

УДК 621.375

Ю.И. Лосев, К.М. Руккас, С.И. Шматков, Мохамед Саламе Абрахим Арабиат

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, Харьков

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТЬЮ

Разработана математическая модель компьютерной сети как объекта управления, которая позволяет учитывать процессы сбора информации о состоянии сети, обработку этой информации контроля состояния сети и ее элементов. Показано, что оптимальное управление компьютерной сетью является нелинейной и стохастической задачей. Предложенная модель имеет возможность учитывать выделение ресурсов сети для решения задач управления, что позволяет оценивать эффективность различных стратегий управления компьютерными сетями.

Ключевые слова: компьютерная сеть, технология управление компьютерными сетями, математическая модель.

Введение

Постановка задачи. Одним из перспективных путей повышения эффективности функционирования компьютерных сетей является совершенствование методов динамического управления сетевыми ресурсами. Современные компьютерные сети (КС) являются сложными распределенными программно-аппаратными системами, предназначенными для передачи информационных потоков абонентов с заданными требованиями.

Цель статьи. Для разработки эффективной системы динамического управления современными и перспективными компьютерными сетями необходимо разработать математическую модель компьютерной сети как объекта управления, которая позволяла бы учитывать ограниченность сетевых ресурсов, а также особенности информационных потоков и требования по качеству обслуживания.

Анализ последних исследований и публикаций. В настоящее время существует ряд моделей [1 – 5] компьютерных сетей, которые позволяют решить задачи оптимального распределения пропускных способностей каналов передачи данных КС между информационными потоками абонентов сети. Однако предложенные модели не позволяют решать задачи распределения емкости буферного запоминающего устройства (БЗУ). Кроме того, в предложенных моделях сложно учесть ограничения, связанные с требованиями качества обслуживания абонентов.

Основная часть

Компьютерная сеть является весьма сложной информационной структурой, обеспечивающей взаимодействие пользователей на основе единой системной идеологии, реализуемой в сетевых протоколах.

Функционирование такой сети, как и любой сложной системы управления, характеризуется вза-

имоделированием ее внешней и внутренней среды. Влияние внешней среды отражается взаимодействием входного информационного потока $\sum \lambda_{вх_i}(t)$ и

случайных мешающих факторов $\sum_{i=1}^N U_{п_i}(t)$. Внут-

ренняя сетевая среда включает в себя системы внутреннего и внешнего взаимодействия, а также систему обработки и передачи (ОП). Внутреннее взаимодействие может быть описано с помощью квадратной матрицы связности $M_{св}$ абонентов (узлов коммутации) размером $N \times N$ (N – число абонентов, являющихся источниками информации). Внешнее взаимодействие осуществляется с помощью комплексов средств доступа абонентов (КСДА) через $N_{вх}$ входов и $N_{вых}$ выходов. Система обработки и передачи описывает основные структурные элементы сети. Такими элементами являются узлы коммутации (узлы связи), концентраторы, абонентские пункты, шлюзы, тракты передачи и т.п. Конфигурация сети с ее топологией задается таблицей связности с соседними узлами и маршрутными таблицами.

Система управления сетью включает средства контроля (К) и управления (У), которые осуществляют сбор информации о состоянии сети, обработку этой информации, решение задачи управления, отображение и контроль за приведением решения в исполнение на основе применяемых протоколов.

Система управления может оказывать влияние как на средства доступа (U_1), так и на систему обработки и передачи (U_2), путем воздействия на параметры протоколов. Управляющие взаимодействия зависят от важности (ценности) информации о состоянии сети и отдельных ее элементов $I_0(t)$, которая поступает на средства управления и отображения от средств контроля. Некоторая дополнительная информация может поступать и от других внешних источников ($I(t)$). Выходной эффект сети ($\lambda_{вых}(t)$)

характеризует поток информации, поступающей пользователям, с определенными характеристиками.

Тогда структура сети как объекта управления будет иметь вид, представленный на рис. 1.

