

BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 1991-3494
Volume 5, Number 5(2014), 103 – 108

UDC 001.72

CALCULATION OF LOAD FOR LAN SUBSCRIBERS TO THE HUB ROUTER

N.A. Seilova, A.Ogan, Zh.K. Alimseitova

Kazakh national technical university named after K.I.Satpayev, Almaty

Key words: switching techniques, multi-service network, bandwidth, packet switching.

Summary. In the article the method of calculating the load on the central router for LAN users is presented. In this work the values of the coefficients calculated for the TCP / IP protocol for the most common and advanced networking technologies Ethernet, Token Ring, and ATM, MPLS are considered. As a basis for developing a technique Nazarov method for ATM networks has been taken.

A wide range of bit rates - from a few hundreds of bits to hundreds of Mbit / s, a significant static nature of information flows, a wide variety of network configurations - all of these factors greatly complicate the description of the traffic in modern information systems in comparison with classical communication networks.

УДК 001.72

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ ДЛЯ АБОНЕНТОВ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ МАРШРУТИЗАТОРЕ

Н.А. Сейлова, А. Оган, Ж.К. Алимсеитова

seilova_na@mail.ru

Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева
г. Алматы, Республика Казахстан

Ключевые слова: методы коммутации, мультисервисная сеть, пропускная способность, коммутация пакетов.

Аннотация. В работе рассмотрены величины коэффициентов, рассчитанные для протокола TCP/IP и для наиболее распространенных и перспективных сетевых технологий Ethernet, Token Ring и ATM, MPLS. За основу разрабатываемой методики была взята методика Назарова для ATM сетей.

Широкий диапазон скоростей передачи – от нескольких сот бит до сотен Мбит/с, существенный статический характер информационных потоков, большое разнообразие сетевых конфигураций – все эти факторы значительно усложняют описание трафика в современных информационных системах по сравнению с классическими сетями связи. Физическая природа значительных диапазонов изменения характеристик случайных процессов передачи битового трафика в значительной степени обусловлена нерегулярностью генерации информации источником. В настоящее время появление новых сетевых технологий привело к появлению новых терминалов, обеспечивающих: мультимедиа телекоммуникации, услуги широкополосного доступа, услуги с гарантией времени доставки и т.п. Сети, готовые предоставить любые телекоммуникационные и информационные услуги, называют полносервисными или мультисервисными сетями. Мультисервисная сеть связи – это единая телекоммуникационная инфраструктура для переноса, коммутации трафика произвольного типа, порождаемого взаимодействием потребителей и поставщиков услуг связи с контролируемыми и гарантированными параметрами трафика. Данные сети должны гарантировать оговоренное

качество соединений и предоставляемых услуг. Данная задача является неотъемлемой частью деятельности оператора. Актуальной проблемой на сегодняшний момент является разработка единой методики оценки параметров трафика мультисервисной сети.

На сегодняшний день не существует единой методики для расчета, прогнозирования и анализа трафика мультисервисных сетей [1-2]. Существуют лишь частные методики, например, для сети АТМ - это алгоритм "дырявого ведра", мониторинг, комплексный анализ; для телефонных сетей - метод на основе построения матрицы информационного тяготения и т.д.

Все вышеупомянутые методы предназначены для расчета трафика, генерируемого абонентами на прикладном уровне. Однако они не предусматривают тот факт, что на последующих уровнях модели OSI размер сгенерированных пакетов увеличивается на величину, равную размеру служебной информации протокола, действующем на данном уровне. А ведь эта величина может играть значительную роль при расчете максимально допустимой пропускной способности мультисервисной сети. Современные сети связи являются сложными динамическими системами. В настоящее время для описания динамических систем используется классический подход, основанный на построении адекватных динамических моделей в виде систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Построение таких моделей, как правило, невозможно без наличия значительного объема априорной информации о физических принципах и закономерностях функционирования исследуемых систем. Данные методы используют результаты вычислительной математики при аппроксимации функций, описывающих поведение быстропротекающих процессов, или другими словами функций в реальном времени. В данной работе такая модель была взята за основную. За основу разрабатываемой методики была взята методика Назарова для АТМ [1].

Данная методика может применяться для прогнозирования, анализа и контроля качества работы мультисервисной сети. Также расчет параметров трафика является неотъемлемой частью при проектировании данных сетей.

