

Литература

1. Анашкин А.С., Кадыров Э.Д., Харазов В.Г. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления. СПб: Изд. П-2, 2004. – 368 с.
2. Кангин В.В., Кангин М.В., Ямолдинов Д.Н. Программные аспекты проектирования SCADA-систем. Н. Новгород: Изд. НГТУ, 2007. – 259 с.

EXCHANGE TO INFORMATION IN INDUSTRIAL NETWORK PlcNet

Kangin V.V., Lozhkin L.D., Yamoldinov D.N.

The Article is dedicated to questions to organizations of the exchange by information between level portioned managerial system, built on base of the industrial network PlcNet. It Is Shown that problem of the exchange by information on industrial network is central when designing SCADA-a systems. The Decision of this problem lies in planes of the organizations client-server relations between SCADA-a system and OPC-a server, delivered by developer of the network equipment. In this case problems of the exchange are reduced to programmed information exchange between SCADA-a system, executing role OPC-a client, and OPC-a server (is chose Fastwel PlcNet OPC Server). The Designed algorithm observer tegs, allowing observe importance's 32-h terov, taken on network from controller lower level. The Designed algorithms of the procedures and function, providing watching possibility observer tegs: start OPC-a server Fastwel PlcNet OPC Server, accompaniment in it name of the segment and names tegs, determination of the type tegs and conclusion of importance's tegs in window on the form observer, stop OPC-server.

Keywords: *portioned managerial system, industrial network, SCADA, client-a server relations, OPC-a client, OPC-a server, teg.*

Кангин Владимир Венедиктович, д.т.н., профессор, заведующий Кафедрой «Автоматизация машиностроения» (АМ) Арзамасского политехнического института – филиала Нижегородского государственного технического университета (АПИ НГТУ). Тел. 8-906-352-11-91. E-mail: king202008@yandex.ru

Ложкин Леонид Дидимович, к.т.н., заведующий лабораториями Кафедры «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел. (8-846) 339-11-74. E-mail: astro76@rambler.ru

Ямолдинов Дмитрий Николаевич, аспирант Кафедры АМ АПИ НГТУ. Тел. (8-83147) 252-24. E-mail: king202008@yandex.ru

ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

УДК 004.942

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ АППРОКСИМАЦИОННОГО ПОДХОДА

Бахарева Н.Ф.

В статье описывается структура программной системы, включающей несколько программ. Приведен краткий анализ математического аппарата, который использован для описания моделей трафика компьютерной сети. В качестве математической модели трафика получены уравнения равновесия потоков на уровне первых двух моментов распределений интервалов времени в потоках. В статье также приведены примеры расчета конкретных сетевых структур.

Ключевые слова: поток и его математическое представление, моментные характеристики распре-

делений, математические операции агрегирования и вероятностного разрежения потоков, уравнения равновесия потоков.

Введение

Для решения задачи анализа производительности сети, заключающейся в определении всех основных узловых и сетевых характеристик, ее модель должна быть декомпозирована на отдельные узлы с вычислением характеристик входных и выходных потоков в каждом

узле. После этого уже могут быть вычислены узловые и сетевые характеристики.

Знание и прогнозирование характеристик потоков важно также для оптимального или близкого к нему управления ими в сетях. В настоящее время теория массового обслуживания не позволяет точно определить характеристики потоков в сетевых моделях при произвольных законах распределения времени поступления и обслуживания. Для этого можно использовать только аппроксимационный подход.

Постановка задачи

Рассмотрим открытую сетевую модель с матрицей вероятностей передач $P = \{p_{ij}\}$, ($i, j = 1; 2 \dots n$), где p_{ij} – вероятность того, что заявка, покидающая узел S_i поступит в узел S_j . Для начала – пусть узел представляет собой одноканальную (многоканальную с равнодоступным доступом) систему $G/G/1$ с бесконечной очередью. Для этой системы определены числовые характеристики случайного времени обслуживания: \bar{t}_{μ_i} – среднее значение и D_{μ_i} – дисперсия времени обслуживания. Для внешнего потока задана совокупность средних значений \bar{t}_{0_i} и дисперсий D_{0_i} времени между соседними заявками потока, входящего в узел S_i . В последующем узел может быть представлен как СМО с конечной очередью с потерями.

