канала, а также совместного воздействия нескольких факторов.

Литература

1. Диваев Р.С., Садиков С.Ф. Основные положения концепции развития сети связи ОАО «Газпром» на период до 2020 г. //Газовая промышленность. – 2012. -№680, с. 90-94.
2. Носонов А.Ю. , Лузин В.Ю. Корпоративная сеть передачи данных Группы «Газпром» - транспортная основа реализации стратегии информатизации ОАО «Газпром». //Газовая промышленность. – 2012. -№680, с. 95-98.
3. Садиков С.Ф., Баландин И.А., Носонов А.Ю. Создание Центра технического и оперативно-диспетчерского управления сетью связи ОАО «Газпром». //Газовая промышленность. – 2012. -№680, с. 99-103.
4. Гавлиевский, С.Л. Методы анализа мультисервисных сетей связи с несколькими классами обслуживания / С.Л. Гавлиевский. – М.: ИРИАС, 2010. – 365с.