

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СЕТИ КАМПУСА НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В работе приведена методика исследования ЛВС 1-го и 2-го уровней, являющихся в свою очередь подсетями корпоративной сети ОГУ. Для исследования таких сетей использована программная система дискретно-событийного моделирования Ornet Modeler [1]. Для повышения степени адекватности моделирования применен метод декомпозиции сетей на подсети исходя из реального трафика.

Ключевые слова: сетевой трафик, локальные вычислительные сети, дискретно-событийное моделирование, показатели производительности сетей.

Моделирование процессов передачи данных в корпоративных сетях и исследование их производительности невозможно без создания моделей этих сетей. Существует ряд готовых программных систем имитационного (дискретно-событийного) моделирования сетей, таких как Ornet Modeler [2], NetCracker, COMMNET и др. В работе для исследования компьютерных сетей использована программная система Ornet Modeler IT Guru Academic Edition [3]. Она представляет собой упрощенную коммерческую версию IT Guru 9.1, предоставляемую бесплатно в образовательных целях. Одним из недостатков этой программы дискретно-событийной имитации является ограничение по количеству событий, произошедших в сети.

Неотъемлемой частью анализа любой компьютерной сети является сбор и анализ циркулирующего в ней сетевого трафика. Необходимость анализа сетевого трафика может возникнуть по нескольким причинам. Кроме показателей производительности это и аспекты безопасности, поиска узких мест для оптимизации структуры сети, отладки работы сети, контроля входящего/исходящего трафика для оптимизации работы разделяемого подключения к сети Интернет и др.

Постановка задачи

Авторами ставилась задача промоделировать компьютерную сеть 14-го и 15-го корпусов, представляющую собой часть корпоративной сети Оренбургского государственного университета. Таким образом, рассматриваемая сеть представляет собой сеть кампуса второго уровня. В результате имитации процессов функционирования сети требуется оценить основные показатели производительности: загрузку каналов

связи, задержку пакетов и др., а также проанализировать полученные результаты на предмет возможной модернизации сети.

Данная сеть состоит из 11 подсетей двух факультетов, главного коммутатора, сервера и маршрутизатора, показанных на рис. 1. Подсети здесь представляют собой отдельные ЛВС кафедр и деканатов, объединенные в общую сеть каналами связи на 100 Мбит/с, и являются сетями нижнего уровня. В качестве подсети отдельно выделим, например, ЛВС кафедры вычислительной техники, хотя все они в основном отличаются друг от друга только количеством компьютеров. Сеть кафедры ВТ образуют три учебных класса по 10 компьютеров (рис. 2). Коммутаторы учебных классов подключены к главному коммутатору. К этому же коммутатору подключен сервер, предоставляющий такие сетевые сервисы, как доступ в Интернет, доступ в локальное файловое хранилище по протоколам FTP и NetBIOS, электронная почта, работа с базами данных.

Учебные классы как подсети сети кафедры здесь обозначены через LAN1 – LAN3.

Решение поставленной задачи

При помощи бесплатной демоверсии программы NetFlow Analyzer был собран трафик в пакетах за периоды – день, неделя, месяц для всех подсетей и всей сети в целом для его анализа. Один из таких трафиков подсети приведен на рис. 3.

Процесс моделирования сети факультетов начнем с сетей кафедр, т.е. с подсетей. По собранному трафику с минутной дискретизацией (рис. 3) определяем максимальную интенсивность поступления пакетов от маршрутизатора к серверу, равную 203 пак/с (12153/60), где средняя длина пакета – 763 байта. Наружу, т.е.

от сервера к маршрутизатору, поступает по максимуму 112 пак/с (6744/60). Поставим **первую задачу**: какую нагрузку на эту подсеть создает такое максимальное значение трафика? Далее, зная количество рабочих станций во всех подсетях и тот факт, что они выполняют примерно одни и те же функции, мы легко можем спрогнозировать и нагрузки остальных подсетей.