Для декомпозиции такой модели на отдельные узлы на уровне средних значений и дисперсий времени поступления и обслуживания заявок не существует точных методов. Во многих случаях, например, в [1-2], пользуются только уравнениями равновесия потоков на уровне их интенсивностей λ_i . Такой подход при произвольных потоках в сети МО означает описание случайного потока событий только его средним значением, то есть математическим ожиданием без учета моментов высших порядков. Поэтому учет дисперсий (вторых моментов распределений) интервалов времени существенно может улучшить результаты расчетов.

Поясним это на простом примере эволюции систем массового обслуживания (СМО). Как известно из [1], среднее время ожидания в СМО $M/M/1$ выражается равенством $\bar{W} = \frac{\rho/\mu}{1-\rho}$;

для системы $M/G/1$ – $\bar{W} = \frac{\lambda M(X^2)/2}{1-\rho}$.

Здесь $M(X^2)$ означает 2-й начальный момент времени обслуживания. Наконец, для системы $G/G/1$ это время равно

$$\bar{W} = \frac{D_\lambda + D_\mu + \bar{t}_\lambda^2(1-\rho)^2}{2\bar{t}_\lambda(1-\rho)} - \frac{\bar{I}^2}{2\bar{I}}.$$

Последнее выражение включает дисперсии времен поступления и обслуживания, а также второй начальный момент времени простоя СМО, который неизвестен. Способ его определения показан в [2]. Из приведенных выражений следует, что при анализе сетей СМО $G/G/1$ необходимо учитывать вторые моменты распределений времени поступления и обслуживания. Как это можно реализовать на практике, видно будет из последующих разделов статьи.

С другой стороны, описание потоков на уровне двух первых моментов распределений интервалов времени означает либо их аппроксимацию непрерывным диффузионным процессом с соответствующими характеристиками [1-2], либо аппроксимацию их законов распределений известными функциями на уровне двух моментов.

Для этого рассмотрим подробнее структуру потоков отдельного узла с номером i сетевой модели (рис. 1), где A – точка мультиплексирования потоков, B – точка демупльтиплексирования потока. Из структуры узла (см. рис.1) следует, что на вход i -го узла в общем случае поступает агрегированный поток из разреженных потоков с выходов других узлов.

Следовательно, нам необходимо знать математические операции агрегирования (мультиплексирования) двух потоков и их разрежения на уровне двух моментов. При этом в качестве математической модели потока рассматриваем случайный поток событий на оси времени. Кроме этого необходимо знать и метод определения числовых характеристик выходного потока из СМО. Определение характеристик выходного потока и характеристик СМО $G/G/1$: среднего времени ожидания, средней задержки и т.п. изложено в [2].

Решением системы уравнений (1) равновесия потоков относительно интенсивностей λ_i потоков на входе и выходе каждой СМО сети определяем средние значения интервалов времени между соседними заявками $\bar{t} = \lambda_i^{-1}$ для каждого потока в сети:

$$\lambda_i = \lambda_{0i} + \sum_{j=1}^n p_{ji} \lambda_j \quad (i=1 \dots n), \quad (1)$$

где λ_{0i} – интенсивность потока извне в i -ый узел (см. рис. 1). Дальнейшая задача состоит

в получении аналогичных уравнений равновесия относительно дисперсий времени в потоках. Для этого автором в статье [3] использован следующий математический аппарат.

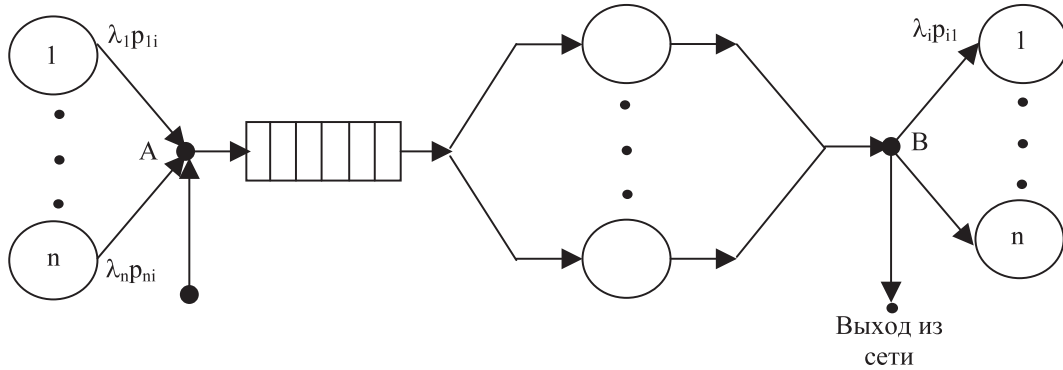


Рис.1. Структура потоков в i -ом узле

Математические операции агрегирования двух потоков

Функция распределения интервала времени τ_Σ результирующего потока при мультиплексировании двух потоков с интенсивностями λ_1 и λ_2 определяется интегральным соотношением:

