

из-за недостаточного количества коммутационного или канального ресурса для вызова K_j категории по исходящей линии связи L_i элемент строки уменьшается умножением на коэффициент (называемый коэффициентом штрафа) $\alpha_j(i) < 1$ и вся строка нормируется.

На втором уровне также осуществляется адаптивная подстройка порогов $m_1(i), m_2(i), \dots, m_Q(i)$ для обеспечения рассчитанных в соответствии с опорным планом вероятностей прохождения вызовов в зависимости от их категорий. Для коррекции порогов предложен метод, основанный на модификации автоматного метода адаптивного управления входными потоками в комбинированной системе обслуживания [4].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лазарев В.Г., Лазарев Ю.В. Динамическое управление потоками информации в сетях связи. М., "Радио и связь", 1983, 216 с.
- [2]. Лазарев В.Г., Лазарев Ю.В., Паршенков Н.Я. Управление телетрафиком на сети связи. // Принципы построения устройств распределения информации. М., Наука, 1978, с. 3-9.
- [3]. Паршенков Н.Я. Вероятностно-игровой метод динамического управления потоками на сети коммутации каналов. // Автоматы и управление. Системы управления сетями. М.: Наука, 1980, с. 3-9.
- [4]. Шерер Р., Паршенков Н.Я. Автоматный подход к разработке методов адаптивного управления входными потоками в комбинированной системе обслуживания. Управление в распределенных системах. М.: Наука, 1992.

ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Н.И. Листопад

Главный информационно-аналитический центр Министерства образования Беларуси

С целью интеграции в рамках единого подхода как задач синтеза телекоммуникационной сети и анализа информационных процессов, так и задач проектирования корпоративных информационно-телекоммуникационных систем (КИТС) в целом в работе реализован комплексный подход к исследованию КИТС, который базируется на системе вложенных друг в друга моделей, структура и взаимодействие которых описываются многоуровневой декомпозиционной схемой. Каждый уровень декомпозиции детализирует информационные процессы, протекающие в КИТС. Такой подход позволяет определить основные требования, выдвигаемые на каждом этапе проектирования, оценить промежуточные результаты с целью возможных корректировок направлений дальнейших исследований.

Разбиение процесса моделирования на уровни позволяет при решении проблем расставить приоритеты, сконцентрировать внимание на более важных задачах для каждого уровня проектирования и, что главное, позволило выстроить иерархию согласованных критериев.

Согласованность частных критериев оптимизации – одна из наиболее трудных задач. Низкая цена и высокое качество – два главных критерия оценки КИТС. Они определяются ка-

чеством используемого технического оборудования и существенно зависят от надлежащего планирования телекоммуникационной сети, что является ключевой проблемой при проектировании любой телекоммуникационной системы.

При построении схемы декомпозиции моделирования КИТС использован известный подход разложения некоторого процесса на составные иерархические уровни [1]. Каждый уровень описывает ту или иную проблему со своим критерием оптимизации, обеспечивающим эффективное функционирование системы в целом. Выделены следующие наиболее важные уровни иерархии: синтез топологии сетей; выбор технологии передачи данных (главная задача выбора технологии – обеспечение необходимых пропускных способностей каналов связи); маршрутизация информационных потоков; обеспечение надежности в возможных аварийных ситуациях; синхронизация информационных потоков в режиме видеоконференций и оптимальный выбор комплекта технических средств; информационные процессы в узлах телекоммуникационной сети.

Возможные схемы декомпозиции корпоративной информационно-телекоммуникационной системы изложены в [2], где описана трехуровневая концепция состава КИТС в виде се-

тей, систем и сервиса, а также шестиуровневая схема корпоративной сети. При создании моделей КИТС уровней иерархии в декомпозиционной схеме может быть несколько больше или меньше – важна их адекватность отдельным моделям и решаемым задачам.

