

УДК 004.7
ББК 32.973.202-018.2
Б43

Беленькая М. Н., Малиновский С. Т., Яковенко Н. В.

Б43 Администрирование в информационных системах. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 400 с., ил.
ISBN 978-5-9912-0164-3.

Систематизированы основные сведения, необходимые администратору информационных систем (ИС). Приведена информация о функциях и задачах специалистов по управлению и сопровождению ИС, стандартах работы, организации и функциях служб администрирования ИС. Описаны стандарты работы ИС и стандартизирующие организации. Рассмотрены объекты управления ИС, модели и протоколы управления. Особое внимание уделено моделям управления, в том числе ITIL, ISO FCAPS, RPC. Рассмотрены вопросы администрирования кабельных систем и приведены примеры их администрирования. Приведена информация о системах сетевого администрирования (NMS) и поддержки операций (OSS). Обсуждаются вопросы администрирования файловых систем; организации подсистем ввода/вывода; администрирования баз данных; практические аспекты одной из самых трудных организационных и технических задач администрирования системы – проблемы присоединения ИС к оператору связи. Приведены сведения по поиску и диагностике ошибок в ИС, описаны задачи, стратегии и средства поиска ошибок. Даны понятия метрик (характеристик работы) ИС и рекомендации по диагностике ошибок. Рассмотрены вопросы конфигурации, то есть задания параметров аппаратных и программных средств ИС и практические рекомендации администратору системы по приемам конфигурации ИС. Обсуждаются вопросы процесса учета и защиты от несанкционированного доступа в ИС; контроля производительности системы. Обсуждаются вопросы оперативного управления и регламентных работ.

Пособие написано в соответствии с действующим государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности «Информационные системы и технологии» и программой дисциплины СД 3 «Администрирование в ИС».

Для студентов, обучающихся по специальности 230201 – «Информационные системы и технологии», магистров, аспирантов и специалистов в области информационных технологий.

ББК 32.973.202-018.2

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

Учебное издание

**Беленькая Марина Наумовна, Малиновский Святослав Трофимович,
Яковенко Наталья Викторовна**

Администрирование в информационных системах
Учебное пособие

Компьютерная верстка ООО «Адвансед Солюшнз»
Обложка художника В. Г. Ситникова

Подписано в печать 28.01.2011. Печать офсетная. Формат 60×88/16. Уч. изд. л. 25 . Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-9912-0164-3

© М. Н. Беленькая, С. Т. Малиновский,
Н. В. Яковенко , 2011

© НТИ «Горячая линия–Телеком», 2011

Введение

Сегодня присутствие средств вычислительной техники и использование информационных систем (ИС) в жизни и деятельности человека стало повсеместным. Стали повсеместными и проблемы управления или администрирования информационных систем. Необходимость в специалистах, которые умеют это делать профессионально, очевидна. При этом потребность в них возрастает, а область их знаний постоянно расширяется с увеличением размеров и сложности информационных систем.

В учебном пособии содержится много практических рекомендаций по различным вопросам администрирования систем и оно будет полезным не только студентам при изучении курса администрирования в ИС, но и магистрам, аспирантам и специалистам в области информационных технологий.

Данное пособие написано в соответствии с действующим государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности «Информационные системы и технологии» (230201) и программой дисциплины СД 3 «Администрирование в ИС».

Дисциплина «Администрирование в ИС» является завершающей в подготовке специалиста и в ней излагаются общие методы администрирования ИС.

Конкретные вопросы конфигурирования и параметризации программных и аппаратных средств, программирования ИС и систем управления, защиты информации ИС, диагностики и метрологии ИС детально рассматриваются в ряде дисциплин, предшествующих этому курсу. Так, сетевые технологии изучают в курсах: электропитание компьютерных сетей и вычислительных комплексов, структурированные кабельные системы, мультимедийные технологии, основы сетевых технологий, локальные вычислительные сети, системы передачи информации, автоматическая коммутация и сети документальной электросвязи, информационные беспроводные системы. Вопросы управления операционными системами и системами управления баз данных рассматривают в курсах: операционные системы, базы данных. Вопросы проектирова-

ния и программирования ИС подробно излагаются в курсах: объектно-ориентированное программирование, технология программирования, введение в языки программирования высокого уровня, теория проектирования ИС, корпоративные информационные системы. Проблемы информационной безопасности описаны в курсах: надежность ИС, информационная безопасность и защита информации. Наконец, основы вычислительной техники рассматриваются в курсах: информатика, архитектура ЭВМ, метрология систем и стандартизация.

В главе 1 учебного пособия рассказано о функциях и задачах специалистов по управлению и сопровождению ИС – администраторов систем, их профессиональных навыках, стандартах работы, организации и функциях служб администрирования ИС. Из-за ограниченности объема учебного пособия нет возможности подробно рассматривать все множество стандартов работы администратора системы, поэтому рекомендуется дополнительное самостоятельное их изучение.

В главе 2 определены объекты управления ИС и модели управления. Здесь также кратко рассмотрены протоколы управления. В современных системах обработка информации является обычно распределенной и модель сетевого управления (функции, для управления сетью компьютеров) играет основополагающую роль. Поэтому особое вниманиеделено моделям сетевого управления и, в частности, распространенной модели ISO FCAPS.

Глава 3 посвящена вопросам администрирования кабельных систем. В ней же приведены примеры реализации администрирования этих систем. Из-за специфических проблем беспроводного доступа не рассматривался вопрос администрирования неограниченных сред передачи данных.

В главе 4 обсуждаются вопросы сетевого администрирования. В ней кратко в качестве напоминания освещены основы сетевых технологий и управления сетевым оборудованием. Обсуждаются системы сетевого администрирования (NMS) и поддержки операций (OSS).

Глава 5 посвящена вопросам администрирования файловых систем и вопросам организации подсистем ввода-вывода, т. е. в ней кратко рассматриваются наиболее актуальные вопросы администрирования операционных систем.

В главе 6 обсуждаются вопросы администрирования баз данных и администрирования данных. Обсуждаются параметры ядра системы управления базами данных (СУБД) и средства администрирования, обычно входящие в состав СУБД.

В главе 7 представлена проблема присоединения ИС к оператору связи. Это одна из самых трудных организационных и технических задач администрирования системы. В этой главе даны практические рекомендации по решению данной проблемы для администраторов систем.

Глава 8 полностью посвящена одной из наиболее важных проблем администраторов систем – поиску и диагностике ошибок в ИС. Здесь описаны задачи, стратегии и средства поиска ошибок. Даны понятия метрик (характеристик работы) ИС и практические рекомендации по диагностике ошибок.

В главе 9 на примере операционных систем рассмотрены вопросы конфигурации, т. е. задания параметров аппаратных и программных средств ИС. Здесь же даны практические рекомендации администратору системы по приемам конфигурации ИС.

В главе 10 обсуждаются вопросы процесса учета и защиты от несанкционированного доступа в ИС.

Глава 11 посвящена крайне актуальным сегодня для администраторов систем вопросам, а именно контролю производительности системы. Рассматривается понятие производительности и метрик производительности, приводятся примеры влияния ошибок в системе на ее производительность.

В главе 12 описываются средства администрирования, системы сетевого администрирования, системы поддержки операций, их архитектура и используемые сетевые протоколы.

В главе 13 кратко обсуждаются вопросы оперативного управления и регламентных работ.

Заключение посвящено вопросам развития средств администрирования систем.

В списке литературы приведены все материалы, которые авторы использовали в процессе работы над этой книгой, а в тексте указаны ссылки на соответствующие издания для более подробного изучения рассматриваемых вопросов. Обязательная литература отмечена звездочкой. В дополнительной информации к каждой главе приведены ссылки на интернет-источники. Ими являются только официальные сайты

стандартизирующих организаций, форумов и компаний-производителей программных и аппаратных средств. При этом в случае большого объема требуемой для изучения информации ссылки даны на весь сайт. Для изучения конкретного документа по определенному вопросу приводятся ссылки на этот документ. Иногда название сайта сопровождается типом информации, которую следует на нем искать. Чаще всего по каждому вопросу полезно изучение совокупности материалов сайта, включая готовящиеся стандарты и уточняющие документы компаний-производителей решений в области ИС (так называемые «draft standards» и «white papers»).

Для обращения внимания читателя на необходимые действия администратора системы в определенных случаях фрагменты соответствующего текста выделены курсивом.

Имея многолетний опыт по созданию, внедрению и администрированию ИС, авторы уделили особое внимание вопросам сетевого администрирования. Считая сетевую составляющую администрирования одной из самых сложных и актуальных во всем аспекте проблем администрирования ИС, авторы показали решения различных проблем на примере их реализации средствами сетевого администрирования. Так как наиболее распространенными сетевыми технологиями в настоящий момент являются технологии Ethernet и TCP/IP, то часть примеров решения проблем администрирования и рекомендаций даны относительно них. Данное учебное пособие и соответствующая дисциплина не предназначены для освещения вопросов управления инфокоммуникационными системами операторов связи. Для этого требуются специализированные знания. Но в ряде случаев из-за специфики проблем обращено внимание на вопросы сопровождения службами администратора системы компаний-операторов связи.

По ключевым техническим вопросам кратко и сконцентрировано изложены основные сведения, необходимые администратору системы. Но, как правило, для успешной работы требуется более глубокие специальные знания, которые читатель может почерпнуть в указанной литературе и дополнительных интернет-источниках.

Ряд технических терминов не введены из-за ограничений по объему пособия, в этом случае указаны ссылки на литературу, где студент может почерпнуть необходимые знания.

Прилагается краткий словарь терминов и сокращений. Дополнительно в качестве словаря терминов можно использовать приведенный в списке литературы толковый словарь терминов по системам, средствам и услугам связи. В некоторых случаях дополнительно к русской дана английская терминология, для того чтобы читатель сумел воспользоваться современной технической документацией. Для подготовки читателя к практической работе специально применяется терминология, принятая в настоящий момент профессионалами. Авторы обращают внимание читателей на то, что для успешной работы в области современных информационных технологий требуется владение техническим английским языком.

Авторы выражают благодарность Б.И. Ващенко, А.И. Олейнику, К.С. Хомякову за внимательное рецензирование и замечания, которые были учтены при подготовке рукописи к изданию.

За помощь в подготовке материалов авторы выражают признательность магистрам и аспирантам факультета информационных технологий Московского технического университета связи и информационных технологий Александру Спиридонову, Ивану Демкину, Станиславу Куриленко и др.

Глава 1

АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ. ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В данной главе излагаются вводные положения по администрированию ИС. Так, в подразделе 1.1 рассматриваются функции администратора системы (АС), состав служб администратора системы и их функции. С учетом многообразия и сложности выполнения ряда функций администратором системы и службами администратора системы в подразделе 1.2 излагаются требования к специалистам, работающим в службах администрирования информационных систем. Затем на основе общих положений по организации и построению открытых и гетерогенных систем (к которым относится большинство информационных систем) делается вывод о необходимости рассмотрения стандартов работы ИС и стандартизирующих организаций, что составляет предмет изложения материала в подразделе 1.4.

1.1. Функции администратора системы. Состав служб администратора системы и их функции

Администратор системы (системный администратор) — это человек или группа людей, которые создают и затем эксплуатируют информационную систему предприятия. Он или они могут быть сотрудниками служб информационных технологий компании и выполняют широкий набор функций, в который входят:

- установка и сопровождение компьютерных сетевых и информационных систем;
- определение и согласование с фирмами-поставщиками всей аппаратно-программной и организационной части по реализации системы;

- планирование развития информационных систем и внедрения сервисов;
- решение вопросов ведения проектов;
- обучение технического персонала и пользователей;
- консультирование по компьютерным проблемам персонала предприятия и технических служб;
- решение проблем сбора статистики, мониторинга, диагностики, восстановления и сохранения системы, а также всех вопросов организации соответствующих программных и аппаратных продуктов для этой деятельности;
- разработка программных продуктов на языках управления заданиями (например, скриптах) с целью создания технологии работы компании и синхронизации работы компонентов информационной системы;
- определение ошибок в работе прикладных, системных и аппаратных средств, используемых предприятием, и решение вопросов по их устранению.

Раньше выполнение этих функций входило в обязанности сотрудников отделов системного программирования вычислительных центров предприятий. В настоящее время эти функции, как правило, выполняются совокупностью информационных служб предприятия, а именно:

- службами управления: конфигурацией, контролем характеристик, ошибочными ситуациями, безопасностью, производительностью;
- службами планирования и развития;
- службами эксплуатации и сопровождения;
- службами общего управления.

Службы управления конфигурацией занимаются вопросами задания параметров запуска (инсталляции) операционных систем (ОС) и СУБД, заданием параметров запуска приложений. Они же выполняют функции изменения этих параметров при модификации информационной системы, следя за согласованностью и совместимостью этих параметров.

Службы управления по контролю характеристик и ошибочными ситуациями осуществляют мониторинг и сбор статистики параметров информационной системы при помощи специальных программно-аппаратных комплексов, устанавливают критерии определения опасных и тревожных ситуаций, следят за их обнаружением и устранением, используют

специальные методы и средства диагностики ошибок. Обычно ошибки приводят к замедлению работы информационной системы и при их устраниении решаются проблемы повышения производительности.

Службы управления производительностью обычно работают в тесном взаимодействии со службами управления по контролю характеристик и ошибочными ситуациями. При помощи аппаратно-программных комплексов они анализируют работу информационной системы и следят за такими параметрами, как время работы приложения, время отклика приложения, время обращения к дисковой подсистеме ввода-вывода, задержка передачи данных и др. Анализируя результаты совместно с другими службами, они определяют причины изменения параметров работы системы и способы предотвращения или коррекции ухудшений значений параметров.

Службы управления безопасностью (иногда их называют службами защиты от несанкционированного доступа — НСД) осуществляют комплекс мероприятий по противодействию различным угрозам несанкционированного доступа, настраивают работу различных ОС, СУБД и прикладных продуктов, внедряя их собственные средства защиты от НСД. Эти службы управляют всеми имеющимися в организации компьютерными средствами защиты, например, программируют кодовые замки и системы контроля доступа в помещение. Они же при помощи средств ОС, СУБД, прикладных продуктов или специальных управляющих программных продуктов ведут учет использования ресурсов в системе и контроль (аудит) за их разрешенным (санкционированным) использованием пользователями системы.

Службы эксплуатации и сопровождения осуществляют архивирование (копирование) и восстановление информационной системы. Эти службы определяют режимы копирования (копируется вся система или ее часть), расписание копирования (например, еженедельное с затиранием предыдущей копии), ведут базу данных копий при помощи программно-аппаратных средств, проводят проверки целостности данных (их непротиворечивости) средствами информационной системы (например, при помощи утилит СУБД), определяют стратегию восстановления информационной системы (например, режим автооткатов ОС). Они же занимаются сопровождением

аппаратных средств (например, заменой картриджа принтера), подключением новых пользователей (например, организацией для них рабочего места), организацией электропитания, выполнением профилактических работ (например, уходом за оборудованием при помощи составов, препятствующих накоплению электростатики компьютеров).

Службы планирования и развития определяют техническую и экономическую эффективность от внедрения различного вида информационных услуг или сервисов компании, следят за появлением новых компьютерных технологий и оценивают целесообразность их использования, ведут внедряемые проекты и планируют работы других служб и компаний-поставщиков и инсталляторов по их реализации. Контролируют выполнение подрядными организациями работ по внедрению частей информационной системы или их модернизации.

Службы общего управления занимаются управлением работы всех информационных служб, согласованием их действий, выработкой корпоративных стандартов (например, на формат документов), разработкой инструкций для пользователей, их обучением и консультацией, ведением нормативно-справочной документации необходимой в организации.

1.2. Требования к специалистам служб администрирования ИС

Профессиональные навыки специалистов, работающих в службах администрирования ИС должны быть достаточно высоки. Так, с учетом функций по администрированию ИС, системные администраторы должны обладать знаниями в области:

- теории операционных систем (ОС) и практики их установки;
- теории баз данных и вопросов администрации СУБД, вопросов поддержки целостности данных;
- сетевых технологий, сетевого оборудования (конфигурации и применения коммутаторов и маршрутизаторов), вопросов диагностики сетевых проблем;
- электротехники и реализации кабельных систем для целей передачи данных;

- реализации веб-приложений и организации доступа к web-сайтам;
- защиты информации от несанкционированного доступа, включая администрирование специальных устройств (firewall) и консультации пользователей по вопросам защиты их информации;
- вычислительной техники, начиная с простейших операций и заканчивая архитектурой центров обработки данных (ЦОД);
- основ проектирования информационных систем, прикладного программирования;
- способов восстановления информации и реализации подсистем ввода-вывода, файловых подсистем;
- языков программирования;
- методов управления в информационных системах и соответствующих аппаратно-программных комплексов.

Кроме того, администратор системы должен уметь общаться с людьми, объяснять им способы решения проблем и убеждать их в своей правоте.

Область деятельности системных администраторов должна охватывать все компоненты информационной системы.

Под **информационной системой** будем понимать материальную систему, организующую, хранящую, преобразующую, обрабатывающую, передающую и предоставляющую информацию [7].

Рассмотрим компоненты ИС.

Технические средства ИС включают в свой состав вычислительные комплексы, средства передачи данных (сетевую аппаратуру), кабельные системы или средства передачи данных в эфирной (неограниченной) среде.

Программные и технологические средства ИС (процедуры обработки информации). Здесь обычно выделяют системные средства, позволяющие управлять аппаратной частью и данными (ОС и СУБД), и процедуры управления специализированной функциональной обработки согласно требованиям предметной области (прикладное программное обеспечение).

Информационный фонд подразумевает саму информацию, способы ее организации (модель данных) и языки представления и управления информацией (лингвистическое обеспечение).