$$F_{\tau_\Sigma}(t) = 1 - \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \left\{ [1 - F_{\tau_1}(t)] \int_t^\infty [1 - F_{\tau_2}(u)] du + [1 - F_{\tau_2}(t)] \int_t^\infty [1 - F_{\tau_1}(u)] du \right\}, \quad (2)$$

где ($j=1; 2$), а $F_{\tau_j}(t)$ – функция распределения интервалов времени между событиями в потоке j ($j=1; 2$). Из последнего выражения следует, что среднее значение интервала в результирующем потоке

$$\bar{\tau}_\Sigma = 1/(\lambda_1 + \lambda_2) = 1/\lambda_\Sigma, \quad (3)$$

а дисперсия

$$D(\tau_\Sigma) = 2 \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_\Sigma} \int_0^\infty g_1(t) \cdot g_2(t) dt - \frac{1}{\lambda_\Sigma^2}, \quad (4)$$

где функции

$$g_1(t) = \int_t^\infty [1 - F_1(u)] du, \quad g_2(t) = \int_t^\infty [1 - F_2(u)] du.$$

Несложно проверить, что применение этих формул к двум пуассоновским потокам дает снова пуассоновский поток.

Из результата (4) вытекают два важных следствия.

1. Под интегралом в выражении (4) стоит произведение двух функций, и, таким образом, в общем случае дисперсию величины τ_Σ – интервала времени между событиями результирующего потока – нельзя будет выразить в виде элементарной функции от дисперсий и математических ожиданий составляющих (кроме случая пуассоновских потоков). Таким образом, дисперсия и моменты высших порядков распределения величины τ_Σ неразложимы.

2. Этот интеграл можно вычислить только при конкретных выражениях функций распределений $F_j(t)$. Тогда в условиях неполной информации о потоках в сетевой модели, то есть когда мы не знаем их законов распределения, остается единственно возможный путь для его вычисления через элементарные функции – это аппроксимация функций $g_i(t)$ ($i=1; 2$) на уровне двух первых моментов распределений интервалов времени.

Таким образом, будем считать, что потоки в сетевых моделях определены на уровне средних значений $\bar{\tau}_j$ и дисперсий D_{τ_j} распределений интервалов, и функции распределения $F_j(t)$ будем аппроксимировать отдельно при $c_{\lambda_j} < 1$ и $c_{\lambda_j} > 1$ ($j=1; 2$), то есть в зависимости от хвостов распределений. В случае, когда оба агрегируемых потока имеют коэффициенты вариаций $c_{\lambda_j} < 1$, в качестве аппроксимирующих функций для выражения (4) выбираем функцию смещенного экспоненциального распределения:

$$F_j(t) = \begin{cases} 0, & t \leq \tau_{j1} \\ 1 - \exp\{-(t - \tau_{j1})/\tau_{j2}\}, & t \geq \tau_{j1} \end{cases}. \quad (5)$$

В том случае, когда обе составляющих потока имеют коэффициент вариации $c_{\lambda_j} > 1$, выбираем гиперэкспоненциальное распределение:

$$F_j^*(t) = 1 - p_j \exp(-2p_j t / \tau_j) - (1 - p_j) \exp[-2(1 - p_j)t / \tau_j]. \quad (6)$$

В смешанном случае очевидно, что имеет место комбинация этих функций. Неизвестные параметры распределений (5) и (6) определяются через числовые характеристики исходных потоков известным методом моментов. Тогда подставим функции $g_j(t)$ ($j = 1; 2$) с однозначно определенными их параметрами в выражение (4) и после вычисления всех интегралов (табличных) можем определить дисперсию интервала времени мультиплексированного потока.