Задаем в модели сети кафедры ВТ полученные выше интенсивности 203 и 112 пак/с трафика в соответствующих направлениях, от маршру-

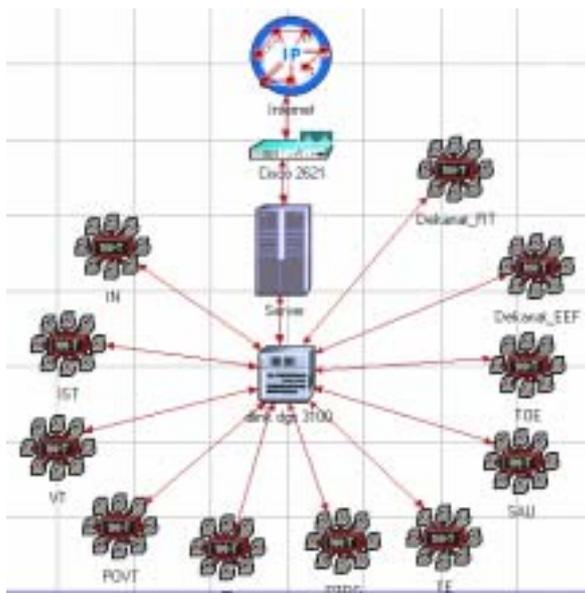


Рисунок 1. Модель сети 14-го и 15-го корпусов

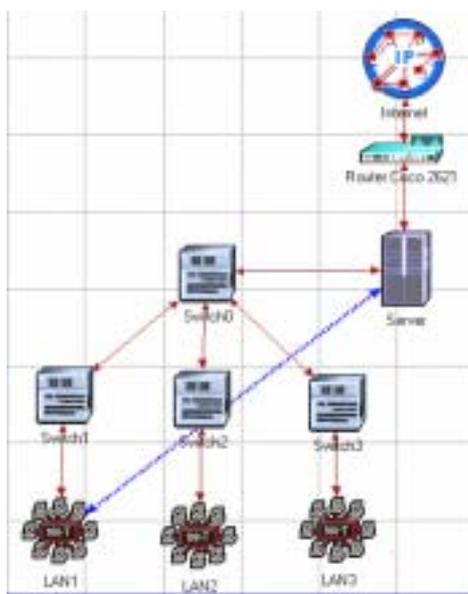


Рисунок 2. Модель сети кафедры

тизатора к серверу и наоборот (рис. 4). Длительность моделирования укажем один рабочий день.

Затем весь поступающий трафик делим поровну между тремя подсетями (т. к. количество компьютеров в классах одинаково) и получаем интенсивность на входе каждой подсети 67 пак/с, а на выходе – 37 пак/с. Прделаем это также для второй и третьей подсетей кафедры ВТ.

В результате прогона модели получаем следующие данные по загрузкам каналов, как это показано на рис. 5.

Результаты, приведенные на рис. 5, показывают, что загрузки каналов связи на 100 Мбит/с практически малы (максимальная загрузка всего 1,5%). Это позволяет утверждать следующее:

- такие ЛВС имеют большой запас производительности, т.е. входящий трафик может быть увеличен в несколько десятков раз при условии, что эта сеть работает автономно вне связи с другими сетями;
- остальные подсети сети факультетов также загружены не более чем на 5%;
- зная входящий и исходящие трафики и пропускную способность всех каналов связи, можно спрогнозировать всю нагрузку на сеть кампуса;
- очевидно, что реальные загрузки каналов связи и узлов будут еще меньше, т.к. мы рассматриваем поведение сети при максимальном значении входящего трафика.

Аналогичным образом исследуем сеть 14-го и 15-го корпусов ГОУ ОГУ (рис. 1).

По собранному трафику с минутной дискретизацией (рис. 6) определяем максимальную интенсивность поступления пакетов от маршрутизатора к серверу, равную 4030 пак/с (241810/60). Наружу, т.е. от сервера к маршрутизатору, поступает по максимуму 3280 пак/с (196853/60).

Зададим эти значения интенсивности трафика в указанных направлениях (рис. 7), а также ранее смоделированные интенсивности всех 11 подсетей (для краткости изложения они опущены) в обоих направлениях и получим результаты моделирования сети 14-го и 15-го корпусов в таком виде, как это показано на рис. 8.

