

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРИОРИТИЗАЦИИ ТРАФИКА В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ В СИСТЕМЕ ANYLOGIC

Д.А. Медведев (Екатеринбург)

Данная работа посвящена вопросам анализа, планирования и моделирования процессов приоритизации трафика в мультисервисных сетях предприятия. В настоящее время в корпоративных сетях при проведении аудита и анализа потоков трафика, проходящего через сеть передачи данных (далее СПД), можно заметить, что через СПД передаётся трафик различных типов, протоколов и уровней модели OSI. Это может быть голосовой трафик исходящий от IP телефонов или телефонных станций, видеотрафик в реальном времени возникший благодаря видеоконференциям между филиалами, различный трафик управления и поддержания работы оборудования и сетевой инфраструктуры (keepalive, heartbeat, sync, ...) и т.д. У сети передачи данных есть собственные метрики, которые позволяют оценить её качество. Вопросам проектирования мультисервисных сетей и СПД на основе имитационного моделирования посвящены работы [1-5]. Можно выделить следующие важные для оценки характеристики сети:

- Пропускная способность (bandwidth). Пропускная способность описывает сколько данных может быть передано и получено через канал связи в единицу времени.
- Производительность сети (throughput). Throughput – описывает количество полезных данных которые могут быть переданы и получены за определенный отрезок времени. Другими словами, производительность сети измеряет скорость, с которой сообщения успешно доходят до получателя.
- Показатель потери фреймов (frameloss). Эта характеристика описывает сколько фреймов было потеряно в процессе передачи по различным причинам.
- Задержка (delay, latency) – описывает время прошедшее от отправки пакета из точки А и его получением в точке В.

Джиттер (jitter) – показывает вариацию задержки относительно соседних фреймов.

У каждого типа трафика также есть свои характеристики и требования к сети для его передачи. Например, для передачи голосового трафика критично, чтобы задержка сети была минимальной, потери фреймов отсутствовали, а джиттер был неизменным. Для видеотрафика также важно всё, что перечислено выше, но уже не так критично потеря фреймов при условии, что их потеря не больше 30%. Для других типов трафика требования к качеству каналов связи ещё меньше.

Ввиду того, что ширина каналов связи всегда имеет предел пропускной способности важно следить за тем, чтобы каждый тип трафика не занимал собой всю полосу пропускания. Иначе это негативно скажется на качестве передачи других типов трафика. Для того, чтобы этого не допустить в сетях применяют приоритизацию трафика, чтобы гарантировать качество обслуживания (Quality of Service, QoS). Приоритизация трафика позволяет установить наиболее важному трафику более высокий приоритет, чтобы улучшить значения метрик QoS этого трафика за счёт ухудшения метрик QoS низкоприоритетного трафика.

Для временного хранения пакетов и последующей их отправки по нужному адресу коммутатор может использовать буферизацию. Буферизация может быть также использована в том случае, когда порт пункта назначения занят. Буфером называется область памяти, в которой коммутатор хранит передаваемые данные.

Буфер памяти может использовать два метода хранения и отправки пакетов: буферизация по портам и буферизация с общей памятью. При буферизации по портам пакеты хранятся в очередях (queue), которые связаны с отдельными входными портами. Пакет передаётся на выходной порт только тогда, когда все пакеты, находившиеся впереди него в очереди, были успешно переданы. При этом возможна ситуация, когда один пакет задерживает всю очередь из-за занятости порта его пункта назначения. Эта задержка может происходить даже в том случае, когда остальные пакеты могут быть переданы на открытые порты их пунктов назначения.

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

При буферизации в общей памяти все пакеты хранятся в общем буфере памяти, который используется всеми портами коммутатора. Количество памяти, отводимой порту, определяется требуемым ему количеством. Такой метод называется динамическим распределением буферной памяти. После этого пакеты, находившиеся в буфере, динамически распределяются по выходным портам. Это позволяет получить пакет на одном порте и отправить его с другого порта, не устанавливая его в очередь [6].

Для приоритизации трафика в процессе буферизации была использована техника очереди приоритетов. *PriorityQueuing (PQ)* обеспечивает безусловный приоритет одних пакетов над другими. Всего 4 очереди: high, medium, normal и low. Обработка ведется последовательно (от high до low), начиная с высокоприоритетной очереди, и до ее полной очистки не переходит к менее приоритетным очередям. Таким образом, возможна монополизация канала высокоприоритетными очередями. Трафик, приоритет которого явно не указан, попадет в очередь по умолчанию (default).

Применение модели

Для создания имитационной модели была произведена разбивка трафика на четыре класса:

- Аудиотрафик – класс с самым высоким приоритетом.
- Видеотрафик – класс с вторым по значимости приоритетом.
- Трафик управления – класс с третьим уровнем приоритета.
- Остальной трафик – класс с наименьшим уровнем приоритета.