- Традиционно общая задача проектирования телекоммуникационных сетей и систем в целом решается иерархически [3]. Типичная последовательность уровней иерархии следующая:
- прогнозирование передачи требований от узла к узлу;
- выбор топологии сети;
- планирование транспортного уровня, т.е. выбор технологий;
- планирование пропускных способностей отдельных компонент сети;
- маршрутизация информационных потоков;
- анализ надежности и качества сети;
- планирование действий (перемаршрутизация) в случае аварийных ситуаций;
- выбор оборудования для узлов сети;
- анализ работы отдельных узлов.

Таким образом, первый уровень декомпозиционной схемы может быть представлен как **синтез топологии** телекоммуникационной сети. Важнейшим с точки зрения экономии средств на реализацию проекта строительства корпоративной информационно-телекоммуникационной системы является задача выбора топологии сети [3].

Топология корпоративной сети может быть различной: от самой дешевой древовидной до более дорогостоящей звездообразной. Выбор той или иной топологии определяется поставленными целями и задачами, а также существующими экономическими возможностями. В любом случае сеть должна обеспечить передачу прогнозируемого трафика при высоком соотношении надежность/стоимость.

Вторым уровнем декомпозиционной схемы является **выбор технологий** передачи данных. Основным критерием в пользу той или иной технологии является обеспечение необходимых пропускных способностей каналов связи.

В одной и той же КИТС может быть несколько технологий передачи данных: X.25, Ethernet, Frame Relay, FDDI, SMDS, B-ISDN, IP, Dv-технология, ATM и другие [4].

Третий уровень декомпозиции – **маршрутизация информационных потоков**. В литературе описаны различные типы математических моделей выбора топологии и технологий теле-

коммуникационной сети, позволяющих по заданным прогнозным потокам (требованиям) между узлами сети находить различные характеристики сети. Однако, для реального расчета необходимо определить, достаточны ли анализируемые пропускные способности для маршрутизации требуемого трафика.

Исходная базовая модель, наиболее часто используемая для анализа – это мультипоток в сетях [5]. Для нее, как известно [5], возможны две разновидности: в форме «потоки-дуги» и «потоки-пути».

Четвертым уровнем декомпозиционной схемы является **обеспечение надежности в возможных аварийных ситуациях**.

Одно из требований к корпоративной информационно-телекоммуникационной системе – это надежность передачи информации в сетях телекоммуникаций. Учитывая низкое качество и ненадежность линий связи (этот вопрос особенно актуален для Республики Беларусь), проектирование сетей нельзя осуществлять без учета возможных аварий телекоммуникаций. При этом ставится задача разработки адекватных моделей надежных сетей, учитывающих различные стратегии обеспечения надежности: разнообразия, резервирования, перемаршрутизации, коротких путей.

Пятый уровень декомпозиционной схемы – **синхронизация информационных потоков в режиме видеоконференций**. Спектр услуг, предоставляемых в рамках некоторой КИТС, постоянно расширяется. Такие услуги, как телеконференция становятся все более востребованными и получают все большее распространение.

Развитие средств информационных и телекоммуникационных технологий обуславливает формирование новой модели распределенного мероприятия, которая отличается от традиционной тем, что обеспечивает эффективную интеграцию (на техническом и организационном уровнях) аудио- и видеоматериалов, поступающих от множества источников в режиме реального времени, в единую и однородную программу, доступную широкому кругу пользователей. И одна из проблем, возникающая при проведении видеоконференций на базе систем мультимедиа, – это способ синхронизации потоков данных.

К пятому уровню декомпозиционной схемы следует также отнести и **оптимальный выбор комплекта технических средств** по заданным характеристикам глобальной сети. Выбор из альтернативных и взаимозаменяемых предложений оборудования оптимального его ком-

плекта является одной из важных проблем при проектировании и строительстве КИТС. Задачи выбора оборудования также базируются на ранее разработанных и вложенных друг в друга моделях синтеза топологии и выборе технологии, маршрутизации информационных потоков и моделях обеспечения надежности, однако не находится в подчиненной иерархии с проблемами синхронизации информационных потоков в режиме видеоконференций.