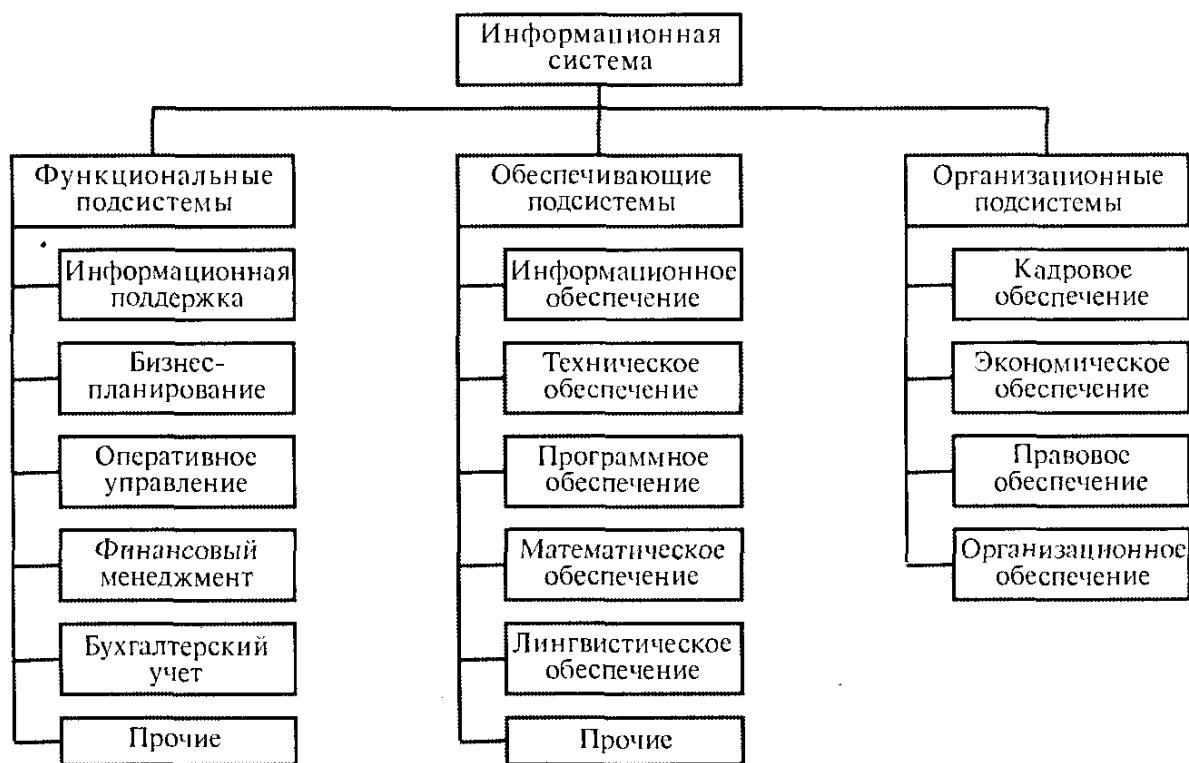


Рис. 1.1. Функциональный состав ИС

Согласно [7] примерный функциональный состав ИС приведен на рис. 1.1.

Функциональные подсистемы реализуют и сопровождают модели, методы и алгоритмы обработки информации и формирования управляющих воздействий в рамках задач предметной области.

Состав обеспечивающих подсистем достаточно стабилен, мало зависит от предметной области и наряду с информационным, программным и техническим обеспечением включает математическое обеспечение (совокупность методов, моделей и алгоритмов обработки данных) и лингвистическое обеспечение (совокупность языковых средств представления и обработки информации).

Организационные подсистемы направлены на обеспечение эффективной работы персонала и реализацию организационных процедур.

Управление (администрирование) ИС — это совокупность действий, осуществляемых администратором системы средствами самой ИС, обеспечивающих сохранение и/или раз-

вление ее свойств в заданном направлении. В полном объеме управлять всеми компонентами ИС и всеми ее функциональными подсистемами может только непосредственно руководство предприятия. АС обычно выполняет задачи управления обеспечивающих подсистем и частично задачи управления функциональных и организационных подсистем в рамках переданных ему руководством предприятия полномочий. Обычно администрирование обеспечивающих подсистем подразделяют на следующие группы задач:

- администрирование кабельных систем зданий и кампусов;
- администрирование ОС и СУБД;
- администрирование компьютерной сети и средств подключения к операторам связи;
- администрирование данных.

При этом администраторы систем должны обладать специальным складом мышления, нацеленным на поиск решения проблемы (чаще всего ошибки или недостаточной скорости работы системы) в условиях ограниченного времени и общение с весьма нервным пользователем. Сложность заключается в том, что информационные технологии развиваются чрезвычайно быстро и еще быстрее устаревают. Поэтому помимо университетских знаний в области компьютерных наук, защиты информации, сетевых технологий, архитектуры ЭВМ, языков программирования и даже экономических дисциплин необходимо постоянное дополнительное изучение отдельных продуктов и технологий. Полезно также иметь сертификаты о прохождении обучения в промышленных компаниях по вопросам ОС, коммуникационных технологий, RAID-технологий, кабельных систем, такие как: Novell CAN, CNE, CISCO CCNA, Sun Certified SCNA, Microsoft MSCA, MCSE и аналогичные.

К сожалению, в небольших организациях вместо совокупности служб администрирования организуется группа администрации систем, а в ряде случаев только один специалист выделяется для выполнения всех разнообразных функций, и это, безусловно, сказывается на качестве работ.

1.3. Общие понятия об открытых и гетерогенных системах

В настоящее время администрирование ИС чаще всего осуществляется в условиях, когда эти системы являются открытыми и гетерогенными. Но предварительно остановимся на понятиях корпоративной и глобальной информационных систем.

Корпоративной ИС называется информационная система, виртуально объединяющая (в информационном плане) все части одной организации, которые могут находиться в разных городах, частях страны или земного шара. Доступ пользователей в корпоративную систему возможен только для членов компании, ее клиентов или ее контрагентов. В то же время множество информационных систем сегодня пересекают национальные, коммерческие и континентальные границы для обеспечения глобального взаимодействия большого числа организаций и физических лиц. Такие ИС называются **глобальными**. К глобальной системе имеет доступ любой пользователь в соответствии с определенными правилами, выработанными самоорганизованным комитетом пользователей и разработчиков такой системы. Примером системы является сеть Интернет с комитетом IETF (Internet Engineering Task Force).

С появлением больших корпоративных и глобальных ИС возникла необходимость взаимодействия друг с другом различных производителей программных и аппаратных средств. В результате появилось понятие открытой системы.

В широком смысле *открытой системой* может быть названа любая система (компьютер, вычислительная сеть, операционная система, программный продукт), которая построена в соответствии с открытыми спецификациями для интерфейсов, служб и форматов [31].

Напомним, что под термином «спецификация» (в вычислительной технике) понимают формализованное описание аппаратных или программных компонентов, способов их функционирования, взаимодействия с другими компонентами, условий эксплуатации, ограничений и особых характеристик. Такую спецификацию еще называют протоколом. Под открытыми спецификациями понимают опубликованные, обще-

доступные спецификации стандартизирующих организаций или компаний-разработчиков аппаратных и программных средств.

Использование при разработке систем открытых спецификаций позволяет третьим сторонам разрабатывать для этих систем различные аппаратные или программные средства расширения и модификации, а также создавать программно-аппаратные комплексы из продуктов разных производителей.

Для реальных систем полная открытость — недостижимая цель. Как правило, даже в системах, называемых открытыми, этому определению соответствуют лишь некоторые ее части, поддерживающие внешние интерфейсы. Но при администрировании систем в общем случае следует стремиться к тому, чтобы система создавалась и работала с помощью открытых спецификаций. Только тогда можно обеспечить ее быстрое и своевременное развитие, технологичную поддержку и модификацию. Исключением могут быть специализированные системы, например применяемые в военно-промышленном комплексе, или отдельные части информационной системы, требующие сугубо корпоративных правил.

Если информационная система построена с соблюдением принципов открытости, то это дает следующие преимущества [31]:

- возможность построения системы из аппаратных и программных средств различных производителей, придерживающихся одного и того же стандарта;
- перенос созданного программного обеспечения с минимальными изменениями в широком диапазоне систем, полученных от одного или нескольких поставщиков;
- возможность безболезненной замены отдельных компонентов системы другими, более совершенными, что позволяет ей развиваться с минимальными затратами;
- возможность легкого сопряжения с другими информационными системами;
- простоту освоения, обслуживания и введения нового персонала для поддержки системы.

Одним из первых примеров открытых систем является ЭВМ IBM/360, открытые спецификации которой позволили различным производителям программного обеспечения разрабатывать прикладные продукты под управлением ее опера-

ционной системы OS/360. Примером открытой системы является и международная сеть Интернет, развивавшаяся в полном соответствии с требованиями, предъявляемыми к открытым системам. В результате сеть Интернет объединила в себе самое разнообразное оборудование и программное обеспечение огромного числа различных сетей.

Как уже отмечалось, в современных ИС информация передается между компьютерами различных производителей. При этом используются различные интерфейсы и средства передачи данных, различное программное обеспечение и различная архитектура ЭВМ. Таким образом, практически любая система является разнородной или гетерогенной, включающей в себя оборудование и программное обеспечение нескольких производителей, т. е. современные ИС в своем подавляющем большинстве являются открытыми гетерогенными системами (рис. 1.2).

Особую роль при создании таких систем играют стандарты. Без стандартизации работоспособность этих систем невозможна, поскольку программное обеспечение одного производителя «не поймет» программное обеспечение другого. Знание стандартов, их понимание и соблюдение абсолютно необходимо для реализации и сопровождения информационных систем. Существует ряд международных и национальных стандартизирующих организаций, например ISO (Международная организация по стандартизации) или ANSI (Американский национальный институт стандартов) и целый ряд

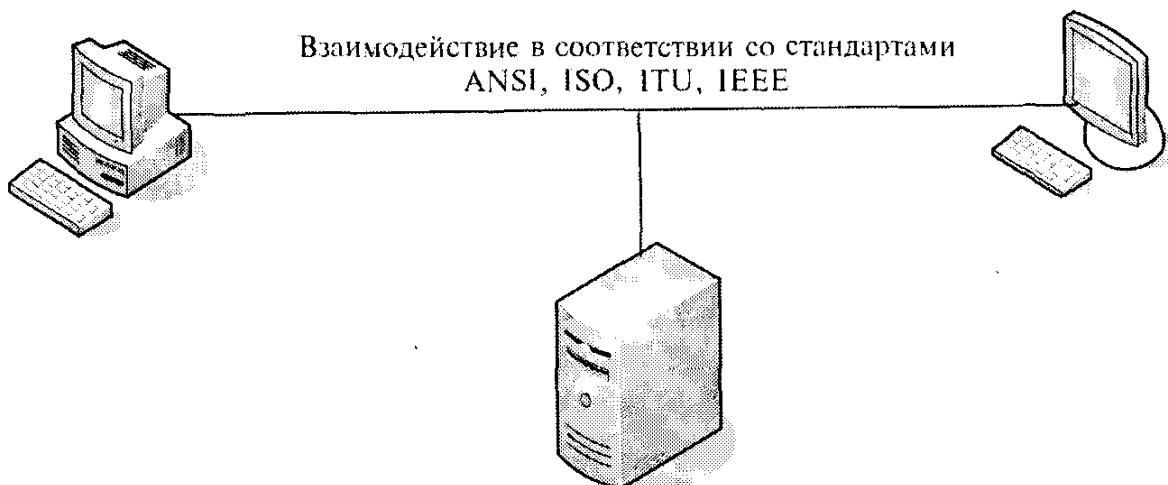


Рис.1.2. Гетерогенная ИС

международных форумов, добровольных самоорганизованных сообществ профессионалов, например MEF (Metro Ethernet Forum), которые занимаются разработкой стандартов во всех областях информационных технологий. Помимо стандартизирующих организаций свои разработки в области информационных технологий и их стандартизации постоянно ведут крупнейшие мировые производители. Это компании IBM, Lucent Technologies (в настоящее время Alcatel-Lucent), Unisys, Sun Microsystems, Adaptec, Cisco, Nortel, Novell, Microsoft, HP, SAP, Oracle и множество других. Все это требует от администраторов систем постоянного изучения документов, имеющихся в открытом доступе. Такие документы публикуются на официальных сайтах стандартизирующих организаций и форумов и официальных сайтах ведущих компаний-разработчиков аппаратных и программных средств. Однако следует пользоваться только официальными источниками стандартизирующих организаций и форумов, а также официальными сайтами ведущих производителей.

1.4. Стандарты работы ИС и стандартизирующие организации

Стандарт — это вариант реализации протокола в аппаратуре или программном обеспечении, который отражается в документе, согласованном и принятом аккредитованной организацией, разрабатывающей стандарты. Стандарт содержит правила, руководства или характеристики для работ или их результатов в целях достижения оптимальной степени упорядочения и согласованности в заданном контексте [31, 52].

Стандарты могут разрабатываться как стандартизирующими организациями, так и отдельными производственными компаниями. При этом бывают стандарты юридические и фактические (промышленные) [31, 52].

Юридические стандарты подтверждаются законами, которые приняты государством. Государственное управление деятельностью по стандартизации в Российской Федерации осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование, www.gost.ru), на которое возложены функции Национального органа

по стандартизации в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании». Другие органы государственного управления организуют деятельность по стандартизации в пределах их компетенции. В министерствах (ведомствах) Российской Федерации при необходимости создают службы стандартизации или организации по стандартизации. Для разработки, согласования и подготовки к утверждению проектов государственных стандартов и для проведения работ по международной (региональной) стандартизации создают технические комитеты по стандартизации. На практике применяются нормативные документы (НД) межгосударственного уровня (ГОСТы) и отечественные НД уровня национальных стандартов Российской Федерации (Технические Регламенты). Перечень этих стандартов в области информационных и телекоммуникационных технологий приведен в «Указателе государственных стандартов», издаваемом ФГУП «Стандартинформ». В случае отсутствия или морального устаревания отечественных стандартов в области информационных технологий (ИТ) при разработке, эксплуатации и сопровождении средств ИТ рекомендуется использовать соответствующие международные (ISO, ITU-T, IEC и т.д.), региональные (ЕСМА и др.) и зарубежные (ANSI, IEEE и др.) стандарты.

Фактические стандарты существуют, но их использование не определено законами или нормативами. Одна или несколько компаний-производителей создают продукт или технологию, которые имеют спрос и становятся при этом настолько широко используемыми, что отклонения от них вызывают проблемы совместимости или ограничивают конкурентоспособность. Например, протоколы TCP/IP (наиболее популярная совокупность сетевых протоколов, применяемая как в глобальных, так и локальных сетях) являются промышленным фактическим стандартом на соединение сегментов сетей передачи данных.

С точки зрения авторства стандарт может быть частным (корпоративным) или созданным стандартизирующей организацией.

Корпоративные стандарты разрабатываются и внедряются частными коммерческими компаниями для своих продуктов (например, оригинальный стек протоколов IPX/SPX фирм-

мы Novell, разработанный для своей операционной системы NetWare в начале 1980-х гг.).

Стандарты стандартизирующих организаций создаются специализированными организациями или самоорганизующимися комитетами и форумами.

Стандарты, разрабатываемые компьютерными компаниями как корпоративные, или стандарты, разрабатываемые стандартизирующими организациями, могут стать промышленными стандартами де-факто. Например, стандарт сетевой архитектуры компании IBM SNA или стандарт сетевой технологии с маркерным методом доступа IEEE 802.5. Но могут остаться и просто никем не используемым в реальности протоколом, как, например, часть протоколов OSI.

Перечислим основные международные стандартизирующие организации только в области передачи данных (так как особое внимание в этом пособии уделено сетевой администрации ИС) [15, 52].

ITU (International Telecommunications Union) — Международный союз электросвязи; является структурным подразделением ООН. Образован в 1865 г. как Международный телеграфный союз. Основные рабочие органы ITU:

- Сектор стандартизации электросвязи (ITU-T), являющийся преемником (CCITT, МККТТ);
- Сектор радиосвязи (ITU-R);
- Сектор развития электросвязи (ITU-D).

Работы ITU-T носят рекомендательный характер в области традиционной электросвязи, передачи данных, информационных сетей. Рекомендации ITU-T фактически являются международными стандартами в соответствующих областях техники. Серии рекомендаций ITU-T обозначаются латинскими буквами, например: Q — коммутация и сигнализация, X — сети данных и взаимодействие открытых систем, V — передача данных по телефонной сети, Y — глобальная информационная инфраструктура и аспекты протоколов Интернет.

Примером стандартов этой организации является X.25.

ISO (The International Organization for Standardization, а также International Standards Organization) — Международная организация по стандартизации. Добровольная некоммерческая организация со штаб-квартирой в Женеве, занимающаяся

разработкой международных стандартов во многих областях, включая вычислительную технику и связь. Основана в 1946 г. как всемирная федерация органов стандартизации. Членами ISO являются более 130 национальных институтов, занимающихся стандартизацией (например, ANSI — Американский институт национальных стандартов). Название ISO не является аббревиатурой — оно происходит от древнегреческого слова *isos*, означавшего «равный, равносильный». ISO состоит из множества рабочих групп по разным направлениям. Протоколы OSI — это пример стандартов ISO.

IEEE (произносится «ай-трипл-и», Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) — Институт инженеров по электротехнике и электронике (США). Крупнейшая в мире профессиональная организация образована в 1963 г., объединяет более 300 тыс. технических специалистов из 147 стран, ведущая организация по стандартизации, отвечающая также за сетевые стандарты. IEEE ведет большую издательскую и образовательную деятельность, субсидирует разработку стандартов для компьютеров и с точки зрения передачи данных отвечает за спецификации серии стандартов 802. Эти стандарты являются основными для высокоскоростной передачи данных.

EIA (Electronics Industries Alliance) — Ассоциация предприятий электронной промышленности США, альянс EIA. Расположенная в США организация сосредоточена на стандартах (интерфейсах) физического уровня. Она разрабатывает электрические и функциональные стандарты с идентификатором RS (Recommended Standards — рекомендуемые стандарты). Пример стандарта — последовательный интерфейс RS-232C.

TIA (Telecommunication Industry Association) — Ассоциация телекоммуникационной промышленности США, ассоциация TIA. Ассоциация изготовителей средств связи, которая разрабатывает стандарты на кабельные системы.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) — Европейский институт телекоммуникационных стандартов эктросвязи — создан в 1988 г. и является независимой организацией, разрабатывающей общеевропейские стандарты. Примеры стандартов — стандарт цифровой мобильной связи GSM (Global System for Mobile Telecommunications), DECT, TETRA.