Имитационное моделирование статистического мультиплексирования по выражению (4) с использованием широкого класса распределений показало, что в случае $c_{\lambda_j} > 1$ ($j = 1; 2$) для вычисления дисперсии оказалась точнее формула, основанная на диффузионном приближении потоков [3]:

$$D_{\tau_\Sigma} = (\lambda_1 / \lambda_\Sigma)^3 D_{\tau_1} + (\lambda_2 / \lambda_\Sigma)^3 D_{\tau_2}. \quad (7)$$

Таким образом, в алгоритме программы мультиплексирования двух потоков заложены (4)-(5) в зависимости от величины коэффициентов вариаций агрегируемых потоков.

Вероятностное разрежение потока

Как было отмечено выше, для вывода уравнений равновесия относительно дисперсий необходимо знать характеристики (среднее значение и дисперсию) разреженного потока. Для этого кратко воспроизведем доказанный результат, полученный автором в статье [3].

Пусть мы имеем точку демультиплексирования потока (т. В на рис. 1), в которой заявки с вероятностью p уходят из потока (просеянный поток 2 на рис. 2). Назовем эту операцию вероятностного разрежения потока p -преобразованием. Тогда среднее значение и дисперсия времени между соседними событиями в просеянном потоке

$$\bar{\tau}_p = \bar{\tau} / p, \quad (8)$$

$$D_{\tau_p} = D_\tau / p + \bar{\tau}^2 (1 - p) / p^2. \quad (9)$$

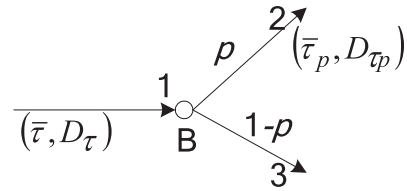


Рис. 2. Демультиплексирование потока (p -преобразование)

Определение первых двух моментов распределения выходного потока из СМО

Вернемся к структуре узла сетевой модели, показанной на рис. 1, из которой видно, что на вход i -го узла в общем случае поступает агрегированный поток из разреженных потоков с выходов других узлов. Для этого необходимо знать дисперсии распределения интервалов между событиями в выходных потоках. Воспользуемся результатами автора, полученными в статье [2], которые представим в виде следующего утверждения.

Пусть $\bar{\tau}_{вых}, D_{вых}, \bar{\tau}_\mu, D_\mu$ – соответственно, средние значения и дисперсии времен между заявками в выходном потоке из СМО $GI/G/1/\infty$ и обслуживания. Тогда справедливы следующие аналитические выражения для определения $\bar{\tau}_{вых}, D_{вых}$:

$$\bar{\tau}_{вых} = \bar{\tau}_\mu + p'_0 \bar{\tau}'_\lambda, \quad (10)$$

$$D_{вых} = D_\mu + p'_0 D'_\lambda + p'_0 (1 - p'_0) (\bar{\tau}'_\lambda)^2, \quad (11)$$

где p'_0 – вероятность того, что обслуженная заявка оставляет СМО пустой, $\bar{\tau}'_\lambda$ и D'_λ – среднее значение и дисперсия остаточного времени τ'_λ , в течение которого СМО ожидает поступления непосредственно следующей заявки, то есть времени простоя СМО.

Все вышеприведенные основные результаты (3)-(4), (7)-(11) по операциям с потоками проверены на адекватность имитационным моделированием – методом Монте-Карло – на широком классе распределений от равномерного до распределения Вейбулла. При этом относительная погрешность результатов не превышает 5% [2-3].

Для имитационного моделирования была разработана специальная программа «Агрегирование и разрежение потоков событий методом Монте-Карло» [4]. Теперь по аналогии с уравнениями равновесия потоков на уровне их

средних значений (1) можем записать уравнения равновесия относительно их дисперсий.