При решении задачи распределения сетевых ресурсов между различными службами абонент каждой службы характеризуется, с одной стороны, традиционными параметрами трафика:

- интенсивностью входящего потока заявок на предоставление услуг к-й службы $\eta^{(k)}$, выз/час;
- средней длительностью сеанса связи $T^{(k)}$, с;
- удельной интенсивностью нагрузки $\gamma^{(k)}$ Эрл.,

а с другой стороны, параметрами случайного процесса, но характеризующие конкретного абонента к-й службы ШЦСИО:

- пиковой (максимальной) битовой скоростью передачи $B^{(k)} \max$, бит/с;
- средней битовой скоростью передачи B_{cp} ; бит/с;
- пачечностью $k^{(k)}_n$, определяемую отношением $B^{(k)} \max / B_{cp}$; бит/с;
- средним временем пика $TP^{(k)}$, с.

Реальный размер передаваемых по сети данных складывается из непосредственно данных и необходимого информационного обрамления, составляющего накладные расходы на передачу [3]. Многие технологии устанавливают ограничения на минимальный и максимальный размеры пакета. Так, например, для технологии X.25 максимальный размер пакета составляет 4096 байт, а в технологии Frame Relay максимальный размер кадра - 8096 байт. Т.о. можно выделить четыре наиболее общие характеристики трафика:

- «взрывоопасность»,
- терпимость к задержкам,
- время ответа,
- емкость и пропускная способность.

Эти характеристики с учетом маршрутизации, приоритетов, соединений и т.д. как раз и определяют характер работы приложений в сети. Больше всего проблем возникает при попытке «собрать» множество однофункциональных сетей в одну гибкую мультисервисную сеть. Еще

труднее получить такую сеть, которая бы могла разрешить абсолютно все проблемы, хотя бы в обозримом будущем.

Существует несколько законов формирования изменяющегося трафика: Uniform, Exponential, Normal, Log Normal, Gamma, Erlang, Weibull. Объем передаваемой информации может быть установлен в битах, байтах, килобитах, килобайтах, мегабитах, мегабайтах, гигабитах или гигабайтах. Были исследованы законы распределения объемов передаваемых сообщений: Constant, Exponential, Uniform, Normal, Weibull в сочетании с законами распределения интенсивностей Constant, Exponential, Uniform, Normal, Lognormal, Gamma, Erlang, Weibull.

Любые сети связи поддерживают некоторый способ коммутации своих абонентов между собой. Практически невозможно предоставить каждой паре взаимодействующих абонентов свою собственную некоммутируемую физическую линию связи, которой они могли бы монопольно «владеть» в течении длительного времени. Поэтому в любой сети всегда применяется какой-либо способ коммутации абонентов, который обеспечивает доступность имеющихся физических каналов связи одновременно для нескольких сеансов связи между абонентами сети [4-6]. Существует три принципиально различные схемы коммутации абонентов в сетях: коммутация каналов (circuit switching), коммутация пакетов (packet switching), коммутация сообщений (message switching). Каждая из этих схем имеет свои преимущества и недостатки, но по долгосрочным прогнозам будущее принадлежит технологии коммутации каналов, как более гибкой и универсальной.

Обработку кадров, передаваемых по сети, выполняют сетевой адаптер, устанавливаемый в слот расширения станции, и соответствующий ему драйвер [7]. Сетевой адаптер (CA) и драйвер CA реализуют следующие функции:

- поддерживают метод доступа в сети,
- формируют и анализируют кадры, передаваемые по сети.

В зависимости от поддерживаемого метода доступа и типа кадра сетевые адаптеры можно разделить на несколько групп: Ethernet, Token Ring, ARCNet, FDDI и др. Сети, где устанавливаются перечисленные адаптеры, имеют те же названия: сети Ethernet, сети Token Ring и т. д. Следует отметить, что рассматриваемые CA поддерживают разные методы доступа и типы кадров, поэтому они не совместимы между собой. Следовательно, на станциях, подключаемых к одному сегменту сети, необходимо устанавливать сетевые адаптеры одного типа.

При расчете нагрузки мультисервисной сети необходимо учитывать такие особенности, как:

- метод коммутации
- используемые протоколы на разных уровнях модели OSI
- обработка пакета протоколами нижележащих уровней

На рисунке 1 показана архитектура и совокупность протоколов TCP/IP. Каждое сетевое приложение формирует свой поток данных, который необходимо передать по сети. К основным сетевым приложениям относятся:

- Internet – приложения (FTP, HTTP, E-mail);
- CAD/CAM;
- Telnet;
- Сетевые базы данных;
- Файловый обмен;
- Телефон/факс.