IAB (Internet Architecture Board) — Координационный Совет по архитектуре сети Интернет. В IAB входят:

IETF (Internet Engineering Task Force) — Техническая комиссия Интернет, образована в 1986 г., занимается решением текущих задач. К ее функциям относится стандартизация стека протоколов TCP/IP и другие аспекты. В рамках комиссии создаются отдельные рабочие группы на короткий промежуток времени для решения конкретной задачи. Комиссия выпускает документы **RFC** (Request For Comment — Запрос на получение комментария). Не все документы RFC являются стандартами Интернет, многие содержат комментарии к какому-либо стандарту либо просто описание какой-либо проблемы Интернет.

IRTF (Internet Research Task Force) — Исследовательская комиссия сети Интернет — занимается перспективными долгосрочными исследованиями по протоколам стека TCP/IP и вопросами стандартизации новых технологий.

Помимо стандартизирующих организаций существует большое количество форумов (общественных некоммерческих организаций, существующих на взносы членов) по большинству вопросов ИТ. Вводимая ими стандартизация и сертификация (удостоверение того, что продукт, процесс или услуга соответствуют определенному ими же нормативному документу) является необходимой для участников процесса, так как гарантирует применимость данной ИТ всеми.

Дополнительная информация

1. Международные стандартизирующие организации и их официальные сайты
ISO — www.iso.org
ANSI — www.ansi.org
MEF — www.metroethernetforum.org
IETF — www.ietf.org
ITU — www.itu.int
IEC (International Engineering Consortium) — www.iec.org
IEC (International Electrotechnical Commission) — www.iec.ch
IEEE — www.ieee.org
EIA — www.eia.org
TIA — www.tiaonline.org

ECMA — www.ecma-international.org

IAB — www.iab.org

2. www.gostinfo.ru — Сайт ФГУП «Стандартинформ».
3. www.standards.ru — Сайт интернет-магазина стандартов при ФГУП «Стандартинформ».

Контрольные вопросы

1. Перечислите функции администратора системы.
2. Чем занимаются службы эксплуатации и сопровождения информационной системы?
3. Должен ли администратор системы знать языки программирования?
4. Дайте определение информационной системы. Из каких компонент она состоит?
5. Что такое управление ИС?
6. Сеть компании IBM, чьи представительства есть в Чикаго, Барселоне, Москве, Вене, является глобальной или корпоративной?
7. Приведите пример не гетерогенной ИС.
8. Дайте определение открытой системы.
9. Протокол и стандарт — это идентичные понятия или нет?
10. Перечислите стандартизирующие организации в области передачи данных.

Глава 2

ОБЪЕКТЫ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ И МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ

В предыдущей главе отмечалось, что с точки зрения состава ИС администратор системы сталкивается с необходимостью сопровождать и поддерживать при помощи специальных средств различные компоненты обеспечивающих подсистем и частично функциональных и организационных подсистем. Для успешного администрирования администратор системы должен знать, что являются объектами администрирования ИС и какие наборы функций (модели) используются для управления техническим обеспечением, организационной и функциональной подсистемами.

Поэтому в данной главе кратко рассматриваются объекты администрирования в информационных системах, а затем излагается сущность ряда моделей и соответствующих им протоколов (спецификаций) и технологий. При этом особое внимание обращаем на модели ISO FCAPS, RPC и OGC ITIL, поскольку они наиболее часто используются при администрировании ИС в настоящее время.

2.1. Объекты администрирования в информационных системах

При администрировании информационных систем объектами администрирования являются отдельные ее подсистемы, которые часто называют просто системами (например, администрирование кабельной системы). Объектами администрирования также могут быть прикладные или системные процессы обработки данных, существующие в ИС и затрагивающие несколько подсистем (например, администрирование электронной почты или администрирование конфигурации ИС. Т. е. объектами администрирования могут быть как отдельные подсистемы, так и информационные процессы, сущ-

ствующие в нескольких подсистемах. В главах 3—7 мы рассмотрим вопросы администрирования подсистем ИС, а в главах 8—12 администрирование различных процессов ИС.

К задачам администрирования подсистем относятся:

- администрирование кабельной системы;
- поддержка и сопровождение аппаратной части;
- администрирование сетевой системы;
- администрирование прикладной системы;
- администрирование операционной системы;
- Web-администрирование;
- управление информационными службами;
- администрирование СУБД.

Каждая из перечисленных подсистем имеет свои способы, технологии и средства администрирования, которые будут рассмотрены в последующих главах.

Международная организация по стандартизации (ISO) рассматривает в качестве объектов управления не подсистемы ИС, а процессы ИС, например процесс передачи данных между элементами системы. А организация TMF как объект управления рассматривает совокупность прикладных процессов оператора связи.

В процессе администрирования ИС администратор системы должен руководствоваться моделью администрирования.

Модель администрирования (управления) в ИС — это набор функций по управлению подсистемой или информационным процессом.

Различные стандартизирующие организации предлагают разные наборы функций (различные модели) по управлению техническим обеспечением, организационной и функциональной подсистемами. Это модели ISO OSI, ISO FCAPS, OGC ITIL, ITU TMN, TMF eTOM.

Например, ISO создала модель сетевого управления. Из-за того что в современных системах обработка информации распределена по сети, модель сетевого управления (функции для управления сетью компьютеров) играет основополагающую роль. Реализацию этой модели рассмотрим подробно. Дополнительно рассмотрим специализированные функциональные модели TMN и eTOM, предназначенные для сопровождения службами администратора системы операторской компании.

2.2. Модель сетевого управления ISO OSI

Модель сетевого управления ISO OSI Management Framework — определена в документе ISO/IEC 7498-4: Basic Reference Model, Part 4, Management Framework. Она является развитием общей семиуровневой модели взаимодействия открытых систем для случая, когда одна система управляет другой.

Документ ISO/IEC 7498-4 состоит из пяти основных разделов.

- Термины и общие концепции.
- Модель управления системами.
- Информационная модель.
- Функциональные области управления системами.
- Структура стандартов управления системами.

Стандарты ISO в области управления используют специальную терминологию, которой в свою очередь воспользовались создатели Internet в протоколе SNMP (Simple Network Management Protocol — простой протокол управления сетью). Эта терминология вследствие фактического применения всеми пользователями такой глобальной и открытой системы передачи информации стала фактическим стандартом [8, 9].

Согласно документам OSI (рис. 2.1) обмен управляющей информацией с помощью протокола управления (Management Protocol) происходит между субъектами приложений управления системами (Systems Management Application Entities, SMAE). Субъекты SMAE расположены на прикладном уровне семиуровневой модели OSI и являются элементами службы управления. Под субъектом в модели OSI понимается активный в данный момент процесс (протокол) какого-либо уровня, участвующий во взаимодействии. Примерами SMAE являются агенты и менеджеры систем управления ИС.

Сообщения, которые агент посыпает менеджеру по своей инициативе, называются уведомлениями (notifications). Элемент X, который является для системы управления управляемым объектом (managed object), может послать уведомление агенту. Элемент X может находиться в той же управляемой системе, что и агент, или в другой системе. В свою очередь агент посыпает уведомление менеджеру о том, что элемент X произвёл какое-то действие (например, происходит отказ в работе порта оборудования). В соответствии с этим уведомлени-

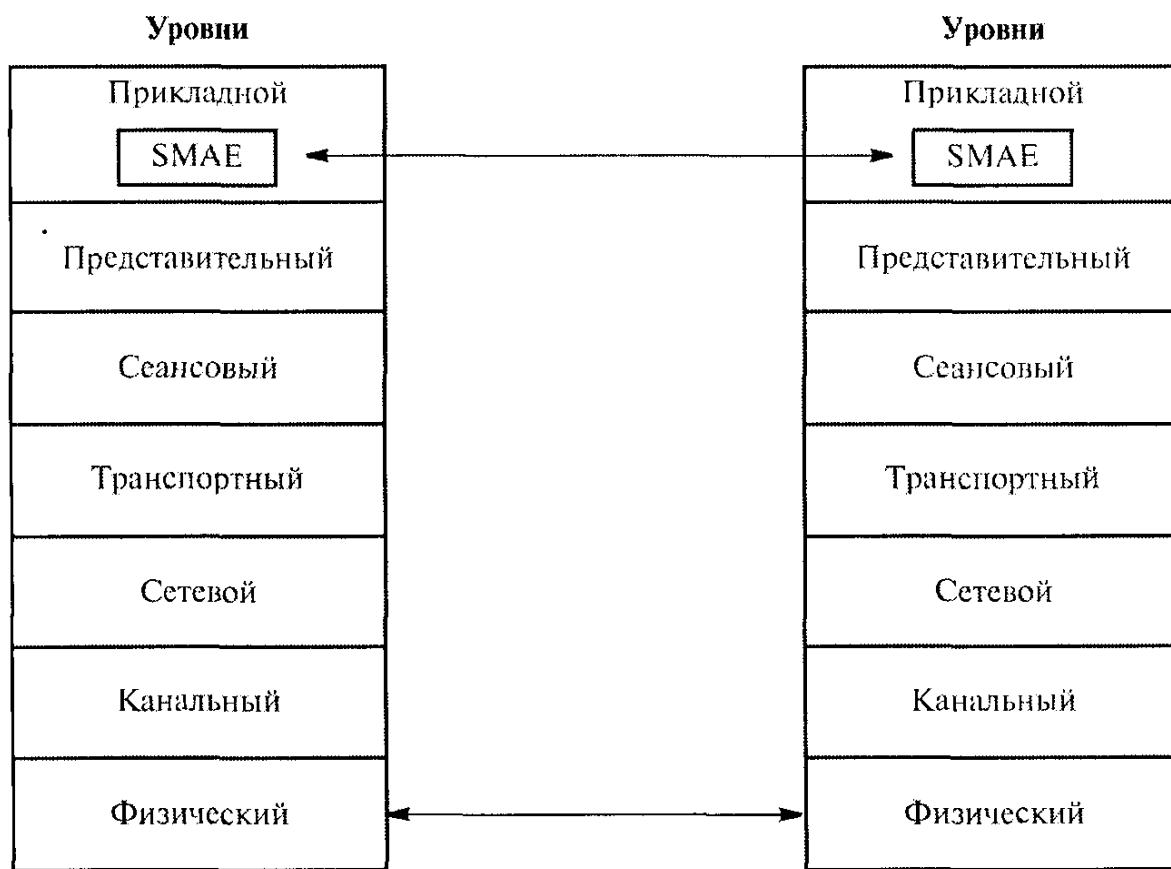


Рис. 2.1. Концепция SMAE

ем менеджер обновляет базу данных конфигурации системы, которую он сопровождает.

Менеджер не только собирает и сопоставляет данные, получаемые от агентов, на основе этих данных он может также выполнять административные функции, управляя операциями удаленных агентов.

В модели OSI границы между менеджерами и агентами не очень четкие. Субъект SMAE, выполняющий в одном взаимодействии роль менеджера, в другом взаимодействии может иметь роль агента, и наоборот. Модель OSI не определяет способы взаимодействия агента с управляемыми объектами. В модели OSI также не говорится о том, как агент взаимодействует с управляемыми объектами, которые находятся за пределами управляемой системы, т. е. объектами, с которыми нужно взаимодействовать через сеть. В таких случаях может потребоваться, например, чтобы один агент запросил данные о некотором объекте от другого агента. Порядок такого рода взаимодействия также не определяется моделью OSI.

Чтобы менеджер и агент смогли взаимодействовать, каждый должен иметь определенные знания о другом. Эти знания модель OSI называет контекстом приложения (Application Context). Контекст приложения описывает элементы прикладного уровня модели OSI, которые используются агентами и менеджерами.

Прикладной уровень модели OSI включает в себя несколько вспомогательных служб общего назначения, которые используются прикладными протоколами и пользовательскими приложениями (в том числе и приложениями управления) для автоматизации наиболее часто выполняемых действий. Эти вспомогательные службы не представляют собой законченные протоколы прикладного уровня модели OSI, как протоколы: FTAM (File Transfer, Access and Management — протокол для доступа к файлам), CMIP (Common Management Information Protocol, протокол общей управляющей информации), MHS (Message Handling System — система управления сообщениями). С помощью перечисленных протоколов пользователь сети может выполнить какое-то полезное действие. Вспомогательные же системные функции помогают разработчику прикладного протокола или приложения написать его программу компактно и эффективно. На прикладном уровне модели OSI существуют следующие вспомогательные службы.

ACSE (Association Control Service Element). Эта служба отвечает за установление соединений между приложениями различных систем. Соединение (сессия, сеанс) на прикладном уровне OSI носит название ассоциации. Ассоциации бывают индивидуальными и групповыми (shared).

RTSE (Reliable Transfer Service Element). Служба осуществляет поддержку восстановления диалога, вызванного разрывом нижележащих коммуникационных служб, в рамках ассоциации.

ROSE (Remote Operations Service Element). Организует выполнение программных функций на удаленных машинах. Является аналогом службы RPC (Remote Procedure Call — вызов удаленных процедур).

Согласно OSI программные реализации менеджеров, агентов и их взаимодействия используют услуги данных вспомогательных служб, в особенности службы ROSE для вызова удаленных процедур.

Основная модель управления OSI включает:

- управление системами;
- управление N-уровнем;
- операции N-уровня.

Это разбиение на три области сделано для того, чтобы учесть все возможные ситуации, возникающие при управлении.

Управление системами имеет дело с управляемыми объектами на всех семи уровнях OSI, включая прикладной уровень. Оно основано на надежной передаче с установлением соединения управляющей информации между конечными системами. Необходимо подчеркнуть, что модель управления OSI не разрешает использовать службы без установления соединения.

Управление N-уровнем ограничено управляемыми объектами какого-то определенного уровня семиуровневой модели. Протокол управления использует при этом коммуникационные протоколы нижележащих уровней. Управление N-уровнем полезно, когда нет возможности использовать все семь уровней OSI. В этом случае допускается пользоваться протоколом управления N-уровня, который строго предназначен для данного уровня.

Операции N-уровня сводятся к мониторингу и управлению на основе управляющей информации, содержащейся в коммуникационных протоколах только данного уровня. Например, данные мониторинга сети, содержащиеся во фреймах STM-n (Synchronous Transport Module — синхронный транспортный модуль), технологии SDH (Synchronous Digital Hierarchy — синхронная цифровая иерархия), относятся к операциям N-уровня, а именно физического уровня. Стандарты на управление N-уровнем и операции N-уровня не входят в набор протоколов управления OSI. Протоколы OSI рассматривают управление системами с помощью полного семиуровневого стека.

Управляемый объект — это представление OSI о ресурсе в целях управления. Конкретный управляемый объект — это экземпляр (instance) некоторого класса управляемых объектов. Модель управления OSI широко использует объектно-ориентированный подход. 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, например коммутаторов, поддерживающих технологию VLAN (Virtual Local Area Network — виртуальная локальная сеть), унаследовав все свойства класса коммутаторов, но добавив новые атрибуты.

Для управления ресурсами менеджер и агент должны быть осведомлены о деталях этих ресурсов. Детализация представления управляемых объектов, которые требуются для выполнения функций управления, хранится в базе данных, известной как MIB (Management Information Base — база данных информации управления). Базы данных MIB OSI хранят не только описания классов управляемых объектов, но и характеристики сети и ее элементов. Базы MIB содержат характеристики каждой части управляемого оборудования и ресурсов. MIB также включает в себя описание действий, которые могут выполняться на основе собранных данных или же вызываться внешними командами. Базы MIB позволяют внешним системам опрашивать, изменять, создавать и удалять управляемые объекты (реальные ресурсы сети при этом, естественно, продолжают работать). Протокол СМIP и локальные интерфейсы управления обеспечивают доступ к этим возможностям.

Протоколы OSI определяют синтаксис информации, хранящейся в MIB, и синтаксис интерфейсов для обмена данными.

Крупная система управления обычно состоит из большого количества агентов и менеджеров. Для организации автоматического взаимодействия между менеджерами и агентами необходимо каким-то образом задать данные, содержащие характеристики агентов и менеджеров. Менеджеру необходимо знать о том, какие агенты работают в системе управления, их имена и сетевые адреса, поддерживаемые ими классы управляемых объектов и т. п. Агенту также необходима аналогичная информация о менеджерах, так как ему нужно отправлять по своей инициативе уведомления и отвечать на запросы менеджеров.

Такие данные называются в модели OSI разделяемыми управляющими знаниями (shared management knowledge) между менеджером и агентом. (В системах на основе протокола SNMP организация этих данных не стандартизована, и в каждой конкретной системе управления эти данные хранятся в индивидуальной форме.) Разделяемые управляющие знания должны быть известны до установления ассоциации между

агентом и менеджером. Они должны храниться в каком-либо файле или распределенной базе данных и запрашиваться каждый раз, когда устанавливается ассоциация. Во время установления ассоциации происходит обмен разделяемыми управляющими знаниями.

Модель OSI стандартизирует различные аспекты организации управляющих знаний и доступа к ним. Для хранения этих знаний используются специальные системные объекты.

Стандарт ISO 10164-16.2 определяет модель объектов управляющих знаний и классы таких объектов. Кроме того, в нем прописаны функции работы с управляющими знаниями.

Три типа управляющих знаний и, соответственно, три типа объектов описывают эти знания.

Знания репертуара (Repertoire Knowledge) описывают возможности управляемой системы, включающие перечень поддерживаемых классов управляемых объектов, поддерживающие функции управления и именования. Знания репертуара помогают менеджеру идентифицировать возможности управляемых систем без доступа к ним.

Знания определений (Definition Knowledge) включают в себя формальные описания классов управляемых объектов, категории тестов, классов взаимосвязей и определения управляющей информации, понимаемой управляемой системой.

Знания об экземплярах (Instance Knowledge) обеспечивают информацию о конкретных экземплярах управляемых объектов, имеющихся в управляемой системе.