Используя формулы (4), (7) и (9) для суммы разреженных потоков на входе i -ой СМО сетевой модели, дисперсию интервалов времени между соседними заявками в суммарном входном потоке в стационарном режиме можно выразить через известные параметры сети и дисперсии $D_{\text{вых } j}$ выходных потоков j -ой СМО сети ($i, j = 1; 2 \dots n$) (см. рис.1):

$$D_{i_{\text{вх}}} = D(\Pi_{0i} * (\Pi_{1_{\text{вых}}} * \dots * (\Pi_{n-1_{\text{вых}}} * \Pi_{n_{\text{вых}}}))),(12)$$

где $D(\Pi_{0i}) = D_{0i}$ – дисперсия потока извне. Здесь $D(\Pi_{j-1_{\text{вых}}} * \Pi_{j_{\text{вых}}})$ означает вычисление по формулам (4) или (7) (в зависимости от величин коэффициентов вариаций составляющих) дисперсии попарно мультиплексируемых выходных потоков $\Pi_{j-1_{\text{вых}}}$ и $\Pi_{j_{\text{вых}}}$ от $(j-1)$ -го и j -го узлов. Эти потоки при $p_{ji} \neq 0$ поступают на вход i -го узла после их p -преобразования с дисперсиями, см. формулу (9):

$$D_{\Pi j} = \frac{1}{p_{ji}} \left(D_{j_{\text{вых}}} + \frac{1-p_{ji}}{p_{ji} \cdot \lambda_j^2} \right); (i, j = 1; 2 \dots n). (13)$$

Алгоритм работы программной системы, использующий описанный выше математический аппарат потоков событий, включает следующие этапы.

1. На первом этапе сеть массового обслуживания считаем экспоненциальной и решением системы уравнений (1) определяем интенсивности потоков на входе и выходе каждого узла. Следовательно, будут определены математические ожидания и дисперсии интервалов времени в потоках на входе и выходе каждого узла.

2. На втором этапе используем метод двумерной диффузионной аппроксимации процессов функционирования систем массового обслуживания G/G/1 и уточняем дисперсии входных и выходных потоков по формулам (12) совместно с (11) и (13). Как показывают практические расчеты, такая итерационная процедура включает всего несколько итераций.

3. На заключительном этапе в программе определяются все основные узловые и сетевые характеристики: загрузки, средние времена задержек, средние длины очередей и др.

Основные процедуры программной системы

На рис. 3 приведена экранная форма программной системы. В функции меню «Расчет узла» предусмотрен расчет основных характеристик СМО G/G/1 – подменю «Узел с бесконечной очередью» и СМО G/G/1/k – подменю «Узел с конечным буфером и потерями». Расчеты реализуются процедурами VNGG1 и VNGGM соответственно.

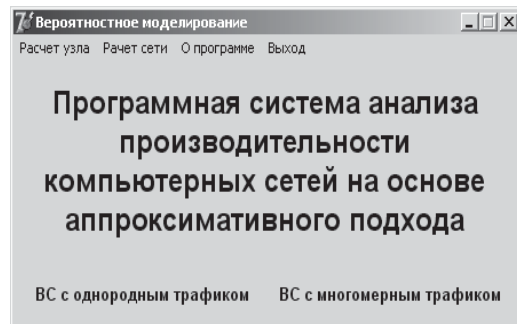


Рис.3. Экранная форма программы

В меню «Расчет сети» реализован расчет основных характеристик сетевой модели как с однородным, так и с неоднородным трафиком. В первом случае расчет проводится без учета типов трафика и протоколов, а во втором – с учетом их. Расчеты реализуются соответственно процедурами Uodnet и Uneodnet. Данные процедуры реализуют все расчеты по приведенному выше алгоритму. Для расчета дисперсий времени попарно мультиплексируемых потоков по формулам (4) и (7) реализована процедура Multipl.

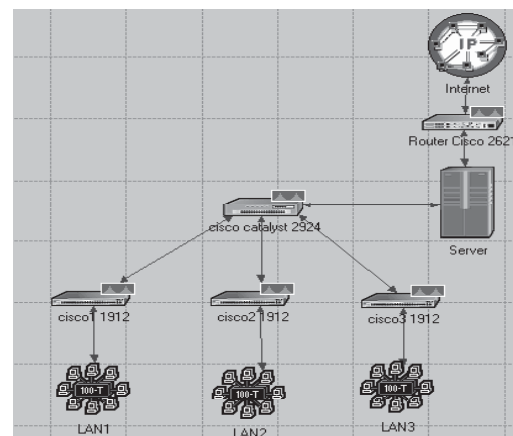


Рис.4. Структура сети кафедры вуза

В заключение рассмотрим применение программной системы к расчетам реальных сетевых структур. На рис. 4 приведена структура сети кафедры, вы-