Для большей убедительности сложим полученные загрузки линий всех подсетей в обоих направлениях. Фактически это означает проверку уравнений баланса потоков. Сложение сверху вниз дает 24%. В то же время результаты эксперимента показывают результат загрузки линии сервер – главный коммутатор в 24,1%. Направление снизу вверх по подсетям (рис. 7)

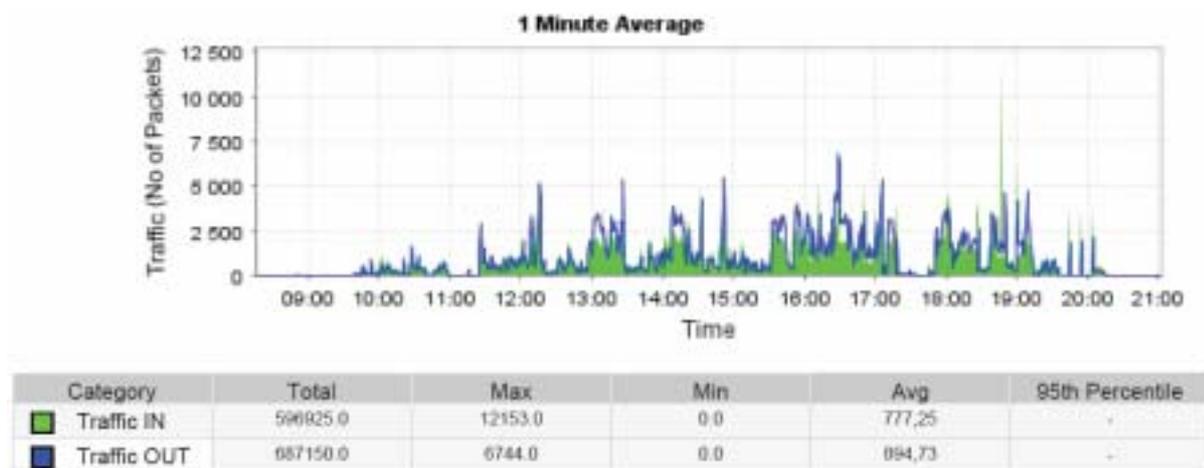


Рисунок 3. Трафик сети кафедры в пакетах за один день



Рисунок 4. Задание входящего и исходящего трафика для сети кафедры

дает результат 23,4%, а по эксперименту получили 22,7%. Как видим, расхождение составляет всего лишь доли процента. К тому же это расхождение может быть связано с тем, что результаты загрузки каналов в программе выдаются только с точностью до 0,1%. Суммирование многих слагаемых с такой точностью может привести к такому расхождению.

Разница в загрузках линий маршрутизатор – сервер (26,3/21,6) и сервер – главный коммутатор (24,1/22,7) объясняется тем, что сервер помимо ответов на запросы пользователей подсетей еще сам обменивается данными с Интернетом. В реальной сети это может быть при обновлении операционной системы самого сервера.

Как видно из рисунка 8, максимальная загрузка каналов связи составляет 26,3%, и это при пиковом значении входящего трафика. Следовательно, реальная загрузка каналов и узлов у этой сети может быть намного меньше и поэтому имеется также большой запас производитель-