На основании этого была создана имитационная модель в системе Anylogic [8] с помощью которой возможно замерить следующие показатели трафика:

- Количество пакетов каждого типа в очереди.
- Процентное соотношение пакетов каждого типа.
- Количество переданных фреймов.
- Количество потерянных фреймов.

Результат работы программы представлен на рисунке 1.

В данной модели использовался трафик, полученный ранее с виртуальной сети предприятия созданной на базе системы EVE-NG. Данная система относится к классу платформы сетевой эмуляции, которые последние 5—8 лет активно развиваются.

Они позволяют создавать достаточно сложные сетевые топологии с использованием моделей телекоммуникационных устройств (маршрутизаторы, коммутаторы, межсетевые экраны, и т.д.) и имитировать их функционирование в реальном масштабе времени [9].

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

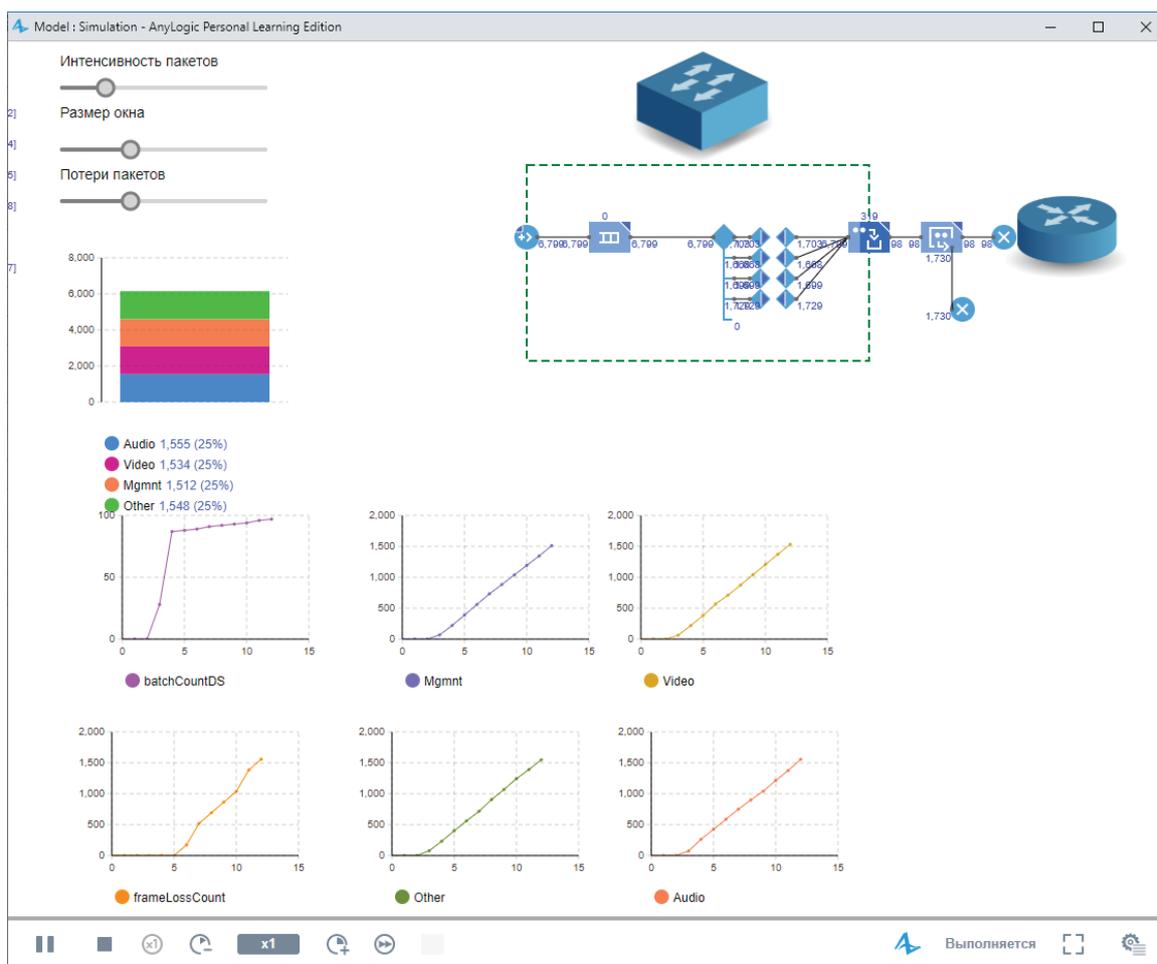


Рис. 1. Результат работы программы

Для данной работы была разработана сеть передачи данных, L3 модель которой представлена на рисунке 2.