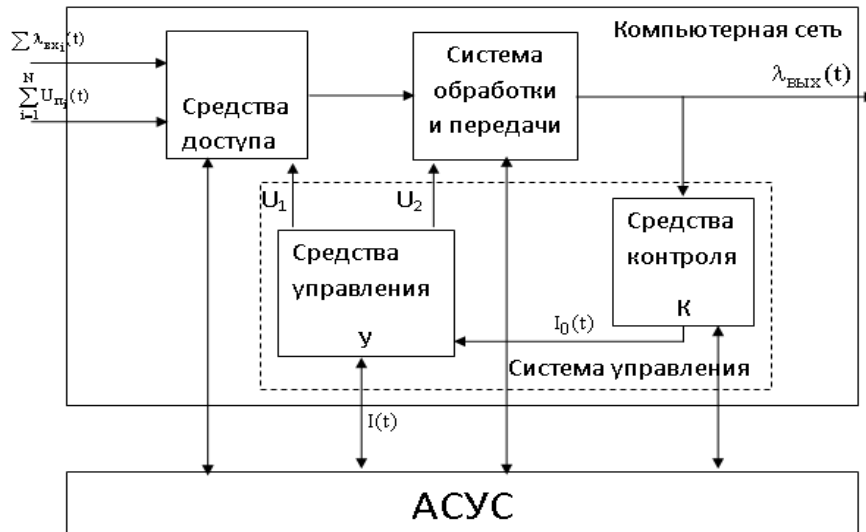


Рис. 1. Общая структура компьютерной сети как объекта управления

В результате выходной эффект сети может быть записан в следующем виде:

$$\lambda_{\text{вых}}(t) = F[\lambda_{\text{вх}}(t), U_{\text{п}}(t), U_1(I_0(t), I(t)), U_2(I_0(t), I(t))], \quad (1)$$

где F – оператор исследуемой сети, определяемый алгоритмами передачи, обработки информации и принятия решения при управлении сетью.

Целью управления является обеспечение интенсивности выходного информационного потока $\lambda_{\text{вых}}(t)$ в соответствии со входным $\lambda_{\text{вх}}(t)$ и требуемыми вероятностно-временными характеристиками.

В общем случае, средства взаимодействия, передачи и обработки в целом характеризуются своей архитектурой, под которой понимается совокупность функциональной, топологической, информационной, организационной, алгоритмической, программной и технической структур. Эти структуры включают полный набор структурно упорядоченных сетевых элементов и систему сетевых протоколов. Совокупность протоколов однозначно определяет правило совместной работы (взаимодействия) сетевых элементов в целях реализации различных режимов функционирования, обеспечиваемых данной сетью.

Введенный выше оператор F может быть достаточно сложным и заранее неизвестным.

С целью некоторого упрощения учтем, что сеть синтезируется с таким расчетом, чтобы одно и то же воздействие внешней среды не нарушало функционирование нескольких двухполюсных сетей. В этом случае выходной эффект в операторной форме может быть оценен по выражению:

$$\lambda_{\text{вых}}(t) = \sum_{i=1}^{\gamma} F_i[\lambda_{\text{вх}_i}(t), U_{\text{п}_i}(t), U_{1_i}(I_0(t), I(t)), U_{2_i}(I_0(t), I(t))], \quad (2)$$

где γ – число двухполюсных сетей.

Управление средствами доступа, обработки и передачи может осуществляться взаимонезависимо (раздельно). Процесс управления средствами доступа должен быть зависим от внешних мешающих факторов. В этом случае выражение (1) может быть записано в следующем виде:

$$\lambda_{\text{вых}}(t) = \sum_{i=1}^{\gamma} F_i'[\lambda_{\text{вх}_i}(t), U_{\text{п}_i}(t), U_{1_i}(I_0(t), I(t))] + \sum_{i=1}^{\gamma} F_i''[\lambda_{\text{вх}_i}(t), U_{\text{п}_i}(t), U_{2_i}(I_0(t), I(t))]. \quad (3)$$

В соответствии с указанным выше, оператор F_i' определяется эффектом управления с учетом матрицы связности абонентов (внутреннее взаимодействие) и эффектом управления, влияющим на входы и выходы сети (внешнее управление). Операторы F_i'' определяются эффектом управления двухполюсными сетями, узлами коммутации и т.п.

Для определения управляющих воздействий U_1 и U_2 , а также операторов F_i' и F_i'' необходима база знаний, реализованная с помощью различных моделей как сети в целом, так и ее элементов.

В компьютерной сети можно выделить четыре основные группы задач управления:

1. Поддержание в рабочем (исправном) состоянии отдельных технических (аппаратно-программных) средств, когда объектом управления служат средства, реализующие сеть, а целью управления является обеспечение различными способами (введением избыточности, дублированием, резервированием и т.д.) заданных показателей надежности компьютерной сети.

