

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
А В Т О М Е Т Р И Я

№ 2

1994

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ
ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

УДК 681.324

В. М. Гольдфельд, А. Я. Иванченко, Д. Л. Литавр, А. В. Мельников,
П. М. Песляк, Н. Г. Щербакова, К. Э. Юрин
(Новосибирск)

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
СЕТЬЮ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Рассматриваются подходы, которые были использованы при создании системы управления сетью общего назначения, функционирующей по протоколу X.25. Анализируются основные принципы построения существующих моделей управления сетями. Описывается реализация действующей системы управления сетью, построенной на базе локальной вычислительной сети с применением модульного подхода, обеспечивающего расширяемость и мобильность системы.

Введение. В настоящее время проблеме управления сетями передачи данных (СПД) в мире уделяется большое внимание. Это обусловлено появлением развитых коммуникационных систем и потребностью автоматизированного управления ими. СПД непременно характеризуется наличием организации, занимающейся администрированием сети, которая отвечает за предоставление услуг абонентам сети и обеспечение функционирования сети в целом. В России сейчас происходит интенсивное развитие сетей передачи данных, поэтому ведение самостоятельных разработок в области создания систем управления представляет значительную важность.

В задачу разработчиков входило построение автоматизированной системы, которая осуществляла бы комплексное интегрированное управление сетью согласно рекомендациям МККТТ X.25. Под термином «интегрированное» здесь подразумевается предоставление единых средств управления разнородным сетевым оборудованием, не поддерживающим общего протокола управления.

Общие подходы. Авторы изучили опыт по созданию развитых систем управления СПД и опирались на него при проектировании собственной системы. Ниже приводится краткий обзор существующих подходов к проблеме управления СПД.

Решение проблемы по созданию систем управления СПД шло от частного к общему. Первоначально, при отсутствии общей методологии, создавались разрозненные, несовместимые системы управления сетями, разрабатываемые непосредственно поставщиками сетевого оборудования с учетом нужд сети, построенной на базе этого оборудования [1, 2]. К достоинствам таких систем следует отнести их детальность, возможность диагностирования всех элементов устройств, вплоть до функциональных узлов плат, и относительную простоту.

Недостатки такого подхода остро ощущаются при отсутствии возможности формировать парк сетевого оборудования за счет одного производителя. Это достаточно распространенная ситуация, поскольку масштабы глобальных сетей передачи данных велики, формирование сетей занимает длительные

периоды, кроме того, они имеют тенденцию к расширению в процессе эксплуатации.

Направленность систем управления на работу исключительно с оборудованием одного производителя влечет за собой необходимость использования нескольких систем параллельно для управления оборудованием каждого типа, что требует дополнительных затрат. Усложняется процесс контроля работоспособности сети, поскольку отсутствует возможность получения полной картины функционального состояния сети. Становится очевидной необходимость в выработке общих подходов к проблемам управления СПД, которыми можно было бы руководствоваться при создании пакетов управления для сетей, построенных с использованием оборудования разных производителей.

Выработка рекомендаций по организации управления СПД проводилась по линии как международных институтов по стандартизации, таких как ECMA, ISO/IEC, так и крупных сетевых сообществ, таких как Internet или Decnet. Модель управления OSI (ВОС — взаимодействие открытых систем), предлагаемая ISO/IEC, является на сегодняшний день наиболее основательной и весомой, в ней делается попытка аккумулировать и обобщить накопленный опыт управления СПД [3—6].

В настоящее время в модели ВОС регламентированы следующие области управления: обработка неисправностей, управление конфигурацией, учет использования ресурсов, контроль производительности, обеспечение секретности.

Каждая область детально определяется в соответствующем наборе документов. При этом каждый сетевой ресурс рассматривается как управляемый объект со специфическими характеристиками. Однако модель управления ВОС слишком сложна для практической реализации при наличии оборудования разных производителей.

В рамках сообщества Internet — одного из крупнейших сетевых сообществ — разработана более простая модель управления сетью, ставшая стандартом де-факто. Основные результаты деятельности групп сообщества, занимающихся проблемой управления СПД, представлены в документах [7—15]. В частности, ими разработан протокол управления сетевыми объектами — Simple Network Management Protocol (SNMP), регламентирующий вопросы управления объектами сети в реальном времени, в том числе: контроль динамических параметров объекта, получение статических параметров, сбор информации о функционировании объекта, отслеживание сигналов тревоги и основных событий, происходящих с объектом.

В SNMP зафиксированы основные типы событий, о которых объект информирует систему управления, предложен механизм контроля доступа управляющей единицы к объектам сети. К настоящему времени выпускаются оборудование и системы управления [16—22], поддерживающие этот протокол. Однако SNMP не решает всех вопросов управления, кроме того, присутствие в сети оборудования разного уровня сложности требует наличия широкого спектра протоколов управления, адекватных разному уровню интеллекта управляемого объекта.

