

Жуков И.А., д-р техн. наук,
Савченко А.С., канд. техн. наук,
Кудзиновская И.П.

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫМИ КОМПЬЮТЕРНЫМИ СЕТЯМИ

Национальный авиационный университет

Рассмотрены принципы и методы управления сетями регионального масштаба или масштаба крупной корпорации с отделениями в нескольких регионах страны. Обоснована модель иерархической структуры с децентрализованным управлением автономными сегментами сети. Рассмотрены методы транспорта управляющей и сигнальной информации с использованием протоколов прикладного уровня. Даны рекомендации по применению различных протоколов управления сетями в зависимости от назначения, типа, топологии и параметров автономного сегмента

Введение

Одним из фундаментальных требований к системе управления (СУ) сетью любого масштаба является простота внедрения, эксплуатации и модернизации.

Простота внедрения достигается при условии организации СУ с минимальным вмешательством в существующую инфраструктуру сети и ее системы управления. Следовательно, СУ должна разрабатываться на базе существующих и апробированных технологий и протоколов управления сетями. Конечно, при попытке всеобъемлющего охвата существующих технологий управления можно впасть в другую крайность – «обслужить все» с нулевым качеством [1]. Очевидный выход из такой ситуации – модульная структура и децентрализованная (иерархическая) организация СУ. Каждый модуль должен решать свои задачи для конкретной технологии и соответствующего протокола управления, иметь возможность адаптироваться при встраивании в систему. Должна обеспечиваться взаимозаменяемость с другими модулями.

Простота эксплуатации может быть обеспечена благодаря максимальной степени автоматизации процессов управления, наличию дружественного интерфейса «человек – машина», толерантности системы к ошибкам, которые может допускать администратор сети.

Задачи модернизации СУ возникают как в процессе реконфигурации и измене-

ния масштаба сети, так и в процессе адаптации к вновь внедряемым технологиям и протоколам управления. Простота модернизации, по существу, вытекает из простоты внедрения и модульной структуры СУ. Взаимная независимость, простота управления – необходимые условия простоты модернизации СУ.

В работах [2–4] приведены общие соображения о структуре, параметрах и задачах управления современными компьютерными сетями с разнородным трафиком и гетерогенной структурой. В этих работах отсутствуют математические модели процессов управления и асимптотические оценки качества управления, обеспечения устойчивости СУ при задержках управляющей и сигнальной информации, что является серьезной проблемой управления в сетях [5]. В работах [6–8] рассмотрены данные вопросы и получены теоретические результаты, однако без привязки к конкретным протоколам управления компьютерными и цифровыми телекоммуникационными сетями. В данной статье сделана попытка восполнить этот пробел.

Постановка задачи

Рассмотрим общую задачу управления компьютерной сетью, состоящей из нескольких автономных сегментов. Общая структурная схема системы управления, взятая из работы [2] с незначительными модификациями, приведена на рис. 1.