В системе управления знания о поддерживаемых классах объектов и о порожденных экземплярах объектов должны храниться в форме, удобной для предоставления модулям системы управления доступом к этой информации. Архитектура управления OSI предусматривает несколько схем базы данных, содержащей информацию об управляемых объектах и их классах. Модель представления данных является иерархической, поэтому эти схемы называют деревьями. Существуют следующие деревья.

Дерево наследования (Inheritance Tree) называется также деревом регистрации. Описывает отношения между базовыми и производными классами. Подчиненный класс наследует все характеристики суперкласса и дополняет их специфическими расширениями (дополнительными атрибутами, поведениями

и действиями). Классы объектов OSI регистрируются в том же дереве, что и объекты MIB Internet. Дерево наследования может быть глобальным, т. е. начинаться с корня, представляющего весь мир, или локальным, имеющим корень, соответствующий верхнему уровню объектов данной организации или сети. Все управляемые объекты OSI должны быть зарегистрированы в глобальном дереве ISO (в котором зарегистрированы объекты MIB-I, MIB-II, RMON-Remote MONitoring — удаленное наблюдение). Объекты, представляющие собой международные стандарты, регистрируются в международной ветви дерева, а частные модели, разработанные производителями систем управления, регистрируются в ветвях дерева, начинающихся с ветви «private».

Дерево включений (Containment Tree) описывает отношения включения управляемых объектов реальной системы.

Дерево имен (Naming Tree) определяет способ именования объектов в системе управления. Объекты OSI могут иметь имена нескольких типов: относительное отличительное имя (Relative Distinguished Name, RDN), отличительное имя (Distinguished Name, DN), иногда называемое полным отличительным именем (Full Distinguished Name, FDN), и локальное отличительное имя (Local Distinguished Name, LDN). Эти имена связаны с деревом включений, так как определяют имена объектов относительно включающих их объектов. Относительное имя RDN соответствует короткому имени, которое однозначно определяет объект среди множества других объектов, подчиненных тому же родительскому объекту. Например, имя *interface a* является RDN-именем, уникально характеризующим объект среди объектов, подчиненных объекту *node a*. Полное отличительное имя FDN представляет собой последовательность RDN-имен, начинающуюся в вершине глобального дерева имен, т. е. дерева, описывающего некоторую глобальную сеть. Наконец, локальное отличительное имя — это последовательность RDN-имен, но начинающаяся не в глобальном корне, а в корне дерева имен локальной системы управления, отвечающей за часть глобального дерева имен данной сети.

Дерево имен обычно совмещается с деревом включений.

Пример дерева включений показан на рис. 2.2. Экземпляр управляемого объекта класса *corg-conc* (корпоративный концентратор) имеет имя *B1*, а также атрибут *max-slotes*, опи-

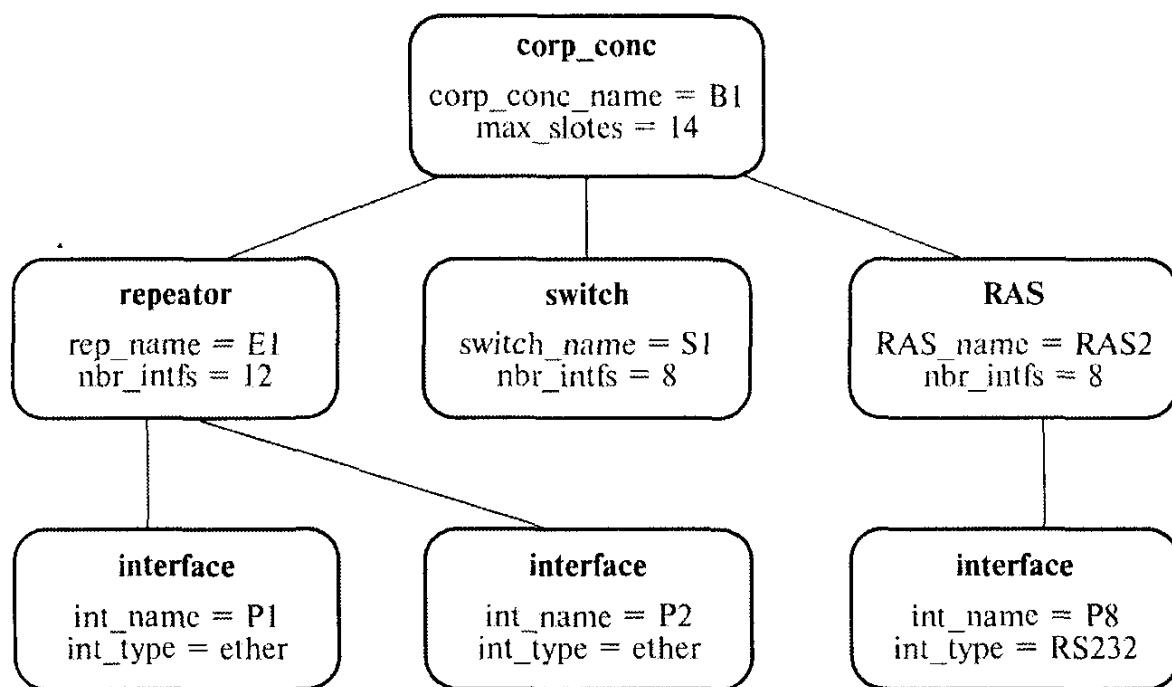


Рис. 2.2. Пример дерева включений

сывающий максимальное количество слотов данного класса концентраторов, равный в данном случае 14. В этот объект включен ряд других объектов: объекты класса repeator, switch и RAS, которые в свою очередь включают объекты типа interface, описывающие порты модулей концентратора.

Имя класса объекта позволяет обратиться к описанию класса и узнать полный список атрибутов этого класса или ссылку на родительский класс, у которого наследуются все или некоторые атрибуты. Имя экземпляра объекта дает информацию о принадлежности конкретного модуля или интерфейса определенному коммуникационному устройству, например имя B1.E1.P2 определяет второй порт модуля репитера E1, входящего в состав корпоративного концентратора B1.

Классы управляемых объектов OSI должны определяться в соответствии со стандартом GDMO (Guidelines for the Definition of Managed Objects — правила определения управляемых объектов), являющимся стандартом ISO 10165—4.

В GDMO определяется несколько шаблонов — пустых форм, которые заполняются для описания определенного класса управляемых объектов. В шаблоне класса перечисляются комплекты свойств (PACKAGES), которые составляют класс. Шаблон комплекта свойств PACKAGE перечисляет Атрибуты,

Группы атрибутов, Действия, Поведение и Уведомления, т. е. свойства, сгруппированные для удобства описания класса объектов. Отношения наследования между классами описываются с помощью шаблона связывания имен.

Атрибуты и Группы атрибутов определяют параметры объекта, которые можно читать и узнавать из них о состоянии объекта.

Свойства Действия описывают возможные управляющие воздействия, которые допускается применять к данному объекту, например мультиплексировать несколько входных потоков в один выходной.

Свойство Поведение описывает реакцию объекта на примененное к нему действие.

Уведомления составляют набор сообщений, которые генерирует объект по своей инициативе.

Заполненные шаблоны GDMO определяют представление класса и его свойств. Заполнение шаблонов выполняется в соответствии с нотацией ASN.1 (Abstract Syntax Notation One — язык для описания абстрактного синтаксиса данных). В отличие от стандартов SNMP, использующих только подмножество типов данных ASN.1, в GDMO и CMIP применяется полная версия ASN.1.

На основании правил GDMO определено несколько международных стандартов на классы управляемых объектов. Документы Definition of Management Information (DMI, ISO/IEC 10165-2:1991) и Generic Management Information (GMI, ISO/IEC CD 10165-5:1992) являются первыми определениями MIB на основе окончательной версии GDMO. Эти MIB могут рассматриваться как ISO-эквивалент для Internet MIB II, так как они создают основу для построения более специфических MIB. Например, DMI определяет класс объектов, называемый Топ, который является верхним суперклассом. Он содержит атрибуты, которые наследуются всеми другими классами управляемых объектов. Определены также классы объектов System и Network, занимающие верхние позиции в дереве наследования, так что любой агент должен понимать их атрибуты. В 1992 году была завершена работа над более специфическими классами объектов — объектами сетевого и транспортного уровней (ISO/IEC 10737-1 и ISO/ IEC 10733).

В настоящее время многие организации работают над созданием классов объектов на основе GDMO. Это и междуна-

родные организации по стандартизации — ISO, ITU-T, ANSI, ETSI, X/Open Company, и организации, разрабатывающие платформы и инструментальные средства для систем управления, такие как SunSoft, Hewlett-Packard, Vertel, ISR Global. Для телекоммуникационных сетей в рамках архитектуры TMN (Telecommunication Management Network — система управления систами операторов электросвязи) разработан стандарт M.3100, который описывает ряд специфических для телекоммуникационных сетей классов объектов.

Описания классов управляемых объектов OSI регистрируются как в частных ветвях дерева ISO — ветвях компаний Sun, Hewlett-Packard, IBM и пр., так и в публичных ветвях, контролируемых ISO или другими международными органами стандартизации. Из-за отсутствия одной регистрирующей организации, такой как IETF, использование классов объектов OSI представляет собой достаточно сложную задачу.

2.3. Модель управления ISO FCAPS

FCAPS (Fault Configuration Account Performance Security) — модель Международной организации по стандартизации, в которой отражены ключевые функции администрирования и управления сетями (обеспечивающей подсистемы ИС) и не рассматриваются вопросы администрирования функциональной или организационной подсистем. Модель учитывает то, что современные ИС — это системы передачи цифровой информации и предназначены для описания функций администрирования только таких систем. Согласно модели FCAPS все аспекты администрирования сети ИС можно описать при помощи *пяти видов функций* [26]. Соотношение моделей FCAPS и TMN, которая будет кратко рассмотрена далее, отражено на рис. 2.3.

В рекомендациях ITU-T X.700 и в стандарте ISO 7498-4 описаны пять функциональных групп модели FCAPS:

(F) Fault Management (управление отказами) — обнаружение отказов в устройствах сети, сопоставление аварийной информации от различных устройств, локализация отказов и инициирование корректирующих действий;

(C) Configuration Management (управление конфиурированием) — возможность отслеживания изменений, конфиури-

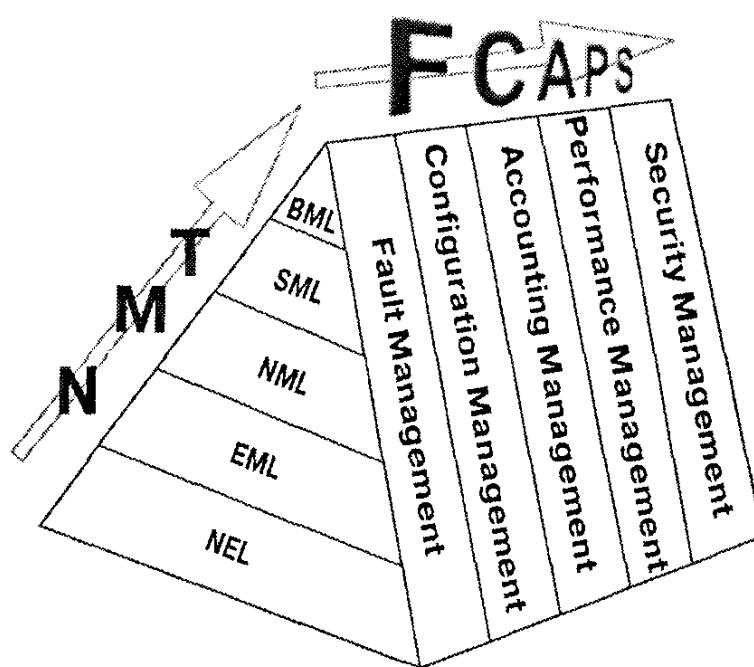


Рис. 2.3. Соотношение моделей FCAPS и TMN

рования, передачи и установки программного обеспечения на всех устройствах сети;

(A) Accounting Management (управление учетом) — возможность сбора и передачи учетной информации для генерации отчетов об использовании сетевых ресурсов;

(P) Performance Management (управление производительностью) — непрерывный источник информации для мониторинга показателей работы сети (QoS (Quality of Service, Качество обслуживания), ToS (Terms of Service, Тип обслуживания)) и распределения сетевых ресурсов;

(S) Security Management (Управление безопасностью) — возможность управления доступом к сетевым ресурсам и защите от угроз.

Управление отказами

Эта группа задач включает в себя выявление, определение и устранение последствий сбоев и отказов в работе сети. На этом уровне выполняется не только регистрация сообщений об ошибках, но и их фильтрация и анализ. Фильтрация позволяет выделить из весьма интенсивного потока сообщений об ошибках, только важные сообщения; маршрутизация обеспечивает их доставку нужному элементу системы управления, а анализ позволяет найти причину, породившую поток сообщений.

Устранение ошибок может быть как автоматическим, так и полуавтоматическим. В автоматическом режиме система непосредственно управляет оборудованием или программными комплексами и обходит отказавший элемент, например, за счет резервных каналов. В полуавтоматическом режиме основные решения и действия по устранению неисправности выполняют службы администратора системы, а система управления только помогает в организации этого процесса — оформляет квитанции на выполнение работ и отслеживает их поэтапное выполнение (подобно системам групповой работы).

В этой группе задач иногда выделяют подгруппу задач управления проблемами, подразумевая под проблемой сложную ситуацию, требующую для разрешения обязательного привлечения служб администратора системы для контроля над ошибочными ситуациями и служб эксплуатации.

Управление конфигурированием

Эти задачи заключаются в конфигурировании параметров как элементов сети, так и сети в целом. В современных устройствах все управление осуществляется с помощью программного обеспечения, так как конфигурирование даже средней системы представляется весьма трудоемкой задачей. При этом считается, что система размером до 50 портов (пользователей) — маленькая система, до 800 портов — средняя система и более 800 портов — большая система [64]. Для элементов сети, таких как маршрутизаторы, мультиплексоры и пр., с помощью этой группы задач устанавливаются сетевые адреса, идентификаторы (имена), географическое положение и другие базовые параметры.

Для сети в целом управление конфигурацией обычно начинается с анализа функциональной схемы сети, отображающей связи между элементами сети (аппаратными и программными модулями), создаваемой при проектировании ИС и предоставляемой администратору системы компанией-разработчиком. Средствами конфигурации ИС все производимые при этом процессе изменения должны отражаться в базе данных коммутации и маршрутизации устройств и на функциональных схемах сети.

Задание параметров запуска программного обеспечения или аппаратуры системы должно проводиться администратором

системы вручную с документированием полученных результатов и обязательным фиксированием значений параметров, заданных по умолчанию (defaults). Схема сети корректируется автоматически при помощи опроса специализированных программных средств (агентов), запущенных на устройствах сети специальными программными продуктами (менеджерами). Обычно такие программные средства используют протокол управления SNMP.

Настройка параметров запуска или эксплуатации операционных систем коммутаторов, маршрутизаторов, различных серверов является достаточно сложной задачей, требующей подготовленных специалистов-администраторов систем служб управления конфигурацией.

Управление учетом

Задачи этой группы составляют регистрацию права доступа и времени использования различных ресурсов системы — устройств, каналов, подсистем ввода-вывода, дискового пространства, транспортных служб. Помимо регистрации прав и времени работы эти задачи включают в себя различного вида отчетность об используемых ресурсах. Кроме того, функции учета имеют дело с таким понятием, как плата за ресурсы. Вопросы оплаты сервисов и информационных услуг, предоставляемых предприятием, из-за их специфического характера у различных предприятий и различных форм соглашения об уровне услуг не включаются в коммерческие системы управления типа HP Open View, а реализуются в специализированных системах (например, системах биллинга операторов связи). Эксплуатация таких систем обычно выделяется в отдельную задачу и не входит в компетенцию общих служб эксплуатации администратора системы.

Управление производительностью

Задачи этой группы связаны со сбором статистики, мониторингом, оптимизацией, метриками измерения производительности системы. Главное для администратора системы — понять, по каким именно метрикам (параметрам или критериям) следует рассчитать производительность системы. Ими могут быть время реакции системы, пропускная способность реального или виртуального канала связи между двумя объектами ИС, интенсивность трафика в отдельных сегментах и

каналах сети, вероятность искажения данных при их передаче через сеть, а также коэффициент готовности сети или ее определенной транспортной службы. Функции анализа производительности и надежности сети нужны как для оперативного управления сетью, так и для планирования развития сети.

Результаты анализа производительности и надежности позволяют контролировать соглашение об уровне обслуживания (Service Level Agreement, SLA), заключаемое между пользователем сети и ее администраторами (или компанией, продающей услуги). Обычно в SLA оговариваются такие параметры надежности, как коэффициент готовности службы в течение года и месяца, максимальное время устранения отказа, а также параметры производительности, например: средняя и максимальная пропускная способность при соединении двух точек подключения пользовательского оборудования, время реакции сети (если информационная служба, для которой определяется время реакции, поддерживается внутри сети), максимальная задержка пакетов при передаче через сеть (если сеть используется только как транзитный транспорт). Для анализа производительности системы администратору системы требуются дополнительные аппаратно-программные и диагностические средства для всех компонент обеспечивающей подсистемы, которые должны входить в ИС как ее неотъемлемая часть.

Управление безопасностью

Задачи этой группы составляют контроль доступа к ресурсам сети (данным и оборудованию) и сохранение целостности данных при их хранении и передаче через сеть. Базовыми элементами управления безопасностью являются процедуры авторизации, аутентификации, а также аудита пользователей (средства AAA или ЗА). Функции этой группы не только включаются в системы управления сетями, но и всегда реализованы в составе операционных систем, СУБД и системных приложений.

Они существуют и в виде специальных продуктов (например, системы аутентификации и авторизации Kerberos, различных защитных экранов, систем шифрования данных). Службы контроля безопасности администратора системы должны продумывать политику безопасности системы и согласованное использование данных средств во всех ее подсистемах.

На сегодняшний день модель FCAPS — это *основная модель администрирования* не только сетевых систем, но и любых ИС как систем передачи данных. Она наиболее распространена и после ее создания ISO была включена ITU в модель TMN.