Сравнительный анализ компьютерного оборудования – часто обсуждаемая тема не только в популярно-рекламных и рейтингово-технических изданиях, но и в солидных научных журналах. Проблемы сравнения и рейтинга сложных технических систем – предмет исследования различных научных центров стандартизации и сертификации. Это также одна из важных военно-технических проблем.

Шестым уровнем иерархии в декомпозиционной схеме являются модели информационных процессов в узлах КИТС. При разработке моделей были рассмотрены вопросы влияния информационных процессов на глобальные характеристики сети. Под глобальными характеристиками понимаются, прежде всего, надежность сети телекоммуникаций, качество обслуживания пользователей, а также такие параметры, как резервирование, разнообразие, перемаршрутизация, которые определяют долю трафика, проходящего по тем или иным путям в безаварийных и аварийных ситуациях и, как правило, заложены в самих моделях маршрутизации.

Один из возможных подходов к решению задачи анализа влияния информационных процессов на характеристики сети состоит в анализе вероятности потерь произвольного запроса в телекоммуникационном узле. При этом целесообразно рассмотреть случай пуассоновских информационных потоков как наиболее адекватный статистическим данным, полученным из практики работы реальных КИТС.

Проектируемая система должна работать надежно и предоставлять гарантированные услуги. Тенденции развития информационно-телекоммуникационных системы таковы, что пользователь требует от провайдеров все новых видов услуг с гарантированным уровнем качества. Например, если речь идет просто о доступе в сеть Internet, то требуется не столько высокая скорость (хотя скорость передачи данных не может быть ниже какого-то предела), сколько гарантированный сервис. Это необходимо учитывать при выборе той или иной технологии и соответствующего оборудования.

Описанная схема декомпозиции процесса моделирования корпоративных информационно-телекоммуникационных систем представлена на Рис.1.

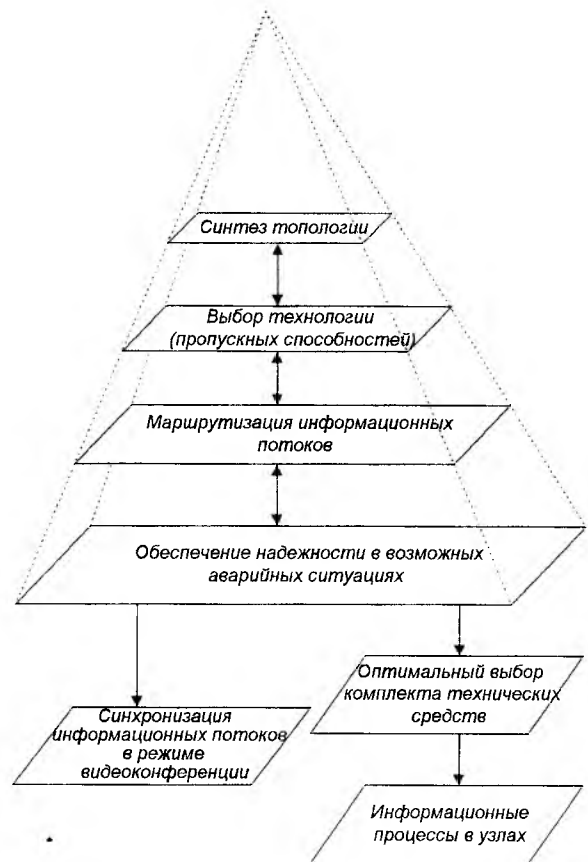


Рисунок 1. Схема декомпозиции процесса моделирования корпоративных информационно-телекоммуникационных систем

Схема учитывает надежность функционирования сетей телекоммуникаций, маршрутизацию информационных потоков, качество предоставляемых услуг, особенности проведения видеоконференций, методику оптимального выбора комплекта оборудования узла КИТС в зависимости от требований и характеристик глобальной сети, особенности информационных процессов, протекающих в телекоммуникационных узлах.