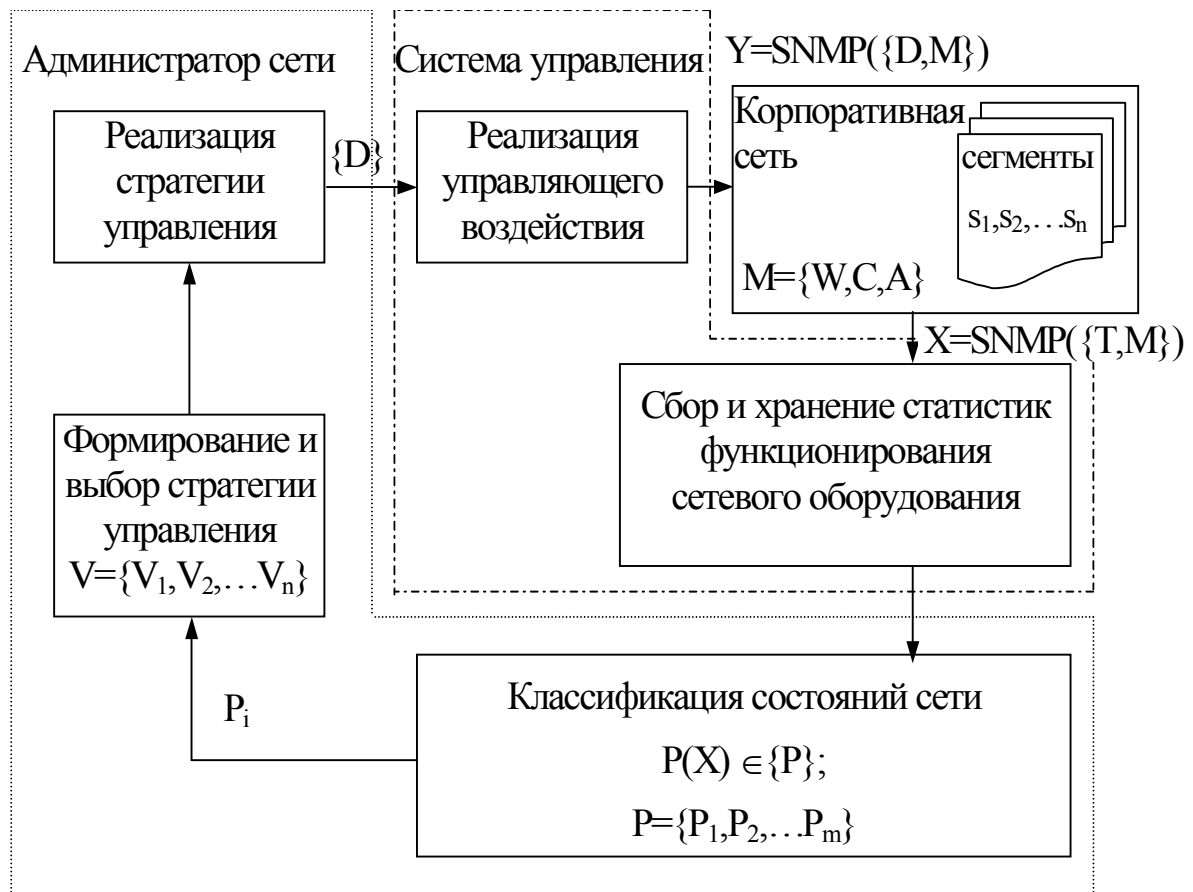


Рис. 1. Структурная схема системы управления корпоративной сетью. *SNMP* – протокол управления сетью; s_1, s_2, \dots, s_n – сегменты сети; M – множество объектов управления; W – множество рабочих станций; C – множество серверов; A – множество активных телекоммуникационных устройств; X – функционал текущего состояния сети; T – время; P – множество возможных состояний сети; V – множество стратегий управления сетью; D – множество параметров режима функционирования сети; Y – функционал управляющего воздействия.

Исходя из представленной схемы, перечислим основные задачи системы управления:

- идентификация состояний сетевого оборудования;
- выработка управляющих воздействий;
- реализация управляющих воздействий на объект управления.

Сложность решения поставленных задач заключается в наличии случайных задержек управляющей и сигнальной информации, неполноте априорной информации о параметрах и состоянии сетевого оборудования. В работе [6] разработана структура СУ с прогнозом состояния сети на основе эталонной модели каждого сегмента (рис. 2). Ядром парциальной СУ i -м автономным сегментом (АС) является i -я эталонная мо-

дель M_i , разделенная на два подуровня. Первый уровень отвечает за состояние каждого элемента АС в отдельности и привязан к конкретному оборудованию (маршрутизаторам, мостам, коммутаторам и пр.). Второй (сетнезависимый) уровень отвечает за общее состояние АС. Такой подход позволяет отделить задачу управления надежностью оборудования от задачи анализа и управления топологией компьютерной сети.

В СУ осуществляется поиск объектов в сети и сбор статистик для обучения эталонной модели. Далее выполняется мониторинг всех объектов и формируется прогноз работоспособности сети. Прогноз формируется на основе вектора выходных сигналов второго уровня эталонной модели.

Для конкретизации параметров необходимо привязать абстрактные множества векторов состояния и управ-

ления к реальным протоколам управления компьютерными сетями. Эта задача рассматривается в следующем разделе.