При поступлении пакета от приложения протокол TCP/IP на транспортном уровне оценивает его размер и делит его на пакеты (если размер его слишком велик), которые передаются межсетевому уровню (т.е. протоколу IP). Последний формирует свои IP-пакеты. Затем происходит их «упаковка» в кадры (frame), приемлемые для данной физической среды передачи информации.

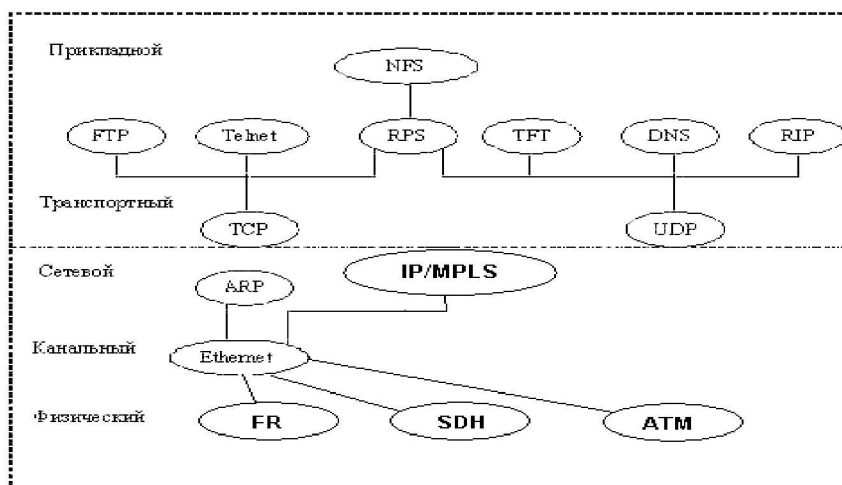


Рисунок 1 - Архитектура и совокупность протоколов TCP/IP узла связи Internet

При этом каждый пакет снабжается заголовком данного протокола. Размер заголовка протокола TCP насчитывает 12 байт, размер заголовка протокола IP также насчитывает 12 байт. При прохождении пакета через протоколы IP и TCP их размер увеличивается на величину, равную размеру служебной информации. Также происходит и на канальном уровне, где пакеты еще снабжаются заголовками протоколов данного уровня. Величину, характеризующую данное явление, обозначим как k_m где m обозначает уровень семиуровневой модели OSI.

Величины данных коэффициентов рассчитаны как отношение общего размера пакета на уровне m к размеру полезных данных приложения.

$$k_m = k_m / k_{идд} \tag{1}$$

Величины коэффициентов, рассчитанные для протокола TCP/IP и для наиболее распространенных и перспективных сетевых технологий Ethernet, Token Ring и ATM, MPLS, представлены в таблице 3.1.

Таблица 1 – Величины коэффициентов k_m

k_{EthII}	$k_{Eth.8023}$	$k_{Eth.8022}$	$k_{Eth.SNAP}$	k_{TR}	k_{ATM}	k_{TCP}	k_{IP}
1.034	1.034	1.038	1.044	1.005	1.104	1.0156	1.0156

Расчет нагрузки для 300 абонентов на центральном маршрутизаторе. За основу разрабатываемой методики была взята методика Назарова для ATM. Если известно количество абонентов на каждом объекте и интенсивность потоков пакетов, генерируемыми абонентами каждой службы, то ожидаемую нагрузку на объекте i k -ой службы можно определить по формуле:

$$B_{iID} = N_{\text{дд}i} \times \dot{O}_i \times \gamma_i \times B_{\text{max}} \tag{2}$$

тогда $B_{iID} = 300 * 1.1664 * 1 * 100 = 34992$, где $N_{\text{дд}i} = 300$ – число абонентов k -ой службы на объекте i

γ_i - число заявок, поступающих от абонента k -ой службы в единицу времени, равно: $\gamma_i = 1/t$

где $t = 1$ с, тогда $\gamma_i = 1$;

T_c - средняя длительность сеанса связи абонента в единицу времени равна 1,1664;

B_{max} – максимальная скорость k -ой службы равна 100 мбит/с .