2.4. Модель управления ITIL

Модель управления ITIL (IT Infrastructure Library) была создана специальным агентством OGC (Office of Government Commerce) при правительстве Великобритании как стандартный набор функций для осуществления управления ИТ-сервисов компаний. Описан этот набор функций в *библиотеке рекомендаций*, включающей в себя в разных вариантах от 40 до 60 книг [48].

В библиотеке содержатся рекомендации по тому, что надо делать для осуществления ИТ-услуг, но не то, как это надо делать. Последнее должно осуществляться сотрудниками ИТ-служб согласно выработанным в компании правилам, опыту сотрудников, их квалификации и техническим стандартам. Все управление выполняется не на базе управления подсистемами ИС, а на базе управления процессами ИТ-сервисов. Весь процесс сопровождения рассматривается, как структура для планирования, контроля, слежения за активностью ИТ-ресурсов предприятия. Он разделен на группы процессов стратегического уровня (например, организация ИТ-служб), тактического уровня (например, планирование и контроль ИТ-услуг) и оперативного уровня (например, поддержка ИТ-услуг). Перечислим 10 базовых процессов управления, которые обеспечивают поддержку и предоставление ИТ-сервисов ITSM (IT Service Management), а именно управление:

- инцидентами;
- проблемами;
- конфигурациями;
- изменениями;
- релизами;
- уровнем услуг;
- мощностью;
- доступностью;
- непрерывностью;
- безопасностью.

Отдельно описаны вопросы финансового управления, функции Service (Help) Desk. При этом пользователь ИС-компании стал рассматриваться как заказчик ИТ-услуг.

Основные книги библиотеки рекомендаций посвящены:

- поддержке услуг (Service support);
- предоставлению услуг (Service delivery);
- планированию внедрения управлением услугами (Planning to implement service management);
- управлению приложениями (Application management);
- управлению инфраструктурой инфокоммуникационных технологий (ICT Infrastructure management);
- управлению безопасностью (Security management);
- управлению конфигурацией программного обеспечения (Software Asset management);
- управлению развитием (The business perspective).

С моделью и рекомендациями ITIL по поддержке и предоставлению ИТ-услуг очень тесно связан стандарт ISO 20000. Он описывает интегрированное множество всех процессов управления ИТ-услугами, определенными ITIL, и дает информацию и подробную спецификацию на то, как предприятию организовать ИТ-сервисы, чтобы получить международный сертификат, подтверждающий их соответствие стандарту в аккредитованной внешней организации.

Первая библиотека рекомендаций ITIL появилась в 1980-х гг., а в 2007 г. вышла версия ITILv3. Популярность ITIL во многом обусловлена тем, что эта модель воспринимается ИТ-сообществом как концентрированное выражение передового международного опыта по управлению ИТ-инфраструктурой и информационными системами и идеологией построения ИТ-процессов, которые в конечном счете приведут к созданию сервисной модели работы всех ИТ-служб предприятия, включая службы администратора системы. Следует отметить, что все эти процессы нацелены не просто на обеспечение бесперебойной работы компонент ИТ-инфраструктуры, а в большей степени на выполнение требований пользователя и заказчика. В конечном счете, все процессы ITIL работают на повышение конкурентоспособности ИТ-подразделения компаний, так как они вынуждены конкурировать с аутсорсинговыми компаниями. Использованный в библиотеке подход полностью соответствует и стандартам серии ISO 9000 (ГОСТ Р ИСО 9000).

2.5. Модель управления ITU TMN

Концепция TMN (Telecommunication Management Network) основана на базовых принципах управления открытыми системами. Общие положения концепции TMN определены в Рекомендациях ITU-T M.3010. Архитектура и принципы построения TMN обеспечивают реализацию задач по управлению, оперативному контролю и эксплуатации разнородного телекоммуникационного оборудования и систем электросвязи, которые изготовлены различными фирмами-производителями (рис. 2.4). TMN предназначена для управления услугами сетей связи, для эксплуатации и технического обслуживания оборудования, для оперативно-технического контроля и администрирования сетевых устройств с целью обеспечить нормативное качество оказания услуг связи [12].

Объектами управления TMN являются телекоммуникационные ресурсы. Телекоммуникационные ресурсы управления физически представляют собой реальное оборудование связи — стойки, функциональные блоки, модули, на определенные свойства которых можно осуществлять целенаправленное управляющее воздействие.

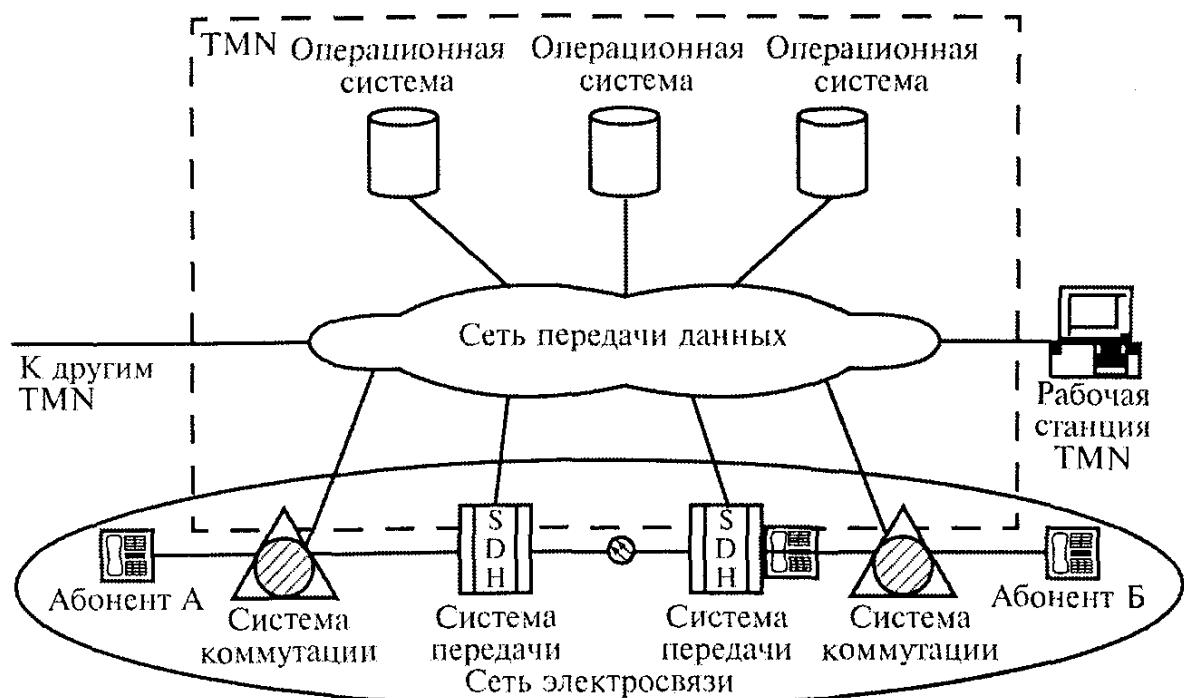


Рис. 2.4. TMN и сеть электросвязи

TMN описывает для оператора связи услуги по управлению сетями электросвязи. Услуги управления определяются как компоненты, предлагаемые TMN для удовлетворения потребностей оператора в сетевом управлении. Каждая из этих компонент, например, генерация сообщения о неисправности является функцией управления. Обмен информацией предусматривает прежде всего выдачу команд управления, получение подтверждения, выполнение команд и передачу в систему управления результатов выполнения команд.

Обмен командами управления и иной информацией между TMN и оборудованием связи осуществляется через опорные точки, которые реализуются в виде стандартизованных или нестандартизированных интерфейсов TMN. Для передачи сигналов и команд управления TMN соединяется с оборудованием систем и средств электросвязи при помощи сети передачи данных (Data Communication Network — DCN), которая реализует транспортные уровни TMN согласно модели OSI.

Функции прикладного уровня TMN реализуются с помощью одной или нескольких операционных систем (Operations Systems).

Операционные системы выполняют следующие задачи:

- обеспечивают обработку данных (поступающих от управляемой сети электросвязи) в целях мониторинга и контроля функционирования телекоммуникационного оборудования, а также для обеспечения работы собственно TMN;
- поддерживают информационную модель сети электросвязи, которая представляет собой описание физических объектов электросвязи с использованием принятой информационной технологии и специальных программных средств, например СУБД;
- обеспечивают работу прикладных программных средств управления (приложение управления), которые реализуют большинство услуг и функций управления системами.

Функции управления могут выполняться непосредственно администратором системы или частично в автоматическом режиме. Кроме того, ОС обеспечивает поддержку терминалов пользователя и форматирование данных.

Некоторые функции управления могут выполняться несколькими операционными системами. В этом случае DCN

используется для обмена информацией между различными управляющими системами, а также для соединения между рабочими станциями и операционными системами, что позволяет операторам и администраторам получать и интерпретировать информацию управления.

Рабочие станции имеют графические интерфейсы согласно рекомендации ITU-T Z.300. Детальное определение такого интерфейса находится вне рамок рекомендаций ITU-T по TMN. Рабочая станция поддерживает язык общения человек—машина и обладает возможностями обработки данных, средствами ручного и автоматического ввода-вывода информации. Вместо рабочей станции может использоваться терминал управления.

Кроме того, на основе DCN данная TMN может взаимодействовать с другими аналогичными TMN. Это взаимодействие, по сути, является взаимодействием различных операционных систем.

Минимальные возможности TMN обеспечивают единичное соединение между управляющей системой, рабочей станцией и отдельным устройством электросвязи. В максимальной конфигурации TMN представляет собой технически сложную сеть, которая объединяет в единый комплекс управления значительное число различных систем и средств электросвязи, используя при этом несколько типов управляющих систем, с учетом территориальной удаленности объектов управления друг от друга. При этом в TMN учитывается, что сеть электросвязи состоит из многих типов аналогового и цифрового оборудования, которое, в частности, включает в себя:

- системы передачи SDH и PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy — Плэзиохронная цифровая иерархия);
- электронные АТС (автоматическая телефонная станция);
- сигнальные пункты системы общеканальной сигнализации ОКС № 7;
- оборудование для оказания телематических услуг;
- серверы доступа в Интернет;
- маршрутизаторы и коммутаторы сетей передачи данных.

По стандартам TMN такое оборудование обычно называется элементом сети или сетевым элементом (Network Element — NE).

При необходимости описания элемента сети в TMN можно детализировать оборудование до уровня отдельной стойки, функционального блока, модуля. Элементы сети предоставляют клиентам и абонентам услуги электросвязи благодаря использованию телекоммуникационных технологий, а также поддерживают обмен с OS. При этом элемент сети может быть централизованным или распределенным, в том числе географически. В последнем случае имеется в виду, например, АТС и ее выносы, территориально протяженная система передачи и т.п.

С учетом характеристик управления открытыми системами TMN функционально должна обеспечивать:

- обмен информацией управления между сетями электросвязи и сетью TMN;
- преобразование информации управления для различных систем связи в единый формат в целях обеспечения совместимости и согласованности данных в TMN;
- перенос информации управления между различными компонентами в TMN;
- анализ и соответствующую реакцию на информацию управления;
- преобразование информации управления в форму, которая понятна пользователю системы управления — оператору или администратору; в результате повышается качество услуг управления и обеспечивается дружественное взаимодействие с пользователями посредством общепринятых стандартов графического отображения информации;
- защищенный доступ к информации по управлению для пользователей TMN;
- контроль крупных и сложных объектов управления.

С точки зрения оператора связи можно сформулировать следующие цели, которые должны быть достигнуты при внедрении TMN:

- минимальное время реакции системы управления на существенные сетевые события;
- минимизация нагрузки, создаваемой системой управления; это особенно важно в случае, когда для передачи информации управления используются ресурсы сети

- электросвязи общего пользования, а не выделенные каналы связи;
- реализация процедур для изоляции мест повреждения (неисправностей) в реальном времени, возможность дистанционного вызова и запуска процедур восстановления повреждений;
- учет различных схем организации сетей связи при реализации функций управления.

С учетом сложности и многообразия задач, решаемых TMN, существуют несколько способов описания ее свойств. Каждый способ описания соответствует ряду свойств сети. В терминах TMN в этом случае говорится об архитектуре сети. Здесь под архитектурой понимается совокупное обозначение состава и структуры TMN, взаимное расположение и способы взаимодействия компонентов TMN между собой и с внешней средой. Рекомендации ITU-T M.3010 определяют общие понятия концепции управления TMN и представляют несколько видов архитектуры управления с позиции различных уровней ее описания:

- функциональная архитектура TMN, которая описывает ряд функций управления;
- физическая архитектура TMN, которая определяет, как и какими средствами функции управления могут быть реализованы на вычислительном или ином оборудовании;
- информационная архитектура TMN, которая описывает понятия TMN на основе стандартов управления OSI в рамках объектно-ориентированного подхода;
- логическая многоуровневая архитектура TMN (Logical Layered Architecture, LLA), которая показывает, как управление сетью может быть структурировано в соответствии с различными потребностями администрации связи.

В рамках концепции TMN существует иерархия «обязанностей», связанных с управлением теми или иными объектами. Эта иерархия может быть описана с помощью термина «уровень управления». Соответственно архитектура, которая описывается с помощью уровней, называется логической многоуровневой архитектурой (LLA) TMN.

Появление LLA обусловлено тем, что задачи сетевого управления достаточно сложны и многоплановы. Для упрощения управления и разграничения полномочий между различными

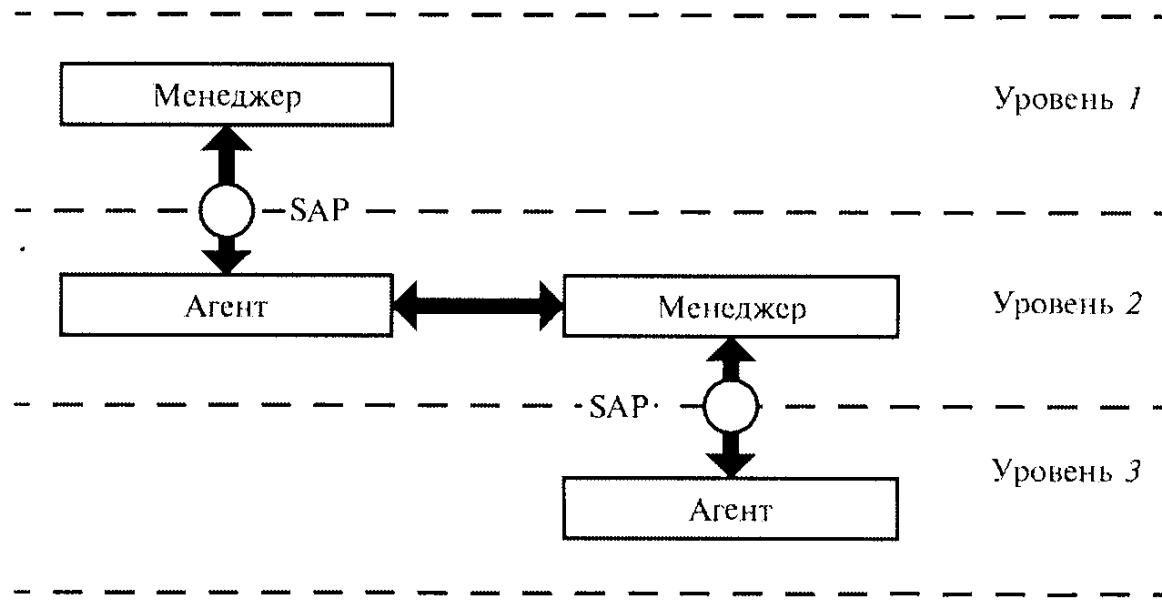


Рис. 2.5. Декомпозиция функциональности управления
(SAP — точка доступа к услуге)

участниками процесса управления функциональные возможности TMN вместе с необходимой информацией могут быть разбиты на ряд логических уровней. Принцип такого иерархического разбиения показан на рис. 2.5.

Уровень 2 на границе между уровнями 1 и 2 (рис. 2.5) предоставляет услуги по управлению уровню 1. Предоставление услуг реализовано с помощью передачи на вышестоящий уровень 1 информации управления, которая формируется с помощью программы-агента уровня 2. Управление, которое осуществляется на уровне 1, не требует детальной и подробной информации о состоянии уровня 2; программа-агент на уровне 2 будет формировать только ту информацию управления, которая необходима для принятия решений на уровне 1 по принципу «знать только то, что нужно для работы».

Принцип иерархического представления может применяться рекурсивным способом — предоставление информации управления уровнем 3 может быть обеспечено для уровня 2 с помощью программы-агента уровня 3.

Принципиально важно отметить, что по аналогии с моделью OSI уровень 1 не может напрямую управлять уровнем 3, для этого уровень 1 получает услуги управления от уровня 2, а уровень 2, в свою очередь, получает услуги управления от уровня 3. То есть уровень 1 управляет уровнем 3 через уровень 2.

Функциональные возможности сети TMN определяются пятью уровнями управления (рис. 2.6):

- уровень управления бизнесом (Business Management Layer — BML);
- уровень управления услугами (Service Management Layer — SML);
- уровень управления сетью (Network Management Layer — NML);
- уровень управления элементом (Element Management Layer — EML);
- уровень элемента сети (Network Element Layer — NEL).

Реализации TMN могут включать в себя бизнес-функции (Business Operation System Function — B-OSF), которые имеют отношение ко всем управляемым сетям/системам связи и осуществляют общую координацию делового управления оператора связи. Сервисные функции (S-OSF) на уровне управления услугами имеют отношение к услугам связи, предоставляемым с помощью технических средств одной или несколькими сетями электросвязи, и обеспечивают интерфейс с абонентом или клиентом.