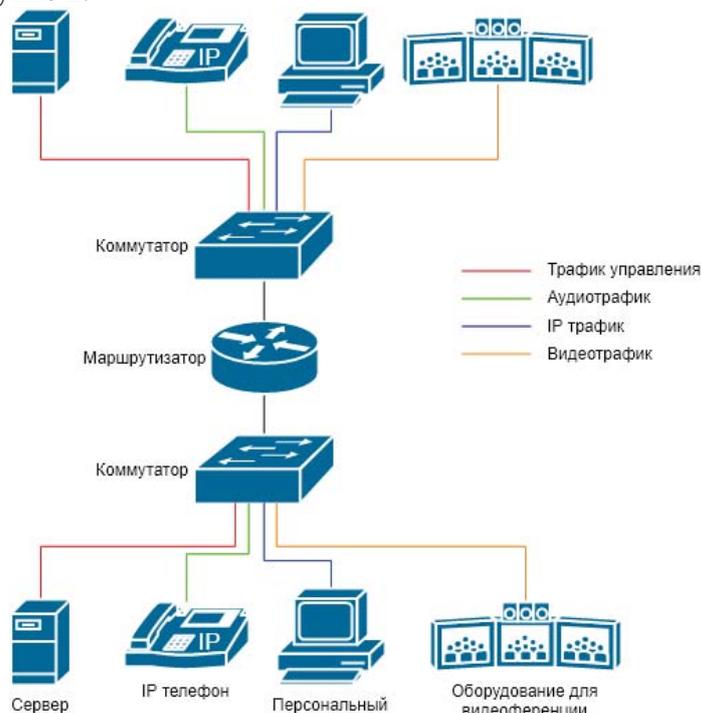


Рис. 2 – L3 модель сети передачи данных с различным типом трафика

Секция 3. Практическое применение моделирования и инструментальных средств автоматизации моделирования, принятие решений по результатам моделирования

Как видно из представленной выше схемы сети в ней присутствуют производители различного вида трафика включая голосовой трафик, видеоконференции, трафик управления серверным оборудованием и трафик не попавший под другие категории. Сгенерированный данной сетью трафик позволил произвести расчёты по которым стало очевидным, что и графически показать необходимость приоритизации трафика в корпоративных сетях.

Выводы

В ходе разработки модели была сформирована потребность высоконагруженных сетей передачи данных предприятия в контроле доступа к полосе пропускания с помощью приоритизации трафика посредством разделения его на четыре группы и выделения критичных характеристик для разных классов трафика. Разработана имитационная модель сети передачи данных предприятия с мультисервисным трафиком. В дальнейшем планируется добавить в модель другие варианты приоритизации такие, как WFQ, WRED, CBWFQ, LLQ.

Литература

1. Доросинский Л.Г., Аксенов К.А., Попов М.В. Имитационное динамическое моделирование и технико-экономическое проектирование мультисервисных сетей связи // Научно-технические ведомости СПбГПУ № 1(72) 2009. Информатика. Телекоммуникации. Управление. г.С.-Петербург С.153-159.
2. К.А. Aksyonov, Е.А. Bykov, Е.Ф. Smoliy, М.В. Popov Multi-service communication networks simulation and design with BPsim3 // Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC 2009), December 13-16, 2009, Austin, Texas, USA. Pages 2768-2777. DOI: 10.1109/WSC.2009.5429251
3. Aksyonov K.A., Bykov E.A., Aksyonova O.P. Applications of simulation-based computer aided software design solution using BPsim.SD // Proceedings - UKSim-AMSS 7th European Modelling Symposium on Computer Modelling and Simulation, EMS 2013. Manchester; United Kingdom; 20 November 2013 through 22 November 2013. Article number 6779867, Pages 326-331. WOS:000350449700055, DOI: 10.1109/EMS.2013.56
4. Aksyonov K.A., Bykov E.A., Aksyonova O.P., Wang Kai, Application of Simulation-based Software Design Solution, IEEE Proceedings of 26th Chinese Control and Decision Conference (CCDC), Changsha, 31 may – 2 june 2014, pp.2825-2830. WOS:000343577703001, DOI: 10.1109/CCDC.2014.6852654
5. Antonova A., Aksyonov K. Frame-based expert system implementation for resource conversion processes analysis. 4th International Workshop on Radio Electronics and Information Technologies, REIT-Autumn 2018; Yekaterinburg; Russian Federation; 16 November 2018 ; Код 143170. CEUR Workshop Proceedings Volume 2274, 2018, Pages 23-32.
6. Спиридонов А.А. атаки на сетевые коммутаторы. // Молодежный научно-технический вестник №12, 2013. – С.52.
7. Сайт компании Anylogic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.anylogic.ru/>
8. Сорокин А. А., Дмитриев В. Н., Лосев Н. Н. Виртуальная лаборатория для моделирования и изучения телекоммуникационных систем на основе программного пакета NetWorkSimulator // Вестн. АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 1. С. 103—108