полненная в системе моделирования OPNET Modeler. Сетевая модель включает в себя 8 узлов, среди них сервер, главный коммутатор, коммутаторы подсетей LAN1-LAN3, подсети LAN1-LAN3 и 8 каналов связи 100 Мбит/с. Подсети LAN1-LAN3 включают по 10 рабочих станций, поэтому следует ожидать, что потоки будут симметричными. Учитывая тот факт, что обмен данными между сервером и главным коммутатором, а также между главным коммутатором и остальными коммутаторами в обе стороны по каналам связи примерно одинаковые, матрицу вероятностей передач определим так, как показано на рис. 6. Остальные исходные данные определим из анализа дневного трафика сети, представленного на рис. 5. Его подробный анализ показал, что коэффициент вариации интервала между пакетами равен 2. Максимальное значение трафика (срез случайного процесса) в пересчете на пакеты порядка 584.

Результаты расчетов по авторской программе приведены на рис. 7. Из них видно, что в главных узлах 1 и 2 интенсивность потоков составляет около 1168 пак/С. Это вполне ожидаемый результат, так как мы имеем здесь 3 идентичных сегмента, в каждом из которых циркулирует 389 пак/С. Загрузка главных узлов, как и ожидалось, равна примерно 15%.

Эта же сеть для проверки на адекватность расчетов была промоделирована в программной системе имитационного моделирования OPNET Modeler. Структура сети приведена на рис. 4, а результаты моделирования – на рис. 8. Сравнение результатов по загрузкам каналов сети по обеим программам показывает их полное совпадение. Преимущество авторской программы при анализе производительности сетей заключается в том, что по сравнению с имитационным моделированием здесь расчеты выполняются за доли секунды.