Сетевые функции (N-OSF) реализуют функции управления приложениями TMN, которые ориентированы на управление

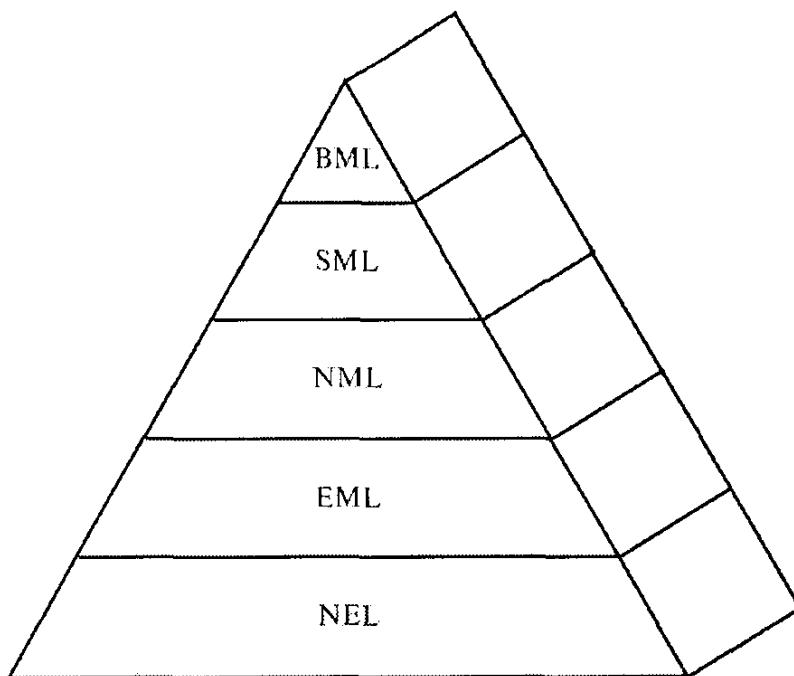


Рис. 2.6. Модель TMN и ее уровни управления

сетями связи. При этом N-OSF взаимодействуют с функциями элементов сети (E-OSF). В свою очередь, E-OSF обеспечивают управление отдельными сетевыми элементами. В итоге N-OSF и E-OSF обеспечивают управление сетью электросвязи на уровне телекоммуникационного оборудования и предоставляют сетевую информацию по запросам сервисных S-OSF.

Функции элемента сети (Network Element Function – NEF) входят в состав уровня EML и управляются с его стороны или со стороны уровня сетевого управления.

В рамках LLA предполагается, что программы-менеджеры OSF любого уровня могут управлять OSF-агентами, находящимися на том же уровне либо на нижерасположенном уровне. Это управление как в пределах данной TMN, так и между разными TMN осуществляется через опорные точки q или x соответственно. Управление агентами NEF происходит с помощью E-OSF либо OSF других уровней.

Уровень элемента сети — это собственно телекоммуникационное оборудование с функционирующей программой-агентом для сбора информации и обработки управляющих воздействий, поступающих от уровня управления элементом.

Уровень управления элементом сети. Отдельные элементы сети управляются с помощью E-OSF на данном уровне. На этом уровне осуществляется взаимодействие со специфическими функциями данного оборудования, реализация которых зависит от поставщика оборудования. В результате специфические функции оборудования скрываются уровнем управления сетевым элементом от других уровней модели TMN.

В качестве примера можно привести следующие функции, выполняемые на уровне управления элементом сети:

- обнаружение ошибок и неисправностей телекоммуникационного оборудования и систем связи;
- измерение потребляемой мощности;
- измерение температуры оборудования;
- измерение задействованных ресурсов оборудования связи, например загрузки центрального процессорного элемента, наличия свободного места в буфере передачи/приема, длины очереди и т.п.;
- регистрация статистических данных;
- модификация программного обеспечения.

Функциональные возможности сети TMN определяются пятью уровнями управления (рис. 2.6):

- уровень управления бизнесом (Business Management Layer — BML);
- уровень управления услугами (Service Management Layer — SML);
- уровень управления сетью (Network Management Layer — NML);
- уровень управления элементом (Element Management Layer — EML);
- уровень элемента сети (Network Element Layer — NEL).

Реализации TMN могут включать в себя бизнес-функции (Business Operation System Function — B-OSF), которые имеют отношение ко всем управляемым сетям/системам связи и осуществляют общую координацию делового управления оператора связи. Сервисные функции (S-OSF) на уровне управления услугами имеют отношение к услугам связи, предоставляемым с помощью технических средств одной или несколькими сетями электросвязи, и обеспечивают интерфейс с абонентом или клиентом.

Сетевые функции (N-OSF) реализуют функции управления приложениями TMN, которые ориентированы на управление

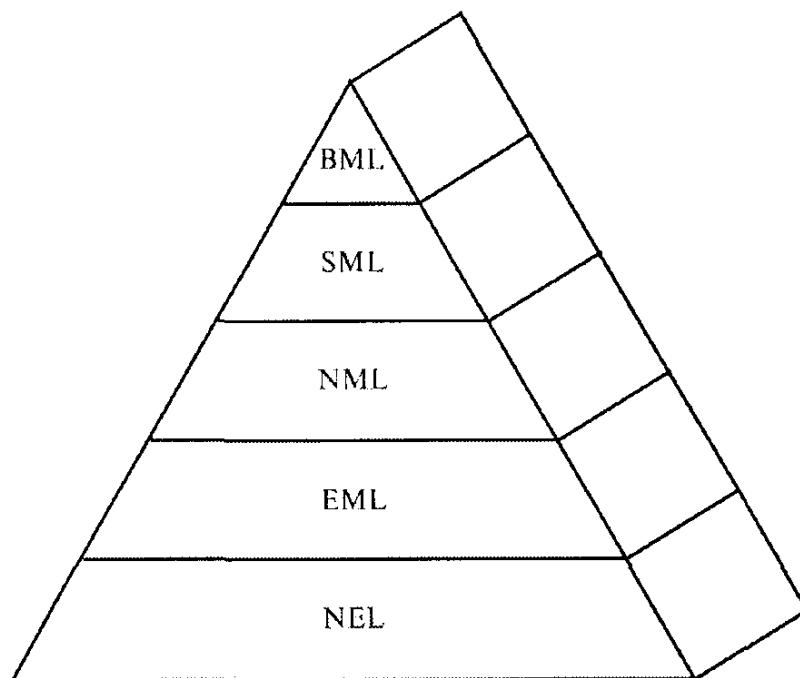


Рис. 2.6. Модель TMN и ее уровни управления

сетями связи. При этом N-OSF взаимодействуют с функциями элементов сети (E-OSF). В свою очередь, E-OSF обеспечивают управление отдельными сетевыми элементами. В итоге N-OSF и E-OSF обеспечивают управление сетью электросвязи на уровне телекоммуникационного оборудования и предоставляют сетевую информацию по запросам сервисных S-OSF.

Функции элемента сети (Network Element Function — NEF) входят в состав уровня EML и управляются с его стороны или со стороны уровня сетевого управления.

В рамках LLA предполагается, что программы-менеджеры OSF любого уровня могут управлять OSF-агентами, находящимися на том же уровне либо на нижерасположенном уровне. Это управление как в пределах данной TMN, так и между разными TMN осуществляется через опорные точки q или x соответственно. Управление агентами NEF происходит с помощью E-OSF либо OSF других уровней.

Уровень элемента сети — это собственно телекоммуникационное оборудование с функционирующей программой-агентом для сбора информации и обработки управляющих воздействий, поступающих от уровня управления элементом.

Уровень управления элементом сети. Отдельные элементы сети управляются с помощью E-OSF на данном уровне. На этом уровне осуществляется взаимодействие со специфическими функциями данного оборудования, реализация которых зависит от поставщика оборудования. В результате специфические функции оборудования скрываются уровнем управления сетевым элементом от других уровней модели TMN.

В качестве примера можно привести следующие функции, выполняемые на уровне управления элементом сети:

- обнаружение ошибок и неисправностей телекоммуникационного оборудования и систем связи;
- измерение потребляемой мощности;
- измерение температуры оборудования;
- измерение задействованных ресурсов оборудования связи, например загрузки центрального процессорного элемента, наличия свободного места в буфере передачи/приема, длины очереди и т.п.;
- регистрация статистических данных;
- модификация программного обеспечения.

Следует отметить, что OSF на уровне управления элементом и NEF могут выполняться в виде единого или различных программно-аппаратных модулей.

Уровень управления сетью осуществляет функции управления, касающиеся взаимодействия между многими видами телекоммуникационного оборудования. На уровне управления сетью внутренняя структура элемента сети «невидима». Это означает, к примеру, что состояние буфера устройства приема/передачи, температура оборудования и т.п. не могут напрямую контролироваться и управляться этим уровнем.

Примеры функций, выполняемых на уровне управления сетью:

- создание полного представления о сети (информационная модель сети);
- создание обходных путей установления соединения в целях поддержки QoS для конечных пользователей;
- модификация и обновление таблиц маршрутизации;
- мониторинг загрузки линий и каналов связи;
- оптимизация возможностей сети для повышения эффективности использования средств и систем связи;
- обнаружение неисправностей и ошибок программного обеспечения.

OSF на уровне управления сетью используют информацию управления, которая не зависит от производителей систем. Эта информация предоставляется OSF на уровне управления элементом сети. OSF на уровне управления сетью функционирует в виде программы-менеджера, а на уровне управления элементом сети — в виде программы-агента.

Уровень управления услугами (сервисами) затрагивает вопросы управления, которые непосредственно касаются пользователей услуг связи. Это могут быть клиенты оператора, абоненты сетей связи, а также администрации операторов связи или провайдеров услуг. Управление услугами осуществляется на основе информации, которая предоставляется уровнем управления сетью. При этом уровень управления услугами не видит детальную внутреннюю структуру сети. Маршрутизаторы, АТС, системы передачи не могут непосредственно управляться с уровня управления услугами.

Примеры функций управления, которые выполняются на уровне управления услугами:

- контроль качества услуг связи (задержки, потери и т.д.);

- учет объема использования услуг связи;
- добавление и удаление пользователей;
- назначение сетевых адресов и номеров телефонных аппаратов;
- сопровождение группы адресов или номеров, например, присоединенного оператора.

Формулировка и использование понятия «управление услугами» является одним из наиболее ценных вкладов концепции TMN в разработку системы управления услугами и сетями связи. Управление услугами может использоваться во многих случаях.

Уровень управления бизнесом отвечает за управление предприятием в целом. Этот уровень следует рассматривать в широком контексте, при этом управление связью — это только часть управления бизнесом. Управление бизнесом можно рассматривать скорее как целевую установку, нежели как достижение цели. По этой причине управление бизнесом более связано со стратегией управления сетями электросвязи в экономическом аспекте, нежели с оперативным управлением сетью.

На основании логической многоуровневой архитектуры TMN можно осуществлять логическое разбиение систем управления, которые являются физической реализацией системы управления на принципах TMN. Системы управления представляют собой распределенную или централизованную вычислительную систему, которая состоит из серверных ЭВМ, рабочих станций и персональных компьютеров, связанных между собой с помощью сетевого оборудования DCN. На серверах и компьютерах установлено разнообразное программное обеспечение: сетевые операционные системы, программное обеспечение удаленного доступа, СУБД, операционные системы рабочих станций, приложения управления электросвязью и средства администрирования этими приложениями.

Приложения управления могут осуществлять аналитическую обработку данных и взаимодействовать со службами администратора системы. Например, АС может вывести на экран графики ежедневной нагрузки, сведения об отказах оборудования, проанализировать качество предоставления услуг связи и т.п. Кроме того, приложения управления осуществляют сбор, обработку данных от оборудования и систем электросвязи, генерируют и передают управляющие воздействия на элемент сети.

2.6. Модель управления еТОМ

Расширенная карта процессов деятельности телекоммуникационной компании еТОМ (enhanced Telecom Operations Map) является частью программы международного консорциума TeleManagement Forum (TMF) NGOSS (Next Generation Operation Systems and Software) и представляет собой эталонную архитектуру для классификации и систематизации бизнес-процессов компаний связи, позволяющую интегрировать различные системы управления и поддержки предоставления услуг [12, 24]. Международная некоммерческая организация TeleManagement Forum (TMF) объединяет на сегодня более пятисот крупных компаний-операторов связи, производителей телекоммуникационного оборудования, консалтинговых компаний и других участников рынка связи. В рамках деятельности TMF была разработана эталонная архитектура бизнес-процессов компаний связи — расширенная карта бизнес-процессов телекоммуникационной компании еТОМ, а также концепция системы операционной поддержки следующего поколения NGOSS.

Карта еТОМ описывает все бизнес-процессы, которые могут иметь место в работе предприятия телекоммуникационной отрасли (включая администрирование ИС компаний связи), и анализирует их с разной степенью детализации в зависимости от важности процесса для бизнеса. Для разработчиков программного обеспечения архитектура еТОМ определяет исходя из нужд потребителя границы компонентов информационных систем и дает представление о наборе функций, которые должен поддерживать продукт, и их входных и выходных данных.

Карта еТОМ полностью отражает все аспекты деятельности предприятия связи, однако сделана максимально общей, что обеспечивает ее независимость от организационной структуры компании, используемых технологий и предоставляемых услуг. Карта может применяться в качестве инструмента как для анализа существующих, так и для разработки новых бизнес-процессов, существенно ускоряя их внедрение. Ее применение позволяет выявить бизнес-процессы, выполняющие одинаковые функции, и устранять такое дублирование, определять недостающие бизнес-процессы, оценивать стоимостные показатели и эффективность отдельных бизнес процессов.

сов. При разработке еTOM большое внимание было уделено другим отраслевым стандартам, в частности ITIL, что упрощает разработку и внедрение систем управления.

Адекватно модели еTOM разрабатываются системы поддержки бизнеса и операций предприятия связи — системы BSS (Business Service Support) и OSS (Operation Service Support).

В рамках жизненного цикла TMF NGOSS представлены четыре аспекта деятельности.

Бизнес-ракурс (Business View) наиболее наглядно представляет бизнес-процессы, потоки работ и соответствующие требования к информации.

Системный ракурс (System View) отражает «моделирование системного решения». В этом ракурсе информационная модель расширяется путем добавления дополнительных деталей, таких как операционные бизнес-сущности. Здесь описывается взаимосвязь между бизнес-процессами, сценариями их использования, контрактами и информационной моделью.

Ракурс внедрения (Implementation View) добавляет к системному ракурсу параметры автоматизации. Здесь определяются пользовательские интерфейсы и логика поддержки бизнес-процессов.

Ракурс развертывания (Deployment View) обеспечивает необходимые аппаратные и программные средства для поддержки приложения. Этот ракурс представляет техническую инфраструктуру, которая может справиться с быстроизменяющимися приложениями и совокупностью пользователей.

Каждый ракурс может влиять на другие ракурсы, однако их можно моделировать и анализировать независимо друг от друга. Основой для всех четырех ракурсов являются четыре составляющие:

- карта бизнес-процессов еTOM;
- унифицированная модель данных/информации Shared Information and Data Model (SID);
- структура интеграции систем, которая описывает интерфейс между компонентами NGOSS, механизмы коммуникации, управления стратегией и процессами;
- структура приложений ТОМ (Telecom Operations Map — карта телекоммуникационных приложений, обеспечивающая представление структуры программных приложений).

Архитектура еTOM является базой для анализа и проектирования бизнес-процессов в отрасли связи и ориентиром при проектировании и разработке решений OSS/BSS.

Преимущества использования еTOM в компании согласно рекомендации M.3050 Международного союза электросвязи заключается в том, что карта еTOM:

- предлагает стандартные структуру, терминологию и систематику для описания бизнес-процессов телекоммуникационной компании и их элементов;
- позволяет применить единый стандарт разработки бизнес-процессов во всех подразделениях компании;
- является основой для понимания и управления набором разнообразных приложений и информационных систем с точки зрения требований бизнес-процессов;
- обеспечивает системное и высококачественное описание целевых сквозных бизнес-процессов с возможностью оптимизации их стоимости и производительности, а также использования существующих процессов и систем;
- в результате широкого применения на различных предприятиях отрасли упрощает внедрение готового типового ПО, что дешевле внедрения специального ПО для конкретного предприятия.

В 2004 г. Международный союз электросвязи (ITU-T) выпустил на базе версии 4.0 спецификации еTOM рекомендации серии M.3050, в которых карта еTOM де-юре становится эталонной архитектурой для бизнес-процессов компаний отрасли связи. А в 2007 году была выпущена последняя версия спецификации еTOM — GB921 v.7.0, являющаяся частью релиза NGOSS и основанная на принятой МСЭ-Т версии 4.0.

Рекомендации ITU-T, описывающие бизнес-модель еTOM

M.3050.0 — еTOM — Introduction

M.3050.1 — еTOM — The Business Process Framework (TMF GB921 v 4.0)

M.3050.2 — еTOM — Process Decomposition and Descriptions (TMF GB921 v 4.0 Addendum D)

M.3050.3 — еTOM — Representative Process Flows (TMF GB921 v 4.0 Addendum F)

M.3050.4 — еTOM - B2B Integration: Using B2B Inter-enterprise integration with еTOM (TMF GB921 v4.0 Addendum B)

M.3050 Supplement 1 – eTOM - ITIL Application Note (TMF GB921 v 4.0 Addendum L)

M.3050 Supplement 2 – eTOM - Public Business Operations (BOM) Application Note (TMF GB921 v4.0 Addendum C)

. M.3050 Supplement 3 – eTOM to M.3400 (TMN management function) Mapping

Состав релиза 7.0 спецификации еTOM (январь 2007 г.)

GB921 – Enhanced Telecom Operations Map (eTOM): The Business Process Framework (основной документ)

GB921B – Приложение B: eTOM-B2B Integration: Using B2B Inter-enterprise integration with the eTOM

GB921 – Практическое руководство С: eTOM Public B2B Business Operations Map (BOM)

GB921 – Приложение D: Process Decomposition and Descriptions

GB921 – Приложение F: Process Flow Examples

GB921 – Приложение P: An eTOM Primer

GB921 – Практическое руководство Т: eTOM to M.3400 Mapping

GB921 – Практическое руководство U: User Guidelines for eTOM

GB921 – Практическое руководство V: An Interim View of An Interpreter's Guide for eTOM ITIL Practitioners

В центральном документе спецификаций еTOM TMF GB921 представлен обзор архитектуры еTOM, причем рассмотрены аспекты, как внутренних бизнес-процессов компании связи, так и ее взаимодействия с другими участниками рынка; описаны основные структурные элементы карты и подход к ее построению.