Система управления сетью. При разработке представленной здесь системы учитывались подходы, выдвигавшиеся сообществом Internet, которые можно резюмировать в следующих положениях: а) быстрое получение работающей системы управления; б) учет перспективы перехода в будущем на модель управления согласно ВОС; в) возможность проведения экспериментов, исследований и расширения системы.

Были учтены также особенности глобальных сетей передачи данных и их подмножества — сетей пакетной коммутации, функционирующих согласно рекомендациям МККТТ X.25, которые налагают специальные требования на систему управления.

1. Ресурсы сети территориально рассредоточены, поэтому система управления сетью должна хранить большие объемы информации о размещении оборудования и конфигурации сети.

2. Оборудование разнообразно по своему составу, имеет индивидуальные способы диагностирования и настройки и в основном не поддерживает стандартных протоколов управления сетью. Это влечет за собой специальные требования к универсальности системы и предполагает разработку единых алгоритмов работы со всеми типами устройств.

3. Слабая адаптивность сети, обусловленная тем, что центры коммутации используют в основном статические таблицы маршрутизации. Это требует создания механизма наискорейшего выявления неполадок в работе наиболее ответственных элементов сети, обеспечения возможности динамического переконфигурирования таблиц маршрутизации.

4. Наконец, невысокая скорость передачи данных в глобальных сетях, обусловленная несовершенством используемого на данный момент коммуникационного оборудования, и загруженность сети затрудняют создание полной картины функционального состояния сети в реальном времени. Поэтому при проведении тестирования объектов сети желателен тщательный анализ топологии сети, использование тонких алгоритмов, минимизирующих временные затраты на получение полной информации о ее работоспособности.

С учетом вышеизложенных положений разработан макет системы управления сетью. Основными принципами при построении системы являются модульность, обеспечивающая расширяемость системы, выбор индивидуальных программных средств для реализации каждой из ее подсистем, обеспечение максимальной независимости подсистем друг от друга.

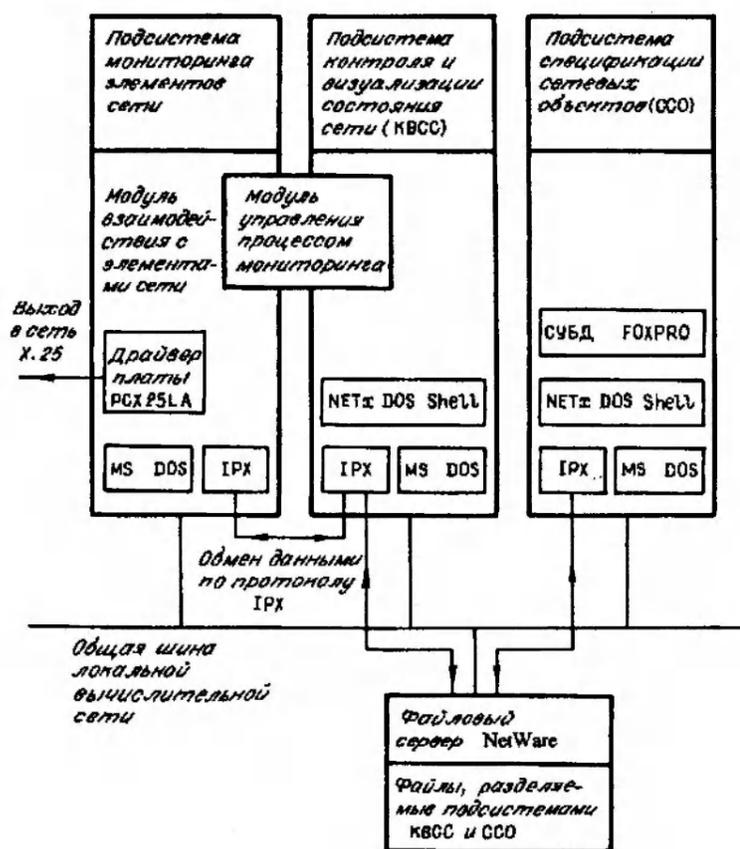
На этапе проектирования системы знания о СПД были систематизированы в виде информационной модели сети, явившейся основой для реализации, выработана концепция визуализации сетевой обстановки, определен набор функций управления, разработан протокол взаимодействия модулей системы с учетом возможностей локальной сети.