2. Управление качеством обслуживания доставки блоков информации (сообщений, пакетов)

пользователя по адресу. Объектами управления служат коммутационные системы узлов и основной целью управления является выбор пути (путей) в коммутационной системе, создание тракта передачи в соответствии с адресом и удовлетворение дополнительных требований (по приоритету, времени доставки, достоверности передачи и т.п.).

3. Управление распределением потоков данных и регулирование их интенсивности. Объектами управления являются средства коммутации и маршрутизации, а основной целью – распределение и перераспределение потоков между двухполюсными сетями и пользователями, обеспечение удовлетворения требований доставки информации при изменениях в сети или интенсивностей потоков данных.

4. Управление сетью в целом как технико-экономической системой, включая задачи административного управления.

Задачи второй и третьей группы относятся к задачам распределения и управления трафиком и решаются с учетом следующих показателей:

- время доставки T_d сообщения;
- вероятность доставки за заданное время $P(T_d \leq T_{доп})$;
- эффективность использования ресурсов каналов $K_{испj} = \frac{\lambda_{вых}}{C}$, где C – пропускная способность канала;
- обеспечение равенства интенсивности выходного потока $\lambda_{вых}$ и интенсивности потока на входе узла $\lambda_{\Sigma вх}$.

Показатель эффективности представляется в виде функционала

$$\Theta = f[T_d; P(T_d \leq T_{доп}); K_{испj}, \lambda_{вых} = \lambda_{\Sigma вхj}] \quad (4)$$

при ограничении $P_{ош} \leq P_{ошдоп}$, где $P_{ошдоп}$ – допустимая вероятность ошибки при доставке сообщения.

Все задачи перечисленных уровней управления выполняются путем воздействия управляющими сигналами U_1 и U_2 , вырабатываемыми средствами контроля и управления компьютерной сети.

Система управления компьютерной сети (рис. 1) имеет иерархическую структуру, рассредоточенную на определенной территории, и может содержать от двух до четырех уровней (рис. 2).

Количество уровней и конкретное содержание функций центров управления на всех уровнях зависят от многих факторов и должны определяться при разработке системы управления.

Первый уровень – это уровень расположения главного центра управления (ГЦУ) сетью. Главный центр управления взаимодействует с центрами управления низшего уровня.

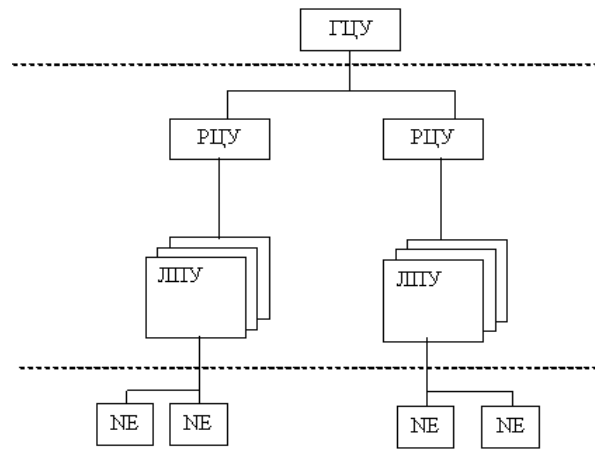


Рис. 2. Структура системы управления

Второй уровень – это уровень расположения региональных центров (РЦУ), которые в границах своей ответственности решают задачи управления сетью. Для оператора регионального уровня РЦУ является главным центром управления в границах его сети. Региональные центры управления взаимодействуют между собой, с центрами управления высшего и низшего уровня.

Третий уровень – уровень локальных пунктов управления (ЛЦУ) – центров управления узлов коммутации, которые в границах своей ответственности решают задачи управления местной сетью. Для оператора местного уровня ЛЦУ есть главный центр управления в границах его сети. Центры управления узлов коммутации взаимодействуют с центрами высшего уровня, осуществляют непосредственное взаимодействие с элементами сетей (NE) и обеспечивают управление этими элементами. Они являются основным источником информации о состоянии объектов и исполнителем команд управления сетью от РЦУ и ГЦУ. Эти пункты управления, как правило, взаимодействуют между собой через РЦУ.

Четвертый уровень – уровень расположения объектов управления – элементов сетей. Для повышения надежности управления сетью должны предусматриваться резервные пункты управления, которые организуются на базе региональных центров управления, или могут иметь автономное расположение.

Такая система управления сетями относится к специального типа системе и предусматривает автономное (децентрализованное) функционирование систем управления отдельными уровнями и видами компьютерных сетей в соответствии с их задачами, и централизованное управление из центров управления высшего уровня сетью в целом.