Рисунок 5. Результаты эксперимента по сети кафедры

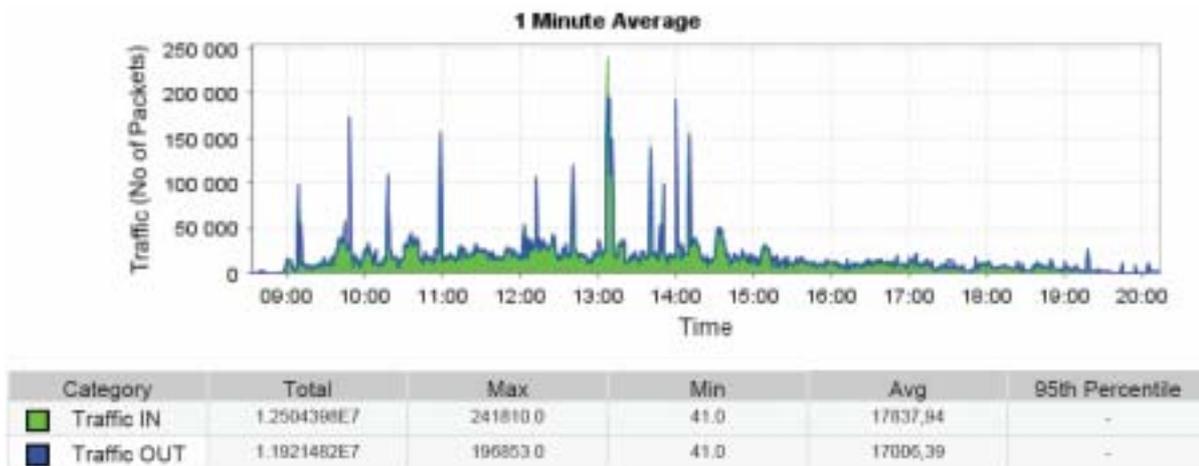


Рисунок 6. Трафик сети факультетов в пакетах за один день



Рисунок 7. Задание входящего и исходящего трафика для сети факультетов

ности. Учитывая, что указанная сеть двух факультетов в свою очередь является подсетью корпоративной сети ОГУ, куда входят еще сети всех остальных корпусов, необходимо дополнительно исследовать «вклад» остальных корпусов в общую нагрузку.

Кроме того, необходимо еще проанализировать другие качественные показатели производительности сети. В их числе основными являются задержка сети и времена отклика приложений. Как показали результаты моделирования при максимальном значении интенсивности входящего трафика, эти показатели находятся на уровне 0,16 мс (рис. 9) и 0,05 с (рис. 10) соответственно. Это для таких сетей очень хорошие показатели.

Заключение

Метод декомпозиции сети на подсети упрощает ее исследование, а учет трафика при этом повышает достоверность моделирования. Таким образом, результаты моделирования вполне адекватно могут отражать процессы функционирования реальных сетей. По резуль-