В приложении GB921D приведена декомпозиция бизнес-процессов поставщика инфокоммуникационных услуг на нескольких уровнях детализации, начиная с самого верхнего концептуального уровня и заканчивая уровнем, достаточным для непосредственного применения бизнес-процессов на практике в отрасли связи.

В приложении GB921F разобран ряд сквозных бизнес-процессов, отражающих взаимосвязь и последовательность выполнения процессов-элементов, показан подход к применению еTOM для описания сквозных бизнес-процессов.

Приложение GB921B содержит информацию об особенностях применения средств электронного бизнеса в компаниях связи и о роли архитектуры eTOM в этом процессе. Документ описывает взаимодействие «бизнес–бизнес» в терминах eTOM. С данным приложением непосредственно связано практическое руководство GB921C, в котором рассматривается карта бизнес–операций (Business Operations Map, BOM), описывающая бизнес–процессы, которые затрагивает взаимодействие бизнес–бизнес.

В помощь тем, кто впервые сталкивается с архитектурой eTOM, разработано приложение GB921P, включающее в себя базовую информацию о карте и написанное простым и понятным языком. Практическое руководство GB921U посвящено практическим аспектам применения eTOM в компании и содержит ряд полезных указаний по внедрению карты.

В практическом руководстве GB921V (в более ранних релизах — GB912L) рассматриваются вопросы использования архитектуры eTOM для моделирования процессов библиотеки ITIL и взаимосвязь двух моделей. Наконец, в практическом руководстве GB921T рассмотрены взаимосвязь и взаимное отображение бизнес–процессов eTOM и функций управления модели TMN, описанной в рекомендации M.3400 МСЭ–Т.

Помимо «бумажных» стандартов, TMF выпустил интерактивную модель eTOM по спецификации GB921 (Casewise Corporate Modeler). Модель позволяет получить визуальное представление о структуре и процессах компании связи в простом и наглядном виде.

Кроме того, TMF разрабатывает руководства по внедрению eTOM и проводит специализированные тренинги по всему миру. При этом большое внимание уделяется взаимосвязи с другими проектами TMF в рамках работы над NGOSS, а также разработками других организаций (ITIL, ITU–Т и др.).

Архитектуру бизнес–процессов eTOM используют в своей работе ведущие мировые операторы и поставщики услуг связи. Приведем несколько примеров. На карту eTOM ориентировались при разработке глобальной корпоративной ИТ–архитектуры в компании Vodafone. В British Telecom eTOM используется в качестве отправной точки при определении границ функциональности существующих и планируемых информационных систем и их компонентов, а также служит

независимой эталонной моделью и лексиконом для описания бизнес-процессов.

В рекомендациях TMF стандартизированы процессы, выполняемые на уровнях 0–3. Поэтому компании, применяющие карту, производят декомпозицию до 4-го и 5-го уровней, а иногда и до 6-го уровня, опираясь на собственные бизнес-процессы и практический опыт.

2.7. Модель RPC

Для того чтобы дальше рассматривать вопросы поддержки и управления ИС службами, администратору системы необходимо остановиться еще на одной модели — модели работы любого приложения в сети.

Международная организация по стандартизации в модели OSI определила на прикладном уровне функции работы отдельных приложений и отразила эти функции в протоколах OSI прикладного уровня. Практически во всех операционных системах (ОС) эти функции реализованы на уровне ядра ОС или СУБД и определено, что выполняется специальной ОС (операционной системой сервера), а что операционной системой рабочей станции. На рис. 2.7 представлено соответствие приложений, предлагаемых ISO в модели OSI, уровню их реализации в ОС [52].

В ОС по определенным правилам работают приложения: передачи сообщений (MHS), организации директорий (DS), файловой системы (FTAM), удаленного терминала (VT), управления (SNMP). Эти функции выполняются ядром (core) OS и ядром СУБД. Для рабочих станций в любой OS стандартизируется работа оболочки (Shell) и эмулятора NETBIOS (IBM — программа для взаимодействия компьютеров между собой). Заметим, что ядро ОС и ядро СУБД должны работать в любой телекоммуникационной среде (CORE OS, CORE DB на рис. 2.7). На рис. 2.7 показаны протоколы компании SUN Microsystems. Компания SUN предложила свою модель реализации протоколов трех верхних уровней модели OSI. Она называется SUN ONC (Open Network Computing). Данная модель реализована SUN Microsystems в ОС UNIX. Это протоколы NFS, XDR (ASN.1) и RPC. Создатели Интернет описали эти

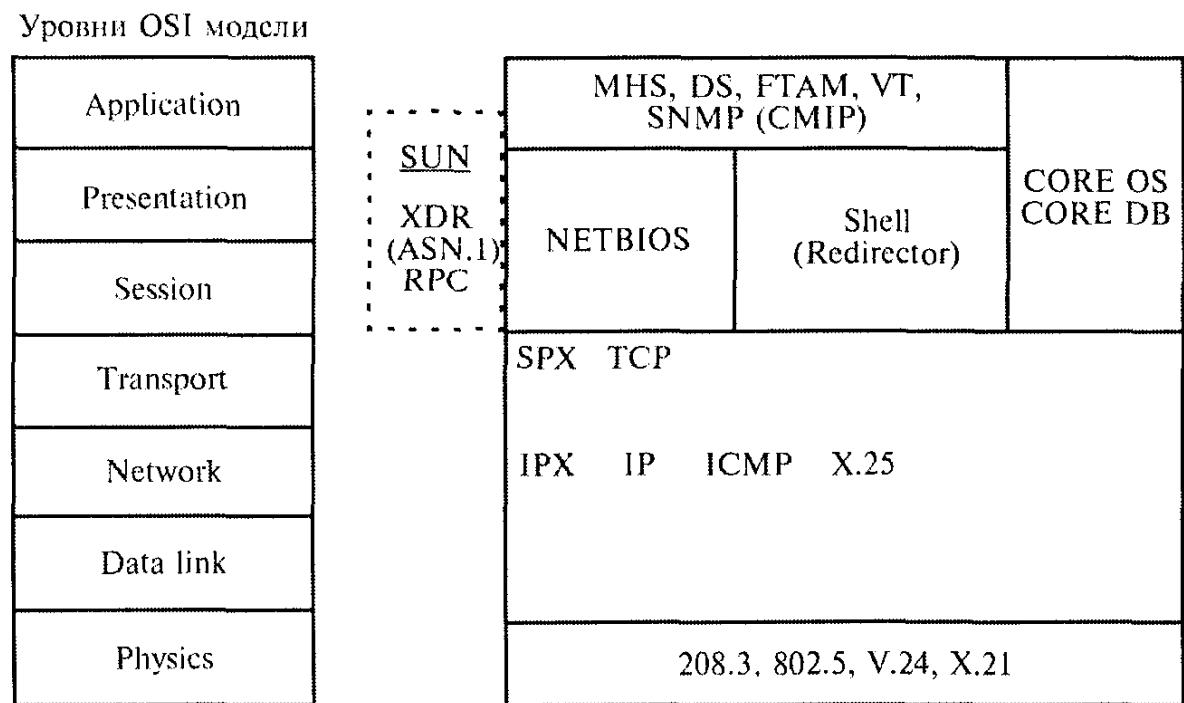


Рис. 2.7. Соответствие приложений ISO уровню их реализации в операционной системе

протоколы в отдельных RFC и фактически провозгласили стандарт на файловую систему, обращение между приложениями и описание данных в машинно-независимом формате [52, 53].

NFS (Network File System) — протокол организации и доступа к файловой системе в удаленном варианте. Этот доступ стандартизирован для всех OS и приложений при помощи специальных библиотек — процедур RPC.

RPC (Remote Procedure Call Protocol) — это совокупность библиотек, которые позволяют вызывать С-процедуры для общения между узлами сети. Библиотеки входят в состав OS или СУБД. Локальное приложение всегда обращается к оболочке (shell, redirector) на рабочей станции. Этот программный продукт определяет, требует ли этот запрос работы на локальной станции или он должен быть передан в сеть для обработки на сервере. Сервер обрабатывает множество RPC-запросов и файлов при помощи NFS. После обработки запроса сервер отправляет через RPC ответный пакет приложению. Такое приложение в сети называют *клиентом*,

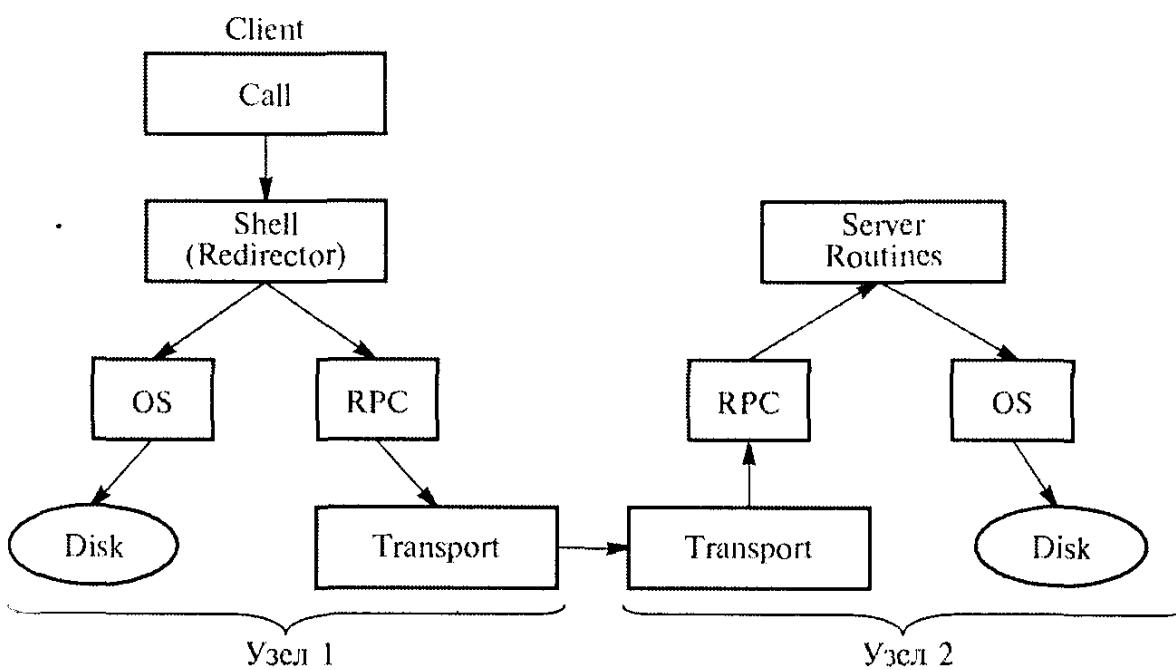


Рис. 2.8. Модель клиент-сервер (технология RPC):

call — вызов на языке программирования приложения;
 shell — оболочка; OS — операционная система; Disk — жесткий диск;
 Transport — среда передачи; Server Routines — процедуры ОС сервера;
 Client — рабочая станция пользователя

а процесс работы — приложением клиент-сервер или *RPC-технологией* (рис. 2.8).

В настоящее время это модель работы любого приложения в сети и соответственно любой ИС, что следует знать администратору системы для правильной организации работы.

Реализация моделей управления отражается не только в рекомендациях и описательных документах, но, как уже говорилось, в протоколах управления. Протоколы управления создавались и разработчиками Интернет, и международными стандартизирующими организациями (например, ISO), и частными компаниями (например, Sun Microsystems).

На основе этих протоколов реализованы системы управления ИС и системы управления сетью — NMS (Network Management System). Протоколы управления, методы программирования и системы управления будут рассмотрены в главе 12.

Дополнительная информация

1. www.ietf.org/rfc
 - a) RFC 1156 — Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets;
 - b) RFC 1157 — A Simple Network Management Protocol (SNMP);
 - c) RFC 1213 — Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II;
 - d) RFC 1215 — A Convention for Defining Traps for use with the SNMP;
 - e) RFC 3416 — Version 2 of the Protocol Operations for the Simple Network Management Protocol (SNMP);
 - f) RFC 1901 — Introduction to Community-based SNMPv2;
 - g) RFC 3411 — An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol (SNMP) Management Frameworks;
 - h) RFC 2819 — Remote Network Monitoring Management Information Base.
2. www.itu.int/rec/T-REC-M.3010-200002-I/en — ITU-T Recommendation M.3010. Principles for a telecommunications management network.
3. www.itu.int/rec/T-REC-M.3400-200002-I/en — ITU-T Recommendation M.3400. TMN management functions.
4. www.tmforum.org
5. www.iso.org
6. www.itil.org

Контрольные вопросы

1. Что такое модель администрирования?
2. Что является объектом администрирования?
3. Опишите пять функций управления модели ISO FCAPS.
4. Модель ITIL это библиотека рекомендаций или программный продукт?
5. Чему посвящены основные книги ITIL?
6. Каковы функциональные возможности сети TMN?
7. В каких организациях применяется модель eTOM
8. Почему все приложения в ИС используют технологию RPC?

Глава 3

АДМИНИСТРИРОВАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Любая ИС в конечном итоге передает данные, и среда передачи данных является основой для построения технической части ИС. В данной главе кратко рассматриваются различные среды передачи данных. Но особое внимание уделяется кабельным системам передачи данных как наиболее распространенным в эксплуатации. При этом освещаются вопросы организации кабельных систем зданий и кампусов, стандарты и задачи администрирования КС. Администрирование кабельной системы (КС) предусматривает точное обозначение и учет всех элементов, составляющих кабельную систему, а также кабельных трасс, телекоммуникационных и других помещений, в которых монтируется система, контроль состояния КС в целях определения места возникновения проблемы. Для более ясного понимания проблемы приводятся примеры систем администрирования кабельных систем:

3.1. Понятие о средах передачи данных

Различают *ограниченные* и *неограниченные* среды передачи данных [15, 52].

Ограниченные среды представляют собой кабели (витая пара, коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель), которые передают электрические и световые сигналы. Возможности передачи данных ограничены возможностями кабеля. При этом различные производители компьютерной техники предъявляют разные требования к реализации кабельных систем. Например, кабельные системы для подключения терминалов к IBM AS/400 отличаются от кабельных систем, используемых для подключения персональных компьютеров к AS/400. Кабельные системы компаний AMP и RIT имеют разные возможности.

Неограниченные среды (wireless media) обеспечивают микроволновую, лазерную, инфракрасную и радио передачи.

В высокоскоростной передаче данных на ограниченных расстояниях применяются обычно ограниченные среды. При построении мобильных сетей, больших корпоративных сетей или глобальных сетей используются комбинация ограниченных и неограниченных сред. В данном пособии не рассматриваются неограниченные среды передачи данных, но при планировании развития кабельной системы или организации новой среды передачи администратору системы следует учесть появившиеся возможности неограниченных сред, в частности беспроводных технологий Wi-Fi и Wi-MAX [26]. Их уместное применение и комбинация с кабельными системами может существенно удешевить ИС.

3.2. Кабельные системы передачи данных

Витая пара. Витую пару образует пара изолированных пе-ревитых медных проводников (жил). Эти жилы объединяются в одном кабеле изолирующей оплеткой. Для подключения сетевых устройств посредством витой пары используются разъемы RJ-11 (4 пина), RJ-45 (8 пинов — 4 пары) (рис. 3.1) и мультипи-новые разъемы RS-232, RS-449. Витая пара бывает экраниро-ванной (Shielded Twisted Pair — STP, Foil Twisted Pair — FTP) и неэкранированной (Unshielded Twisted Pair — UTP).

Экранированная витая пара STP имеет дополнительный экран в виде фольги или металлической сетки. STP была разработана компанией IBM для сетей Token Ring (например, STP IBM Type 1). Следует отметить, что стандарт на экран из-за сложности заземления и высокой стоимости до сих пор не утвержден.

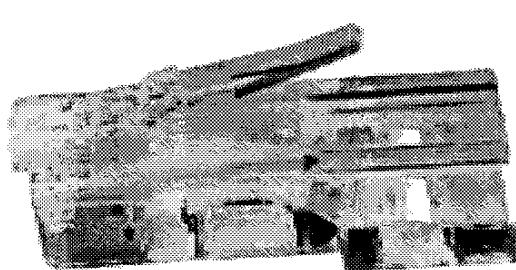


Рис. 3.1. Разъем RJ-45

В сетях передачи данных преимущественно используется неэкранированная витая пара. В 1991 г. EIA/TIA опубликовала документ (буллетинь TSB 36), где описала категории UTP в соот-ветствии с частотными харак-теристиками полосы пропуска-

ния и параметры измерения этих кабелей [62]. Современные категории витой пары описаны в бюллетене TSB-155. Применяемые в высокоскоростной передаче данных кабели UTP согласно стандартам EIA/TIA 568 имеют 8 жил (4 пары) и определенные характеристики. Сертификацию кабельных систем производят с 1991 г. специальная лаборатория — Underwriter's Laboratories. Администратор системы может руководствоваться как совокупностью стандартов EIA/TIA 568, 569, 606, 607, так и аналогичным стандартом ISO 11801. Но при этом необходимо помнить, что стандарт ISO охватывает только вопросы характеристик кабелей и коммутационного оборудования для их соединения. Вопросы администрирования кабельных систем рассматриваются в стандарте EIA/TIA 606, особенности прокладки кабельных систем — в стандарте EIA/TIA 569.

Кабели имеют одинаковую конструкцию и отличаются плотностью и качеством навивки. Измерения кабеля проводят по 70 параметрам на определенных частотах и при определенной температуре. Основными измеряемыми характеристиками неэкранированной витой пары являются:

- Attenuation (затухание);
- NEXT (near end crosstalk, перекрестное влияние на ближний конец);
- Impedance (полное сопротивление), равно 100 Ом для всех категорий +15 или -15 % на всех частотах.