Основными способами управления являются централизованный, иерархический и децентрализованный. Первый способ предполагает как наличие одного центра управления КС, так и нескольких центров (распределенное централизованное управление). Традиционная иерархическая система

управления, как указано выше, предполагает деление системы на уровни. На каждом уровне осуществляется управление подчиненными объектами. Вышестоящие центры управления управляют нижестоящими. При децентрализованном управлении решение задачи управления и исполнение этого решения осуществляется на узле коммутации.

В зависимости от вида требуемой информации о состоянии сети различают кооперативные и изолированные стратегии. В случае изолированной стратегии все вычисления выполняются каждым узлом независимо на основе имеющейся локальной информации. Распределенная кооперативная стратегия предполагает, что задачи управления решаются рядом узлов на основе информации о состоянии сети, которой они обмениваются. При централизованном способе управления стратегия всегда кооперативная. Изолированная стратегия может быть использована при децентрализованном способе.

Таким образом, система управления сетью представляет собой комплекс технических средств и персонала, который обеспечивает решение задач управления и координацию общих действий различных действий управления.

Основные функции системы, обеспечивающие решение указанных выше задач:

- сбор информации о состоянии сети и ее элементов;
- предоставление каналов и трактов и обеспечение информационного обмена с требуемым качеством;
- обработка информации о состоянии сети и принятие решения по ее управлению;
- приведение решения к исполнению;
- контроль исполнения принятого решения;
- обмен информацией относительно ремонтных или профилактических работ;
- предоставление справочной информации и статистических данных;

– передача служебной информации.

Эти функции выполняются на центрах управления всех уровней в рамках их компетенции. Последовательность этих функций на каждом узле и в процессе взаимодействия между узлами представляет собой технологию управления сетью.

При анализе общей структуры компьютерной сети как объекта управления указаны средства и системы, участвующие в этом процессе, и принципы их взаимодействия. В результате выполнения данного процесса осуществляется распределение ресурсов сети. Выявить эти ресурсы можно на основе математической модели сети как объекта управления.

Заключение

В статье предложена математическая модель компьютерной сети, которая позволяет исследовать различные методы управления КС, а также оценивать их эффективность. Показано, что оптимальное управление компьютерной сетью является задачей нелинейного программирования.

Список литературы

1. Бертсекас Д. Сети передачи данных / Д. Бертсекас, Р. Галлагер. – М.: Мир, 1989. – 544 с.
2. Богуславский Л.В. Управление потоками данных в сетях ЭВМ / Л.В. Богуславский. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 168 с.
3. Захаров Г.П. Методы исследования сетей передачи данных / Г.П. Захаров. – М.: Радио и связь, 1982. – 208 с.
4. Мизин И.А. Сети коммутации пакетов / И.А. Мизин, В.А. Богатырев, А.П. Кулешиов. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
5. Шварц М. Сети ЭВМ: анализ и проектирование / М. Шварц. – М.: Радио и связь, 1981. – 334 с.

Поступила в редколлегию 22.08.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.В. Рубан, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ КОМП'ЮТЕРНОЮ МЕРЕЖЕЮ

Ю.І. Лосєв, К.М. Руккас, С.І. Шматков, Мохамед СаламеАбрахім Арабіат

Розроблена математична модель комп'ютерної мережі як об'єкта управління, яка дозволяє враховувати процеси збору інформації про стан мережі, прийняття рішення та контролю стану мережі та її елементів. Показано, що оптимальне управління комп'ютерною мережею є нелінійною і стохастичною задачею. Запропонована модель має можливість враховувати виділення ресурсів мережі для вирішення задач управління, що дозволяє оцінювати ефективність різних стратегій управління комп'ютерними мережами.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, управління комп'ютерними мережами, математична модель.

CHARACTERISTICS TECHNOLOGY MANAGEMENT COMPUTER NETWORK

U.I. Losev, K.M.Rukkas, S.I. Shmatkov, Mohammad Salameh Ibrahim Arabiat

A mathematical model of computer as the control object, which takes into account the processes of gathering information about the network, processing the information control of the state of the network and its elements. It is shown that the optimal management of a computer network is a non-linear and stochastic problem. Proposition model is able to take into account the allocation of network resources for solving problems of governance that allows to evaluate the effectiveness of different management strategies for computer networks.

Keywords: computer network, computer network control, mathematical model.