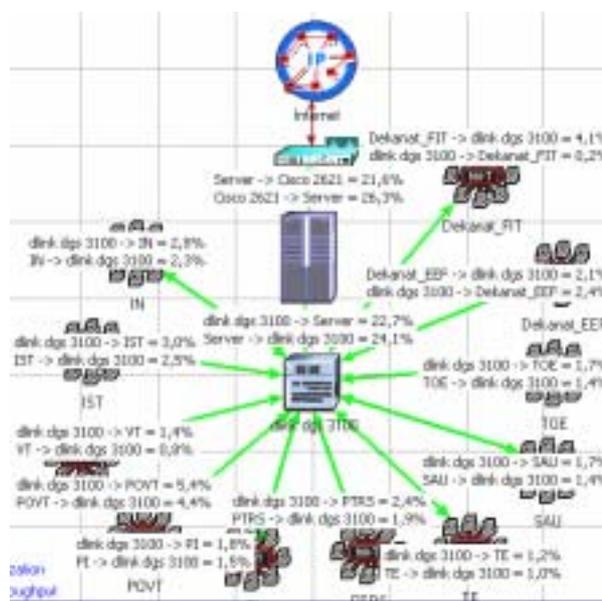


Рисунок 8. Результаты эксперимента по сети двух факультетов

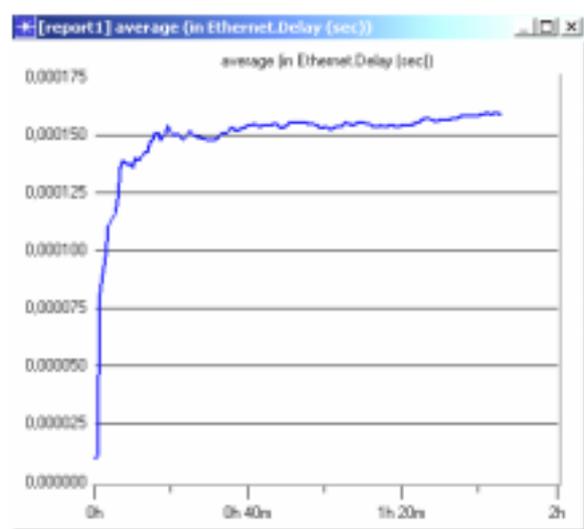


Рисунок 9. Задержки Ethernet

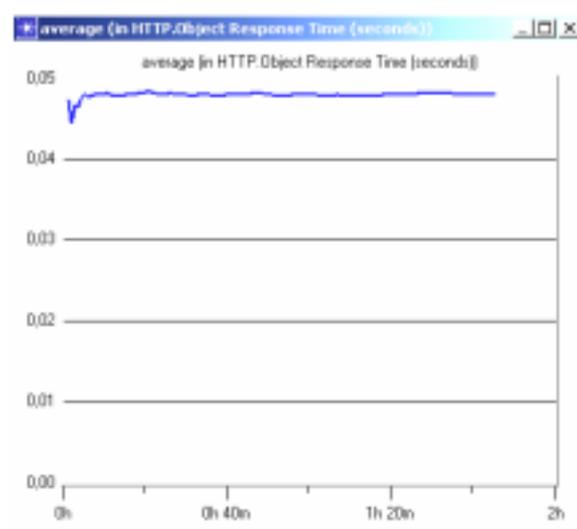


Рисунок 10. Время отклика приложений

татам эксперимента из рис. 5 видно, что загрузки внешних линий для сети кафедры 0,8/1,4% полностью совпадают с полученными данными для всей сети – 0,8/1,4% (рис. 8).

Результаты моделирования задержки Ethernet – для сети кафедры – 0,08 мс, для сети корпусов – менее 0,2 мс, а также времен отклика

приложений порядка 40–50 мс говорят о том, что сеть работает устойчиво. Поэтому существует резерв по пропускной способности, позволяющий задействовать в сети дополнительные сетевые приложения как для сетей кафедр, так и для сети факультетов.

25.11.10

Список литературы:

1. Бахарева, Н.Ф. Проектирование и моделирование мультисервисной сети кафедры вуза / Н.Ф. Бахарева, А.Л. Коннов // Инфокоммуникационные технологии. – 2008. – Т. 6, №3. – С. 132-138.
2. Тарасов, В.Н. Проектирование и моделирование сетей ЭВМ в системе OPNET Modeler. Лабораторный практикум / В.Н. Тарасов, Н.Ф. Бахарева, А.Л. Коннов, Ю.А. Ушаков. – Самара, 2008. – 233 с.
3. Тарасов, В.Н. Анализ и оптимизация локальных сетей и сетей связи с помощью программной системы OPNET MODELER / В.Н. Тарасов, А.Л. Коннов, Ю.А. Ушаков // Вестник ОГУ. – 2006. – Т. 2, №6. – С. 197-204.

Сведения об авторах:

Тарасов Вениамин Николаевич, заведующий кафедрой программного обеспечения и управления в технических системах Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, доктор технических наук, профессор

443010, г. Самара, ул. Льва Толстого, 23, тел. (846) 2280013, e-mail: vt@ist.psati.ru

Коннов Андрей Леонидович, доцент кафедры системного анализа и управления

Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук
460018, г. Оренбург, пр-т. Победы, 13, тел. 89128449191, e-mail: konnov@unpk.osu.ru

UDC 004.942

Tarasov V.N., Konnov A.L.

THE ANALYSIS OF PRODUCTIVITY OF THE NETWORK OF THE CAMPUS ON THE BASIS OF IMITATING MODELLING

In work the technique of research of a LAN of 1st and 2nd levels which are in turn subnets of corporate network OSU is resulted. For research of such networks the program system of discretely-event modeling Opnet Modeler is used. The method of decomposition of networks is applied to increase of degree of adequacy of modeling on a subnet proceeding from the real traffic.

Keywords: the network traffic, local computer networks, modeling, indicators of productivity of networks is discrete-event

References:

1. Bahareva, N.F. Projecting and modeling of university department multiservice network / N.F. Bahareva, A.L. Konnov, // Infokommunikacionnie tehnologii. – 2008. – V.6, №3. – С. 132 – 138.
2. Tarasov, V.N. Projecting and modeling computer networks using OPNET Modeler. Laboratory practical training / V.N. Tarasov, N.F. Bahareva, A.L. Konnov, U.A. Ushakov. – Samara, 2008. – 233 с.
3. Tarasov, V.N. Analysis and optimization of local area and communication networks using OPNET MODELER / V.N. Tarasov, A.L. Konnov, U.A. Ushakov // Vestnik OSU. – 2006. – V.2, №6. – С. 197-204.