Тогда ожидаемая нагрузка, генерируемая абонентами i -го узла связи: $B_{iID} = \hat{A}_{iID} * k$

где $k = 8$ – количество служб. Тогда, $B_{iID} = 34992 * 8 = 279936$

Следует напомнить, что найденная нагрузка предъявляет требования к пропускной способности, необходимой на прикладном уровне [8-10]. На транспортном уровне данная нагрузка увеличится на величину k_{TCP} . Тогда ожидаемая нагрузка на транспортном уровне будет равна:

$$B_{\Sigma_{iP}} = k_{TCP} * B_{\Sigma_{iD}} \quad (3),$$

тогда, $B_{\Sigma_{iP}} = 1,0156 * 279936 = 284303$

Аналогично рассчитывается нагрузка на сетевом и канальном уровнях.

$$B_{\Sigma_{i\Omega O}} = k_{iP} * B_{\Sigma_{iD}} \quad (4)$$

тогда, $B_{\Sigma_{i\Omega O}} = 1,0156 * 284303 = 288738,12$

$$B_{\Sigma_{i\Delta i}} = k_{\Delta i} * B_{\Sigma_{i\Omega O}} \quad (5)$$

Где $k_{\Delta i} (k_{Eth.8022}, k_{Eth.II}, k_{Eth.8023}) = 1,034$ тогда,

$$B_{\Sigma_{i\Delta i}} = 1,034 * 288738,12 = 298555,21 \approx 300000 \text{ пакетов в секунду.}$$

Расчет нагрузки для 50 абонентов на граничном маршрутизаторе, исходя из выше перечисленного.

$$B_{iID} = N_{\Delta i} * \hat{O}_{\bar{n}} * \gamma_i * B_{\max}$$

тогда $B_{iID} = 50 * 1,1664 * 1 * 100 = 5832$, где $N_{\Delta i} = 50$ – число абонентов k -ой службы на

объекте i , γ_i - число заявок, поступающих от абонента k -ой службы в единицу времени, равно: $\gamma_i = 1/t$ где $t = 1$, тогда $\gamma_i = 1$;

T_c - средняя длительность сеанса связи абонента в единицу времени равна 1,1664;

B_{\max} – максимальная скорость k -ой службы равна 100 мбит/с.

Тогда ожидаемая нагрузка, генерируемая абонентами i -го узла связи: $B_{iD} = \hat{A}_{iD} * k$

где $k = 8$ – количество служб. Тогда, $B_{iD} = 5832 * 8 = 46656$.

Следует напомнить, что найденная нагрузка предъявляет требования к пропускной способности, необходимой на прикладном уровне. На транспортном уровне данная нагрузка увеличится на величину $k_{\Omega \tilde{D}}$. Тогда ожидаемая нагрузка на транспортном уровне будет равна:

$$B_{\Sigma_{mp}} = k_{TCP} * B_{\Sigma_{iD}} \text{ тогда, } B_{\Sigma_{mp}} = 1,0156 * 46656 = 47383,8$$

Аналогично рассчитывается нагрузка на сетевом и канальном уровнях.

$$B_{\Sigma_{i\Omega O}} = k_{iP} * B_{\Sigma_{mp}} \text{ тогда, } B_{\Sigma_{i\Omega O}} = 1,0156 * 47383,8 = 48122,9$$

$$B_{\Sigma_{i\Delta i}} = k_{\Delta i} * B_{\Sigma_{i\Omega O}} \text{ где } k_{\Delta i} (k_{Eth.8022}, k_{Eth.II}, k_{Eth.8023}) = 1,034 \text{ тогда,}$$

$$B_{\Sigma_{i\Delta i}} = 1,034 * 48122,9 = 49759 \approx 50000 \text{ пакетов в секунду.}$$

Таблица 2 – Результаты расчетов для 300 и 50 абонентов

Количество абонентов	B_{iD}	$B_{\Sigma_{mp}}$	$B_{\Sigma_{i\Omega O}}$	$B_{\Sigma_{i\Delta i}}$
300	279936	284303	288738,12.	300000
50	46656.	47383,8	48122,9	50000