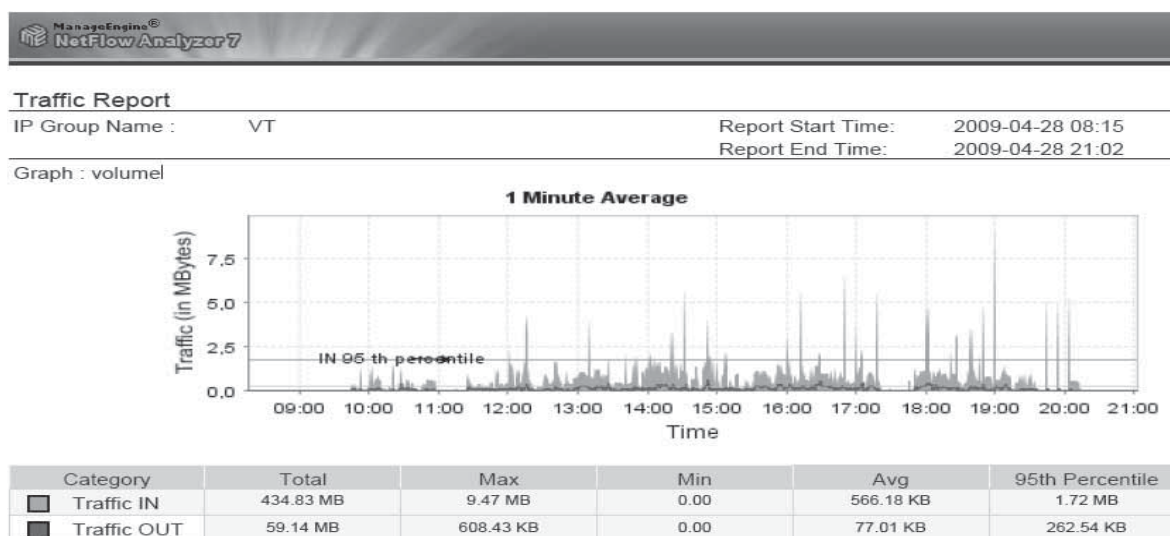


Рис.5. Входящий и исходящий трафики сети кафедры

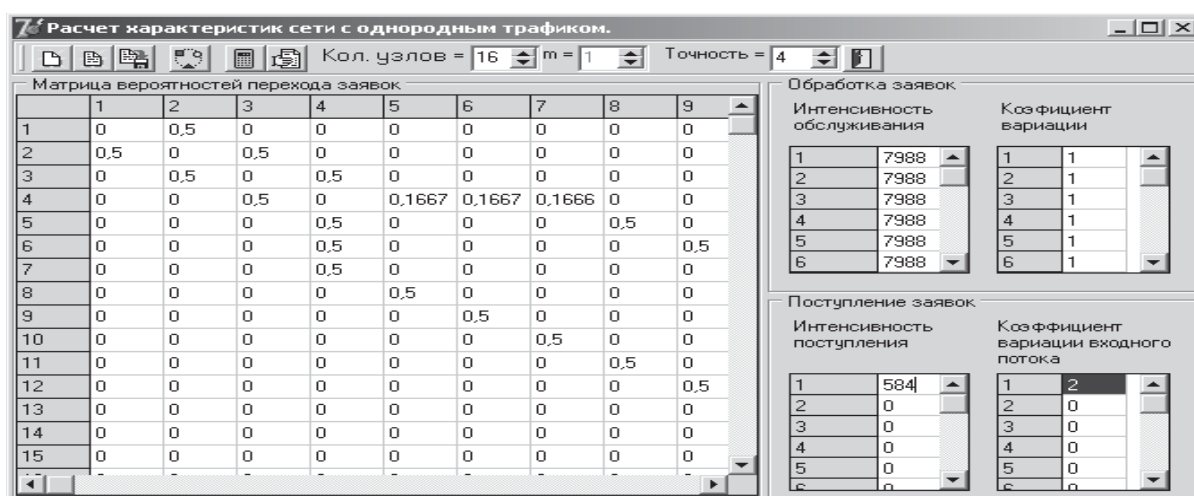


Рис. 6. Исходные данные к расчету сети

Результаты								
Узловые характеристики:								
Характеристики/узлы	1	2	3	4	5	6	7	8
Интенсивность потока	1168,0000	1168,0000	1168,0000	1168,0000	389,4112	389,4112	389,1776	3
Загрузка	0,1462	0,1462	0,1462	0,1462	0,0487	0,0487	0,0487	0
Ср. время ожидания	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0
Ср. длина очереди	0,0428	0,0261	0,0258	0,0397	0,0016	0,0016	0,0016	0
Ср. задержка (время отклика)	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0
Ср. число заявок	0,1890	0,1724	0,1720	0,1860	0,0503	0,0503	0,0503	0
Сетевые характеристики:								
Ср. время ожидания	Ср. задержка (время отклика)			Ср. длина очереди		Производительность		
0,0003	0,0023			0,1597		1,3295		

Рис.7. Результаты расчетов по программной системе

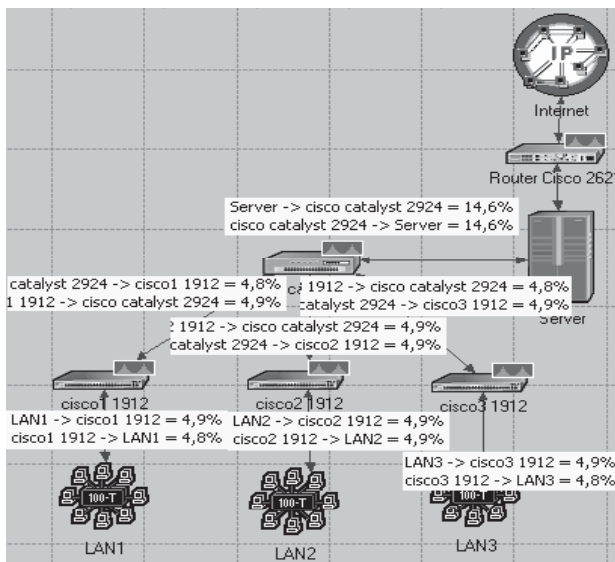


Рис.8. Результаты расчетов по программе OPNET Modeler

Литература

1. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. Пер. с англ. под ред. Б.С. Цыбакова. М.: Мир, 1979. – 597 с.

2. Бахарева Н.Ф., Тарасов В.Н. Обобщенная двумерная диффузионная модель массового обслуживания типа GI/G/1 // Телекоммуникации. №7, 2009. – С. 2-8.
3. Бахарева Н.Ф. Уравнения равновесия потоков в сетевых моделях на основе математических операций мультиплексирования и демультимплексирования // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. №4, 2009. – С. 12-25.
4. Бахарева Н.Ф. Агрегирование и разрежение потоков событий методом Монте-Карло. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2010613562. Роспатент, М., 31.05.2010.
5. Бахарева Н.Ф. Анализ производительности компьютерных сетей на основе аппроксимативного подхода. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2010613539. Роспатент, М., 28.05.2010.
6. Бахарева Н.Ф., Карташевский И.В., Тарасов В.Н. Анализ и расчет непуассоновских моделей трафика в сетях ЭВМ // ИКТ. Т.7, №4, 2009. – С. 61-66.