Следует отметить, что декомпозиционная схема может дополняться и расширяться. Выделенная шестиуровневая иерархия иллюстрирует подход автора к проектированию КИТС, практическую важность тех или иных вопросов моделирования и оптимизации данных систем. В зависимости от поставленных целей и решаемых задач схема может быть дополнена новыми уровнями, акцентирующими важность

и значимость проблемы, выделяемой в декомпозиции в соответствующую иерархию.

Оригинальность предложенной схемы декомпозиции состоит в том, что четыре первых проектных уровня (синтез топологии сетей; выбор технологии передачи данных; маршрутизация информационных потоков; обеспечение надежности в возможных аварийных ситуациях) выделены с целью адекватного описания информационных процессов с помощью простых моделей. Однако для поиска оптимальных решений четыре построенных и исследованных класса моделей интегрируются в специальную задачу частично-целочисленного линейного программирования. Последняя в свою очередь уже с использованием других приемов разбивается на отдельные задачи о мультипотоках с координирующей NP-трудной задачей перебора альтернативных технологий.

В результате такого подхода за приемлемое время автором были получены решения, удовлетворительные для практики и близкие к оптимальным (эпсилон-оптимальные).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Танаев В.С. Декомпозиция и агрегирование в задачах математического программирования. – Мн.: Наука, 1987. – 183 с.
- [2]. Катышев С. Об одной концепции управления распределенными ресурсами. // Открытые системы. – М., 1998. – №3. – С.21-27.
- [3]. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Новые технологии и оборудование IP-сетей. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2000. – 512с.
- [4]. Щербо В.К. Стандарты вычислительных сетей. Взаимосвязи сетей. Справочник. – М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2000. – 272с.
- [5]. Ху Т. Целочисленное программирование и потоки в сетях. – М.: Мир, 1974. – 519с.

АЛГОРИТМ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ ДВОИЧНОЙ КОММУТАЦИОННОЙ МАТРИЦЫ

Т. М. Татарникова

Кафедра информационных управляющих систем, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 12-я линия В.О., д. 51, Санкт-Петербург, РОССИЯ, тел. (812) 323-34-09

АННОТАЦИЯ

С увеличением числа коммутационных элементов (КЭ) в двоичной матрице типа Баньян становится затруднительно описывать связи между элементами в табличном виде.

В статье предлагается алгоритм, согласно которому выстраиваются связи между входами/выходами КЭ коммутационной системы матричного типа.

1. ВВЕДЕНИЕ

В сетях АТМ широко используются двоичные коммутационные системы матричного типа Баньян (КС-Б) [1]. Такая КС-Б представляет собой регулярную решетку, составленную из однотипных двоичных коммутационных элементов (КЭ). Каждый КЭ имеет два входа и два выхода, и может находиться в одном из двух состояний: 1) передача пакета с верхнего (нижнего) входа КЭ на верхний (нижний) выход КЭ (а) – “транзит”; 2) передача пакета с верхнего (нижнего) входа КЭ на нижний (верхний) выход КЭ (б) – “кросс” 2].

Число каскадов (столбцов матрицы – решетки) в КС-Б зависит от числа входов в нее. При

числе входов N необходимо иметь число каскадов $n = \log N$. Соответственно, КС-Б содержит $(N/2) \times \log N$ КЭ. Каждый КЭ имеет два входа и два выхода. Таким образом, матрица КС-Б имеет размерность $(N/2) \times \log N \times n$.

2. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ КЭ ДЛЯ $N=16$

Для $N=16$ матрица содержит 128 позиций. Задавать описание матрицы такой размерности в табличном виде нерационально. Тем более, что КС-Б рассчитываются на десятки и сотни входов [1]. Однако, учитывая регулярность решетки, построение связей между входами/выходами КЭ матрицы можно описать алгоритмически.

Будем использовать обозначения для входов/выходов КЭ согласно Рис. 1. Нумерацию строк будем вести сверху вниз, $i=1, \dots, N/2$; каскады (столбцы) будем нумеровать справа налево, $j=1, \dots, n$, т.е. оконечные выходные КЭ располагаются в 1-м каскаде, а оконечные входные КЭ располагаются в n -м каскаде.