Система управления ориентирована на исполнение в среде локальной вычислительной сети (ЛВС) и позволяет проводить распределенное управление, мониторинг, хранение, обработку и отображение информации. Использование технологий ЛВС упрощает решение многих проблем, связанных с дублированием, надежностью, развитием, оптимизацией использования вычислительных мощностей и емкостей дисковых накопителей.

Система обеспечивает администраторов сети средствами сбора информации о сети и ее компонентах, средствами диагностики и обнаружения неисправностей, возникающих при функционировании сети, средствами управления конфигурацией и генерации различной отчетной документации по работе сети. Статус, параметры и статистика сетевых элементов собираются автоматически. Детальное графическое представление конфигурации сети, в котором узлы и связи кодируются цветом, формой и размером, значительно облегчает работу оператора.

Система состоит из трех взаимодействующих подсистем: спецификации сетевых объектов (ССО), контроля и визуализации состояния сети (КВСС), мониторинга элементов сети (МЭС).

Данная система устанавливается на персональные компьютеры типа IBM PC XT/AT, объединенные в локальную сеть Novell NetWare, и функционирует в среде операционной системы MS DOS. Связующим элементом с сетью X.25 является плата линейного адаптера сети X.25 PC-X25LA, разработанного в Институте автоматики и электрометрии СО РАН. Все подсистемы реализованы в виде отдельных задач, предназначенных для исполнения под управлением операционной системы MS DOS и взаимодействующих с помощью средств сетевой операционной среды NetWare. При программировании системы применялись стандартные программные средства и инструментарий, поэтому требования, предъявляемые к ее аппаратному обеспечению, минимальны. Использование средств сетевой среды NetWare при построении системы позволяет обеспечить необходимую устойчивость системы к сбоям, возможность дублирования ее подсистем, переносимость ее программного обеспечения.



Общая структура аппаратного и программного обеспечения системы представлена на рисунке.

Подсистема ССО обеспечивает ведение объектно-ориентированной базы данных, являющейся центральным хранилищем сетевой информации. Она предоставляет администратору сети удобный способ добавлять и конфигурировать сетевые объекты, задавать описание топологии сети и осуществлять поддержку сети в целом. Подсистема реализована как отдельная программа, исполнение которой поддерживается СУБД FOXPRO. Информация, хранящаяся в базе данных подсистемы ССО, является, по сути дела, информационной моделью сети передачи данных и служит основой для функционирования остальных подсистем.

Подсистема КВСС предоставляет масштабируемое графическое изображение сети, отображающее состояние сетевых объектов и коммуникационных линий, что облегчает администратору слежение за функционированием сети. Она также предоставляет средства для управления мониторингом сети и оперативного тестирования объектов, обеспечивает доступ к накопленной статистической информации.

Подсистема МЭС обеспечивает постоянное диагностирование состояния сетевого оборудования с целью обнаружения неисправностей и получения статистических данных о сети. Подсистема состоит из двух основных модулей: управления процессом мониторинга сети и взаимодействия с сетевыми объектами.

Модуль управления процессом мониторинга обеспечивает взаимодействие с подсистемой контроля и визуализации состояния сети [8]. В его функции входит формирование запросов на основе команд и данных, предоставляемых подсистемой контроля и визуализации, анализ полученной от объекта информации и ее передача подсистеме визуализации для отображения. Запросы на

тестирование объектов сети формируются с учетом ее топологии и текущего состояния. Предусмотрена возможность инициации тестирования объекта и сбора дополнительной информации по запросу оператора.

В функции модуля управления процессом мониторинга сети входит сбор динамической информации о сети, анализ этой информации, передача ее подсистеме визуализации для отображения. В дальнейшем будет также осуществляться сбор информации о всех сетевых событиях, накопление статистики с последующей распределенной обработкой результатов.

Модуль взаимодействия с элементами сети обеспечивает доступ к объектам исследуемой сети. Он предоставляет средства для контроля состояния элемента, управления конфигурацией и сбора статистических данных. Модуль может взаимодействовать с устройствами различных производителей, не поддерживающими специализированные протоколы управления сетью. В основу подхода положен принцип моделирования действий оператора, которые он предпринимает при доступе к сетевому оборудованию. Использование объектно-ориентированного подхода при разработке модуля позволило создать единый универсальный механизм тестирования объектов сетевого оборудования различных моделей. Процедуры тестирования элементов сети вынесены в отдельные, динамически загружаемые двоичные модули, чем достигнута гибкость и расширяемость всей системы управления.

Подробно подсистемы интегрированной системы управления сетью передачи данных описываются в [23—25].

Система открыта для дальнейшего совершенствования. Развитие может идти в сторону разработки удобного интерфейса с оператором центра управления на основе современных средств поддержки с предоставлением ему новых возможностей управления, относящихся к таким аспектам функционирования сети, как сигнализация при фатальных сбоях, анализ сетевого трафика, выбор альтернативной маршрутизации, установка тарифов за использование ресурсов сети, учет абонентов сети.