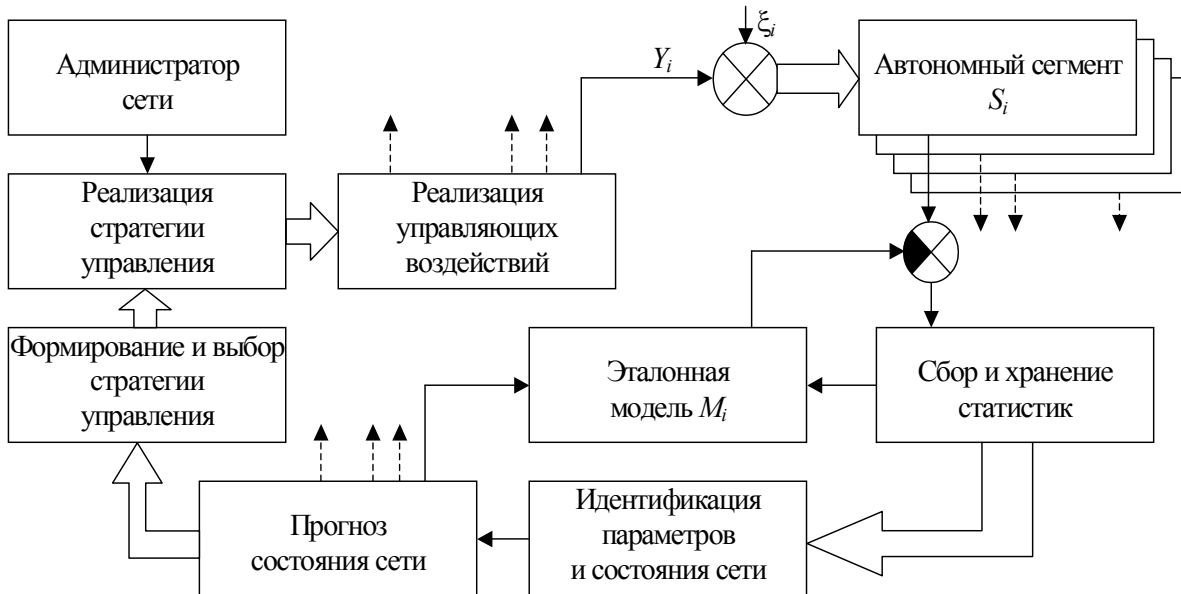


Рис. 2. Абстрактная структура системы управления вычислительной сетью с эталонной моделью. $S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_n$ – сегменты сети; Y_i – вектор состояния; ξ_i – вектор возмущений

Технологии и протоколы управления сетями

Цель функционирования СУ – максимально повысить эффективность управления путем повышения эффективности обмена данными между сторонами. Однако результат приложенных усилий напрямую зависит от характеристик протокола управления сетью.

В настоящее время наиболее распространенным является протокол *SNMP* (*Simple Network Management Protocol* – простой протокол управления сетями), в котором реализована концепция «менеджер – агент». *SNMP* – протокол прикладного уровня, простота которого определяется простотой базы данных управляющей информации (*MIB* – *Management Information Base*) и минимальными требованиями к стандартизации СУ, построенных на основе этого протокола. Стандартизируются следующие элементы:

- протокол взаимодействия агента и менеджера;
- язык описания моделей *MIB* и сообщений *SNMP* – язык абстрактной син-

таксической нотации *ASN.1* (стандарт *ISO 8824:1987*, рекомендации *ITU-T X.208*);

– несколько конкретных моделей *MIB*, имена объектов которых регистрируются в дереве стандартов *ISO*.

Все остальное отдается «на откуп» разработчику системы управления [9].

Протокол *SNMP* служит примером СУ, где для достижения нужного результата выдается не команда, а осуществляется обмен информацией. Решение принимается СУ в соответствии с полученными данными. Обычно управляющая прикладная программа воздействует на сеть по цепочке *SNMP-UDP-IP-Ethernet*. Наиболее важным объектом управления обычно является внешний порт сети (*gateway*) или маршрутизатор сети. Протокол *SNMP* позволяет управляющим станциям собирать информацию о положении в сети. Но это не значит, что никакой другой протокол не может переносить пакеты *SNMP*. Таковым может быть *IPX* протокол (например, в сетях *NetWare*), также в виде транспорта могут выступать кадры *Ethernet*, ячейки *ATM*. Отличительной особенностью рассматриваемой системы является ее ориентация на реализацию к реальным протоколам управления компьютерными сетями.

ваемого протокола есть то, что передача данных осуществляется без установки соединения.

В протоколе определяется формат данных, а их обработка и интерпретация остаются на усмотрение управляющих станций или менеджера сети. *SNMP*-сообщения не имеют фиксированного формата и фиксированных полей.

Управляемый объект – это ресурс, используемый в целях управления. Класс управляемых объектов – это набор свойств, которые могут быть обязательными или условными. С помощью описания одного класса управляемых объектов, например, коммутаторов, можно создать другой класс управляемых объектов, в частности, маршрутизаторов, унаследовав все свойства класса коммутаторов, но добавив новые атрибуты.

Крупная СУ обычно состоит из большого количества агентов и менеджеров. Для организации автоматического взаимодействия между менеджерами и агентами необходимо задавать характеристики агентов и менеджеров. Такие данные называются в модели *OSI* разделяемыми управляющими знаниями между менеджером и агентом. (В системах *SNMP* организация этих данных не стандартизована, и в каждой конкретной СУ эти данные хранятся в индивидуальной форме).