SOFTWARE SYSTEM OF COMPUTER NETWORKS PERFORMANCE ANALYSIS BASED ON APPROXIMATIVE APPROACH

Bakhareva N.F.

Article describes structure of software system includes a few programs. Given a brief analysis of mathematical methods which are used for model of computer networks traffic description. Article shows how equation of equilibrium flows based on the first two moments of the distributions of time intervals in the flow shown as a mathematical model of traffic. Examples of calculating the specific network structures are given.

Keywords: flow and its mathematical interpretation, distribution characteristics, mathematical operations of aggregation and probabilistic flow dilution, equation of equilibrium flows.

Бахарева Надежда Федоровна, к.т.н, доцент Кафедры «Программное обеспечение и управление в технических системах» Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики. Тел.: (8-846) 228-00-13. E-mail: vt@ist.psati.ru

УДК 629.7.015.4

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ДИНАМИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ

Андреев М.В., Иващенко А.В., Симонова Е.В., Скобелев П.О., Уланова Л.В., Царев А.В.

В статье предлагается подход к разработке и реализации программного обеспечения мобильных устройств, позволяющий обеспечить согласованное планирование персональных задач на основе новых информационно-коммуникационных технологий. Описывается программная реализация системы динамического планирования персональных задач с использованием мультиагентных технологий и онтологий, предназначенная для установки и использования на мобильных устройствах (телефонах и коммуникаторах).

Ключевые слова: мультиагентные системы, онтологии, коллективное взаимодействие, динамическое планирование.

Введение

Современные возможности мобильных устройств (коммуникаторов, «наладонников» иотовых телефонов) позволяют по-новому организовать планирование личного времени и сделать управление временем более эффективным, учитывая особенности текущей ситуации, в которой находится пользователь. К таким возможностям следует отнести не только определение GPS-координат пользователя, обмен данными о происходящих событиях с другими пользователями через Интернет, возможность интерактивного построения и редактирования собственного расписания с помощью удобного визуального интерфейса.

При этом существующие программные системы планирования персональных задач [1-2] чаще всего ориентированы на ручное редактирование и лишены возможности изменения плана в ответ на поступающие события. Это связано, прежде всего, с тем, что используемые алгоритмы планирования ориентированы на решение оптимизационной задачи планирования и для своего выполнения требуют задания большого количества параметров, что не всегда удобно пользователю.

Таким образом, актуальной представляется разработка таких новых подходов к автоматизации планирования личного времени мобиль-

ных пользователей, которые были бы основаны на адаптивных методах управления «живыми» системами. Наиболее подходящим для решения данной задачи представляется мультиагентный подход, основанный на знаниях [3], который в последнее время позволяет эффективно получать качественно новые результаты при построении систем динамического управления мобильными ресурсами [4].

В данной работе описываются результаты применения мультиагентных технологий для решения поставленной задачи, которые были получены при выполнении работ по проекту Миннауки РФ по теме «Разработка мультиагентной системы динамического планирования персональных задач для мобильных пользователей» (шифр «2009-04-1.4-00-07-012»), выполняемой в рамках ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы».

Ситуативное планирование персональных задач, основанное на мультиагентном подходе

В настоящее время мобильные устройства все чаще используются в качестве «персональных секретарей», которые не только содержат данные записных книжек, но и обеспечивают пользователя множеством удобных сервисов. При этом крайне важно не просто предоставить человеку возможность отслеживать текущую ситуацию, в частности, напоминать о приближающихся событиях, но и давать возможность действовать «по ситуации», адаптируясь к существующим условиям.

Действительно, при высокой динамике жизни типичного пользователя мобильных устройств полезно не только давать такому пользователю всю необходимую информацию, но и ситуативно помогать ему, зная его план и постоянно перестраивая его в ответ на события. Например, полезно не только показать близкие к его текущему местоположению рестораны и кафе, но и из плана определить, есть ли у него время на обед, какую