Рассмотрению подлежат и аспекты менеджмента, связанные с управлением передачей данных, такие как автоматическая защита сетевых ресурсов и обеспечение различных уровней секретности. Развитие может идти также в сторону разработки интеллектуальных приложений, относящихся к управлению сетевыми сервисами, такими, например, как сетевые базы данных.

Заключение. Работа над системой управления сетью носила исследовательский характер. В ходе ее выполнения была построена информационная модель сети, опробованы алгоритмы управления сетевыми объектами, предложены способы сбора и обработки информации о состоянии сети. Созданная базовая версия системы управления опробована на сибирском фрагменте сети ИАСНЕТ, состоящем из оборудования иностранных фирм и оборудования, разработанного в ИАиЭ СО РАН. Необходимо отметить, что сама система, помимо выполнения своих основных функций, может использоваться для проведения исследований в области анализа функционирования сети с применением средств математического моделирования и технологий экспертных систем с целью повышения эффективности работы сети.

Авторы статьи выражают благодарность С. В. Бредихину за участие в обсуждении подходов к созданию системы управления сетью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. DPN Data Network System // Reference Handbook: Northern Telecom Lim., 1986.
2. NetView/PC Primer // Document Number GG24-3115: IBM, 1987.
3. Information Processing Systems — Open Systems Interconnection. Basic Reference Model.— P. 4: Management Framework // International Standard 7498-4: International Organization for Standardization, 1989.
4. Information Processing Systems — Open Systems Interconnection. Common Management Information Definition // International Standard 9595: International Organization for Standardization, 1989.
5. Information Processing Systems — Open Systems Interconnection. Common Management Information Protocol Specification // Ibid.

6. Information Processing Systems — Open Systems Interconnection. Transport Service Definition // International Standard 8072: International Organization for Standardization, 1986.
7. Cerf V. IAB recommendations for the development of internet network management standards // RFC 1052: IAB, 1988.
8. Rose M., McCloghrie K. Structure and identification of management information for TCP/IP-based internets // RFC 1155: Performance Systems International and Hughes LAN Systems, 1990.
9. McCloghrie K., Rose M. Management information base for network management of TCP/IP-based internets // RFC 1156: Hughes LAN Systems and Performance Systems International, 1990.
10. Case J., Fedor M., Schoffstall M., Davin J. The Simple Network Management Protocol // RFC 1157: University of Tennessee at Knoxville, Performance Systems International, and the MIT Laboratory for Computer Science, 1990.
11. Cerf V. Report of the second ad hoc network management review group // RFC 1109: IAB, 1989.
12. Information Processing Systems — Open Systems Interconnection. Specification of Abstract Syntax Notation One (ASN.1) // International Standard 8824: International Organization for Standardization, 1987.
13. Davin J., Case J., Fedor M., Schoffstall M. A simple gateway monitoring protocol // RFC 1028: Proteon, University of Tennessee at Knoxville, Cornell University, and Rensselaer Polytechnic Institute, 1987.
14. Rose M. Management Information Base for network management of TCP/IP-based internets: MIB-II // RFC 1158: Performance Systems International, 1990.
15. Rose M. SNMP over OSI // RFC 1161: Performance Systems International, 1990.
16. Klemba K. S. et al. HP OpenView network management architecture // Hewlett-Packard J.—1990.—41, N 2.—P. 54.
17. Smith C. J. et al. HP OpenView Windows: a user interface for network management solutions // Ibid.—P. 60.
18. Fraley A. S., Perez T. I. HP OpenView bridgemanager: Network management for HP LAN Bridges // Ibid.—P. 66.
19. Hurst M. S. HP OpenView data line monitor // Ibid.—P. 71.
20. Amar S. Y., Prieur M. A. Network management for the HP 3000 datacom and terminal controller // Ibid.—P. 76.
21. Atul A. R., Cole L. M. Developing a distributed network management application using HP OpenView Windows // Ibid.—P. 85.
22. Banker K. K., Ellis M. A. The upper layers of the HP OSI express card // Hewlett Packard J.—1991.—41, N 1.—P. 28.
23. Песляк П. М., Щербаква Н. Г. Информационная модель сети передачи данных и ее реализация // Автоматрия.—1994.—№ 2.
24. Юрин К. Э. Интерактивная графическая подсистема контроля и визуализации состояния сети передачи данных // Там же.
25. Гольдфельд В. М., Литавр Д. Л., Мельников А. В. Подсистема мониторинга элементов сети // Там же.

Поступила в редакцию 5 мая 1993 г.