Выбор длины пакетов производится исходя из размера сообщения с учетом влияния длины пакетов на время доставки данных, пропускную способность локальной сети, емкость памяти и загрузку компьютера. Наиболее широко используются пакеты длиной 1024 бит (128 байт). При такой длине все управляющие сообщения и большинство сообщений, генерируемых в режиме диалоговой обработки, «вкладываются» в один пакет. Таким образом, расчеты показали: при количестве 300 абонентов нагрузка на канальном уровне составляет приблизительно 300000 пакетов в секунду, а при 50 абонентах – приблизительно 50000 пакетов в секунду.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Назаров А.Н. Модели и методы расчета структурно-сетевых параметров АТМ сетей. – М.: Горячая линия–Телеком, 2002 – 256 с.илт.
- [2] Назаров А.Н. АТМ: Технические решения создания сетей. – М.: Издательство МТУСИ, 1988. – 224 с.
- [3] Ефимушкин Д. Коммутация в сетях АТМ. Часть 1. Перспективные технологии, 1999, №12.
- [4] Зюзин А. Коммутатор сетей АТМ LightStream: эволюция распределенных сетей //PCWEEK. –1995. –№10.
- [5] Дымарский Я.С., Крутякова Н.П., Яновский Г.Г. Управление сетями связи: принципы, протоколы, прикладные задачи. Серия изданий «Связь и Бизнес», М.: ИТЦ «Мобильные коммуникации», 2003. – 384 с.
- [6] Yau, D.K.Y., Lam S.S. Migrating sockets End system support for networking with quality of service guarantees// IEEE/ACM Transactions on Networking. –1998. Vol.6, №6. P. 700-716.
- [7] Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб.: Питер, 2006 –421 с.
- [8] Сейлова Н.А., Ашигалиев Д.У., Амиргалиев Е.Н. Метод оценки качества обслуживания и задача оптимального управления информационным потоком в сети. //Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. – 2010. –№4(67). – С. 195-197.
- [9] Сейлова Н.А. Оценка производительности коммутатора // Труды Международной конференции «Системы Обеспечения Качества Бизнес Образования в РК: Иновационные подходы», Алматы: Международная Академия Бизнеса, 2006, май 26-27 –С. 211–215.
- [10] Криста Андерсон Локальные сети. СПб., 2002 –356 с.

REFERENCES

- [1] Nazarov A.N. Models and methods for calculating the structural and network settings ATM networks. - M.: Hot liniya-Telekom, 2002 - 256 s.il.
- [2] Nazarov A.N. ATM: Technical solutions networking. - M.: Publisher MTUCI, 1988 - 224.
- [3] Efimushkin D. Switching in ATM networks. Part 1: Advanced Technology, 1999, №12.
- [4] Zyuzin A. Switch ATM networks LightStream: evolution of distributed networks // PCWEEK. -1995. №10.
- [5] Dymarskii YS, Krutyakova NP, Yanovsky GG Management of communication networks: principles, protocols, application tasks. Series "Communication and Business" M.: ITC "Mobile Communications», 2003. - 384.
- [6] Yau, D.K.Y., Lam S.S. Migrating sockets End system support for networking with quality of service guarantees// IEEE/ACM Transactions on Networking. –1998. Vol.6, №6. P. 700-716.
- [7] Olifer V.G Olifer N.A Computer networks. Principles, technologies, protocols. SPB.: Peter 2006 -421 c.
- [8] Seilova N.A, Ashigaliev D.U, Amirgaliev Y. Method of assessing the quality of service and optimal control problem for the information flow in the network. // Herald Kazakh National University. Al-Farabi. - 2010. -№4 (67). - pp 195-197.
- [9] Seilova N.A. Performance evaluation of the switch // Proceedings of the International Conference "Quality Assurance Systems Business Education in Kazakhstan: Innovative Approaches", Almaty: International Academy of Business, 2006, May 26-27 S. 211-215.
- [10] 10 .Christa Anderson Networks. SPB., 2002 -356.

Орталық бағдарлауышта жергілікті желі абонентерінің жүктемесін есептеу

Сейлова Н.А., Оган А., Алимсентова Ж.К.

Негізгі сөздер: коммутация әдістері, мультисервисті желі, өткізу қабілеті, дестелер коммутациясы.

Аннотация. Мақалада TCP/IP сонымен қатар кең тараған және болашағы бар Ethernet, Token Ring және АТМ, MPLS желілік технологиялар үшін есептелген коэффициенттердің шамалары қарастырылған. Қарастырылған әдістеменің негізі ретінде АТМ желілірі үшін Назаров әдістемесі қолданылған.