Помимо протокола *SNMP*, весьма перспективным для организации управления крупными корпоративными сетями является протокол *CMIP*, который также построен по технологии «менеджер – агент». Агенты *CMIP* выполняют, как правило, более сложные функции, чем агенты *SNMP*. Вследствие этого число обменов информацией между менеджером и агентом значительно сокращается. Кроме того, протокол *CMIP* существенно лучше масштабируется, так как может воздействовать сразу на несколько объектов, а ответы от агентов проходят через фильтры, которые ограничивают передачу управляющей информации только определенным агентам и менеджерам.

Общим положительным свойством рассмотренных протоколов является то, что они имеют гибкий формат кадра с неопределенным количеством полей, имеющих переменную длину, собственные локальные и сетевые адреса, могут обеспечивать передачу символьной информации. Следовательно, передача сигнальной и управляющей информации, т.е. векторов состояния и управления, результатов прогнозирования состояния сети и пр. может осуществляться кадрами *SNMP* или *CMIP* (теоретически – при любой размерности этих векторов).

Таким образом, для обмена информацией при решении задач управления, в зависимости от масштаба сети, числа сетевых узлов и различий в их характеристиках можно применять протоколы *SNMP* или *CMIP*.

Выводы

1. Для решения задач управления сетями можно использовать два популярных семейства стандартов СУ: стандарты *Internet*, описывающие СУ на основе протокола *SNMP*, и международные стандарты управления открытых систем (*OSI*), опирающиеся на протокол управления *CMIP*. В стандартах *Internet* специфицируется меньше аспектов и элементов системы управления, чем в стандартах *ISO/ITU-T*.

2. Системы управления *SNMP* основаны на следующих концепциях, ориентированных на минимальную загрузку управляемых устройств:

- агент выполняет самые простые функции и работает в основном по инициативе менеджера;

- СУ состоит из одного менеджера, который периодически опрашивает всех агентов;

- протокол взаимодействия между агентом и менеджером *SNMP* опирается на простой, но ненадежный транспортный протокол *UDP* (для разгрузки управляемого устройства) и использует простейшие команды для получения данных от агента и для передачи управляющих воздействий агенту.

3. Протокол *SMIP*, который является протоколом взаимодействия между агентами и менеджерами *SU OSI*, позволяет с помощью одной команды воздействовать сразу на группу агентов, применяя такие опции, как обзор и фильтрация. Поэтому протокол *SMIP* целесообразно использовать для *SU* высшей иерархии, которые управляют сетью в целом. Для управления автономными сегментами крупной корпоративной сети можно использовать простой и достаточно эффективный протокол *SNMP*.

4. В дальнейшем планируется рассмотреть задачу оптимального распределения ресурсов сетевого управления в зависимости от масштаба сети, числа автономных сегментов и текущей загрузки.

Список литературы

1. Стратонович Р. Л. Принципы адаптивного приема. – М.: Сов. радио, 1973. – 144 с.

2. Иванов И. А., Леохин Ю. Л. Интеллектуальное управление компьютерными сетями // Автоматизация и современные технологии, №12, 2006. – <http://www.mashin.ru/jurnal/>.

3. Иванов И. А., Леохин Ю. Л. Интеллектуальное управление компьютерными сетями // Автоматизация и современные технологии, №12, 2006. – <http://www.mashin.ru/jurnal/>.

4. Макаренко А. В. Влияние задержки управляющего сигнала на оптимальность системы управления потоком кадров IEEE 802.3X // Журнал радиоэлектроники ИРЭ РАН, № 12, 2001. – <http://jre.cplire.ru/koi/dec01/5/text.html>.

5. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.

6. Жуков И.А. Анализ устойчивости систем управления корпоративными компьютерными сетями при наличии задержек доставки управляющей информации // Управляющие системы и машины. – 2010, №5. – С. 46-51.

7. Zhukov I. A. The Method of stability providing in control systems for delay and disruption-tolerant corporate computer networks // Proceeding of the National Avia-

tion University. – 2010, № 3(44). – P. 18–24.

8. Жуков И. А., Лесная Н. Н., Лукашенко В. В. Асимптотические оценки ошибок управления корпоративными компьютерными сетями в системах с предсказанием текущего состояния // Научно-виробничий збірник «Наукові записки УНДІЗ». – 2010, № 2(14). – С. 73–79.

9. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.

Подано до редакції 25.10.2010