В табл. 3.1 приведены основные характеристики неэкранированной витой пары 3, 4 и 5-й категорий. Они необходимы АС, чтобы сравнивать с ними текущие параметры существую-

Таблица 3.1

Характеристики UTP

| Частота, МГц | Cat 3 | | Cat 4 | | Cat 5 | |
|--------------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| | Attenuation, дБ | NEXT, дБ | Attenuation, дБ | NEXT, дБ | Attenuation, дБ | NEXT, дБ |
| 10 | 30 | 26 | 22 | 41 | 20 | 47 |
| 16 | 46 | 23 | 21 | 33 | 25 | 44 |
| 100 | — | — | — | — | 67 | 32 |

Категории витой пары

Таблица 3.2

| Вид кабеля | Назначение | Частота, МГц | Диодолинейные параметры | TIA-кабель | ISO-кабель | TIA-компоненты | ISO-компоненты | Срок использования, лет |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|-------------------------|
| UTP (сечение 0,5 мм) | Gigabit Ethernet, 4 пары | 100 | NEXT Loss, ELFEXT Loss | Cat 5e | Class D | Cat 5e | Class D | 10 |
| UTP (сечение 0,5 мм) | Gigabit Ethernet, 10 GbE до 37 м, 4 пары | 250 | Alien crosstalk | Cat 6, TSB-155 | Class E | Cat 6 | Class E | 10 |
| F/UTP (сечение 0,6 мм, сепаратор) | 10 GbE, 100 м, 4 пары | 500 | ACRF | Cat 6a, неокончательный стандарт | Class Ea, неокончательный стандарт | Cat 6a | Class Ea | 10 |
| STP (общий и индивидуальный экран у каждой пары) | 10 GbE | 600 | | Cat 7, не стандартизована | Class F, ISO 15018, не RJ-45 разъем | Cat 7, | Class 7 | 15 |
| STP (фольгированная и экранированная) | CATV (862 МГц) | 1000 | | Cat 7a, не стандартизована | Class Fa, неокончательный стандарт | Cat 7a, не стандартизована | Class Fa | 15 |

щей в его организации кабельной системы во время регламентных работ или работ по диагностике ошибок.

В табл. 3.2 приведены категории витой пары, существующие в настоящее время, дополнительные параметры по некоторым категориям и назначение кабеля [43]. Подробно они описаны в бюллетене EIA/TIA TSB-155. В этой же таблице дано сопоставление категорий витой пары стандартов EIA/TIA 568 классам кабелей стандарта ISO 11801.

Достоинствами UTP являются дешевизна, совместимость с существующими телефонными кабельными системами, наличие множества стандартов, относительная простота инсталляции и относительно низкая стоимость диагностического оборудования.

Недостатком UTP является подверженность электромагнитным влияниям, что приводит к необходимости применения множества средств кодирования и скремблирования для обеспечения высокоскоростной передачи.

Коаксиальный кабель. Состоит из двух проводников, находящихся на одной оси («со»-, «axis»-ось) и разделенных изолирующей оплеткой. В системах передачи данных больших компьютеров также применяются кабели, состоящие из трех проводников — твинаксиальные кабели (twinax). По своим характеристикам (полоса пропускания, максимальные расстояния) эти кабели находятся посередине между UTP и оптоволокном. Для кабельного телевидения применяется 75-омный кабель RG-59 (PK-75).

Для старых Ethernet-сетей, рассчитанных на скорость передачи 10 Мбит/с, использовали кабели RG-11 и RG-58. В современных высокоскоростных системах коаксиальные кабели не используются, так как являются более дорогими и более тяжелыми, чем UTP, а с другой стороны, приближаются по стоимости к оптоволокну.

Оптоволоконный кабель (Fiber) (рис. 3.2) представляет собой тонкие светопроводящие стеклянные или пластиковые сердечники (core) в стеклянной же светоотражающей оболочке (cladding), заключенной в защитную оплетку (jacket). Множество существующих конструкций оптоволоконного кабеля отличаются видом прокладки и требованиями по скорости передачи [3, 52]. В отличие от предыдущих видов кабельных систем оптоволокно невосприимчиво к электромагнитным воздействиям.

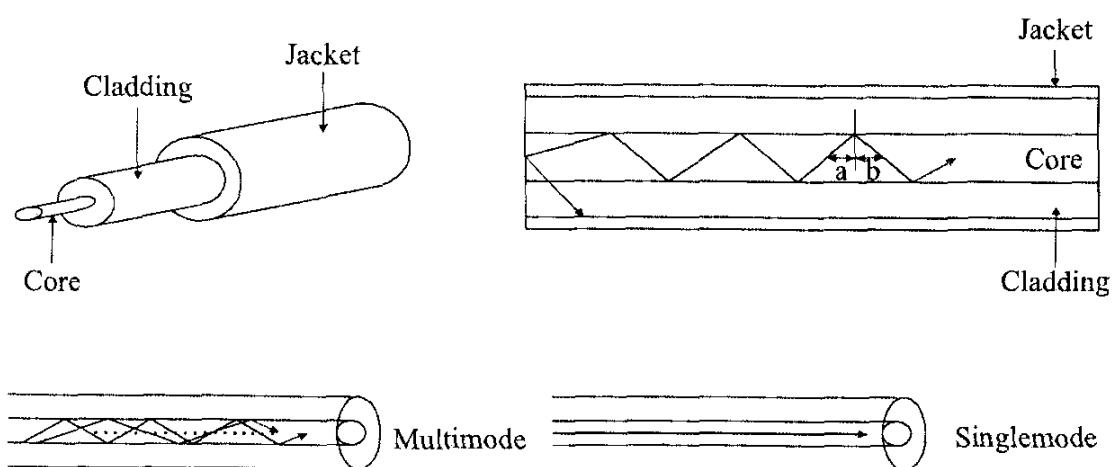


Рис. 3.2. Конструкция оптоволоконного кабеля

cladding — стеклянная оболочка; jacket — оплетка;
core — стеклянный сердечник; multimode — мультимодовый кабель;
singlemode — одномодовый кабель

Существует два вида оптического волокна в зависимости от диаметра стеклянного сердечника и стеклянной отражающей оболочки:

- многомодовое волокно — multimode (ММ, 62,5/125 и 50/125 мкм);
- одномодовое волокно — singlemode (SM, 9-10/125 мкм).

На небольших расстояниях применяются многомодовые кабели, на больших расстояниях — одномодовые. Световой пучок передается по разным видам оптоволокна на разных длинах волн:

- многомодовое волокно — 850 и 1300 нм с затуханием 1,5–5Дб/км;
- одномодовое волокно — 1300 и 1550 нм с затуханием 1 Дб/км.

Оптоволоконные кабели имеют очень широкую полосу пропускания и, соответственно, допускают высокую скорость передачи сигнала. Одномодовое волокно пропускает частоты до 50–100 ГГц. Свет по нему передается одним лучом, а источником света является лазер. Обычно перекрываемые расстояния без регенерации достигают 40 км. Потенциально лазеры могут генерировать световую несущую с частотой до 100 ТГц, а оптоволокно может передавать сигнал с частотой до 1 ТГц. Перекрываемое расстояние без регенерации может достигать 300 км в реальных условиях и 10 000 км в лабораторных [59].

Но существуют четыре основных явления в оптическом волокне, ограничивающие характеристики оптоволоконных систем, — хроматическая дисперсия, поляризационная модовая дисперсия первого и второго порядка и нелинейные оптические эффекты.

Важной оптической характеристикой стекла, используемого при изготовлении волокна, является дисперсия показателя преломления, проявляющаяся в зависимости скорости распространения сигнала от длины волны — материальная дисперсия. Кроме этого при производстве возникают отклонения в геометрии волокна и в радиальном профиле показателя преломления. Сама геометрия волокна вместе с отклонением от идеального профиля также вносит существенный вклад в зависимость скорости распространения сигнала от длины волны, это — волноводная дисперсия. Совместное влияние волноводной и материальной дисперсий называют хроматической дисперсией. При укладке волокна в кабель и прокладке кабеля волокно становится неидеальным. Все механические воздействия на кабель ведут к локальным псевдослучайным распределенным деформациям волокна, которые нарушают геометрию и соосность сердцевины и оболочки. Возникает поляризационная модовая дисперсия (PMD) — основной механизм проявления дефектов волокна на характеристики системы передачи. Поляризационная модовая дисперсия второго порядка учитывает зависимость PMD от длины волны. Это явление стало фактором ухудшения характеристик передачи после того, как скорость передачи превысила 10 Гбит/с. PMD второго порядка может иметь тот же порядок величины, что и хроматическая дисперсия, и прямо пропорциональна длине линии. Поэтому PMD второго порядка в первую очередь учитывается для линий дальней связи.

Нелинейные эффекты в волоконной оптике подобны нелинейным эффектам в других физических средах. Они порождают генерацию паразитных гармоник на частотах равных сумме или разности основных частот системы. Эти проблемы приводят к созданию сложных технологий передачи в оптоволоконных системах и новых видов волокна.

Поэтому при использовании оптоволоконных систем администратор системы должен консультироваться с внешней компанией-инсталлятором, специализирующейся на данных вопросах.

Кроме стеклянных кабелей применяют и пластиковые оптоволоконные кабели. Они имеют несколько другие конструкции, используют длину волны 660 нм и источники красного света. Обеспечивают передачу на скорости максимум 50 Мбит/с, на расстояния до 100 м. Администратор системы должен учесть эти ограничения и применять такие решения в узкоспециализированных целях. Например, в реализации ИС для студий видеозаписи.

К достоинствам современных оптоволоконных кабелей относятся низкая стоимость (стеклянные компоненты значительно дешевле медных), легкость кабеля, высокая скорость передачи по сравнению с медными кабелями, нечувствительность к интерференциям и высокая защищенность от несанкционированного доступа. Недостатки заключаются в пока еще высокой стоимости соответствующего сетевого и диагностического оборудования, высоких квалификационных требованиях к инсталлирующему персоналу. Тем не менее АС должен учесть, что оптоволоконные кабели являются основой для построения современных ИС.

Необходимо отметить, что оптоволоконные системы передачи помимо кабелей включают в себя:

передатчики (transmitter, tranciever) — устройства, конвертирующие электрические сигналы в световые. Источником света может быть светодиод или лазер;

приемники (receiver, tranciever) — устройства, конвертирующие световой сигнал в электрический. Основными его элементами являются обычно фотодиод и чип, регенерирующий и усиливающий сигнал;

коннекторы и сплайсы — разъемы, которые обеспечивают соединение оптоволоконных кабелей между собой, подключение к передатчикам и приемникам. Коннекторы бывают различных видов в зависимости от возникающих на них потерь мощности сигнала, неизменности этих потерь во времени, стоимости, возможности переустановки, видов оптоволокна.

В настоящее время широко используются ST- и SC-коннекторы (рис. 3.3).

Разъем ST был разработан компанией AT&T в середине 1980-х гг. и получил распространение в оптических подсистемах локальных сетей. Он применяется для соединения всех видов многомодового и одномодового оптоволокон, а также

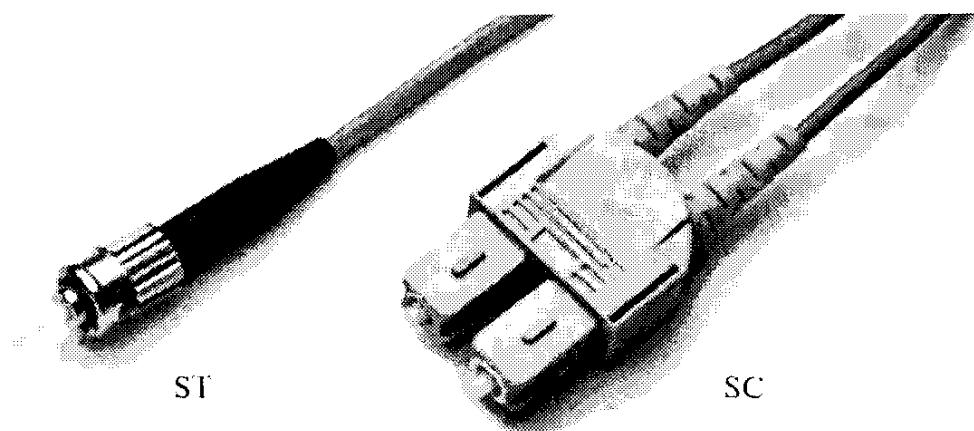


Рис. 3.3. Коннекторы оптоволоконных кабелей

для подключения старого сетевого оборудования. Коннектор прост, относительно дешев и легко устанавливается. Основным недостатком ST-коннектора считается необходимость вращательного движения при подключении к розетке соединителя. Для преодоления этого недостатка был разработан коннектор типа SC (корпорация NTT). SC-коннектор имеет механическую развязку наконечника, фиксирующего элемента и кабеля. Подключение и отключение производится линейно (push-pull). Коннекторы SC нашли широкое применение в одномодовых и многомодовых сетях с передачей данных на скорости от 100 Мбит/с. Новое оптическое активное оборудование, разработанное после 1995 г., выпускается только в вариантах с SC-портами. Это необходимо учитывать администратору системы при выдаче технического задания компании-инсталлятору на реализацию сетевой и кабельной подсистемы ИС.

Коннекторы FC (корпорация NTT) ориентированы на применение в одномодовых линиях дальней связи и специализированных системах, а также в сетях кабельного телевидения. Соединители FC хорошо выдерживают вибрацию и удары. Но АС должен учесть, что разработаны они были достаточно давно и применяются в старых системах.

3.3. Организация кабельных систем зданий и кампусов

Для высокоскоростной передачи данных применяются специализированные кабели — витая пара и оптоволокно. Еще в 80-е годы прошлого века было обнаружено, что при уменьшающихся стоимостих кабелей и разъемов, стоимость создания кабельных систем и особенно их модификация при переездах сотрудников растет и при этом резко превышает стоимость систем телефонной связи. Решение проблемы нашла известная консультационная компания Gartner Group. Она предложила строить системы передачи данных по аналогии с телефонными системами — применять топологию звезды и структурировать системы (разбивать на функциональные модули). При этом было предложено кабелирование зданий проводить не исходя из числа работающих в настоящее время сотрудников, а согласно эргономическим требованиям (в России это 6 м² на человека). Таким образом, число рабочих мест определяется делением площади здания, предназначеннной для работы, на 6. В результате появилось понятие структурированных кабельных систем и стандарты EIA/TIA [62]. Так как по кабельным системам зданий ведется передача данных и они подключены к компьютерам, возникли жесткие требования по пожарной безопасности и специальные тесты, которые проводят упомянутая выше UL (Underwriters Laboratories). Это тесты на соответствие следующим требованиям:

- предотвращение горения (изоляция и оболочка кабельной системы должны быть негорючими);
- отсутствие выделения дыма при пожаре;
- отсутствие токсичных выделений при пожаре (галогенов).

Кабелям, прошедшим этот тест, присваивается маркировка LSZH — Low Smoke Zero Halogen. Существуют маркировки для коммуникационных кабелей, частично прошедших тесты (например, CMR или OFNR). Проблемы пожарной безопасности крайне важны и должны решаться АС совместно с соответствующими службами предприятия, прежде всего с учетом возможностей в этой области кабельных систем.

Подсистемы кабельной системы здания и кампуса. Структурированная кабельная система (СКС) состоит из совокупности подсистем, каждая из которых представляет собой набор кабелей, разъемов, соединителей и других продуктов, необходимых для экономичного решения проблемы передачи данных на конкретной территории. В соответствии с стандартом построения кабельных систем TIA/EIA 568, СКС имеет следующие характеристики:

топология любых подсистем — звезда.

типы устройств и помещений, соединяющих кабельные подсистемы (рис. 3.4): горизонтальный клозет и кросс (НС), промежуточный клозет и кросс (ІС), главный клозет и кросс (МС) и аппаратная (ЕР) — помещение для активного сетевого оборудования;

число промежуточных клозетов между главным и горизонтальным клозетом — не более 1 клозета; между любыми двумя горизонтальными клозетами — не более 3 клозетов;

максимальная длина магистрального сегмента для витой пары — 90 м; не зависит от типа кабеля;

максимальная длина магистрального сегмента для оптоволокна зависит от типа кабеля (табл. 3.3).

Помещения (НС, ІС, МС), в которых находятся кабельные соединительные устройства, называют телекоммуникационными клозетами — ТС, а помещения, в которых размещается сетевое оборудование, называют аппаратными — ЕР (в небольших системах их объединяют с телекоммуникационным шкафом).

В стандарте TIA/EIA 568A определены следующие подсистемы структурированных кабельных систем для здания:

- магистральная подсистема здания (building backbone);

Таблица 3.3

Максимальная длина магистральной подсистемы кампуса

| Тип кабеля | Максимально допустимые расстояния, м | | |
|----------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|
| | A (НС-МС) | B (НС-ІС) | C (ІС-МС) |
| Витая пара | 90 | 90 | 90 |
| Многомодовое волокно | 2 000 | 500 | 1 500 |
| Одномодовое волокно | 3 000 | 500 | 2 500 |

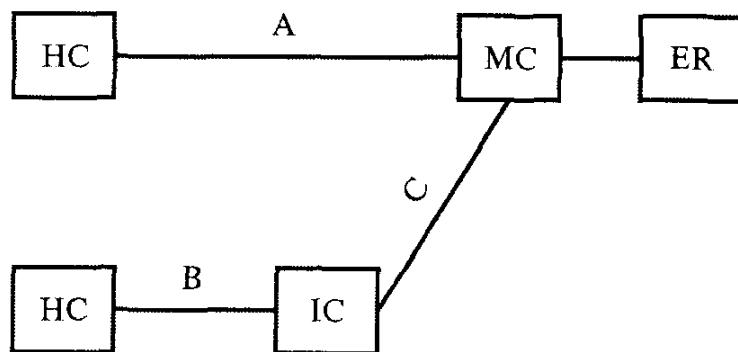


Рис. 3.4. Организация кампусной системы

- магистральная подсистема кампюса (campus backbone); кампюс — это совокупность зданий, разнесенных на расстояния, не превышающие указанных в табл. 3.3;
- горизонтальная подсистема здания (horizontal subsystem);
- административная подсистема (administrative subsystem);
- подсистема рабочих мест (workplace subsystem).

Подсистемы СКС показаны на рис. 3.5.

Подсистема рабочего места служит для присоединения терминала большой машины, компьютера (PC) или телеф-

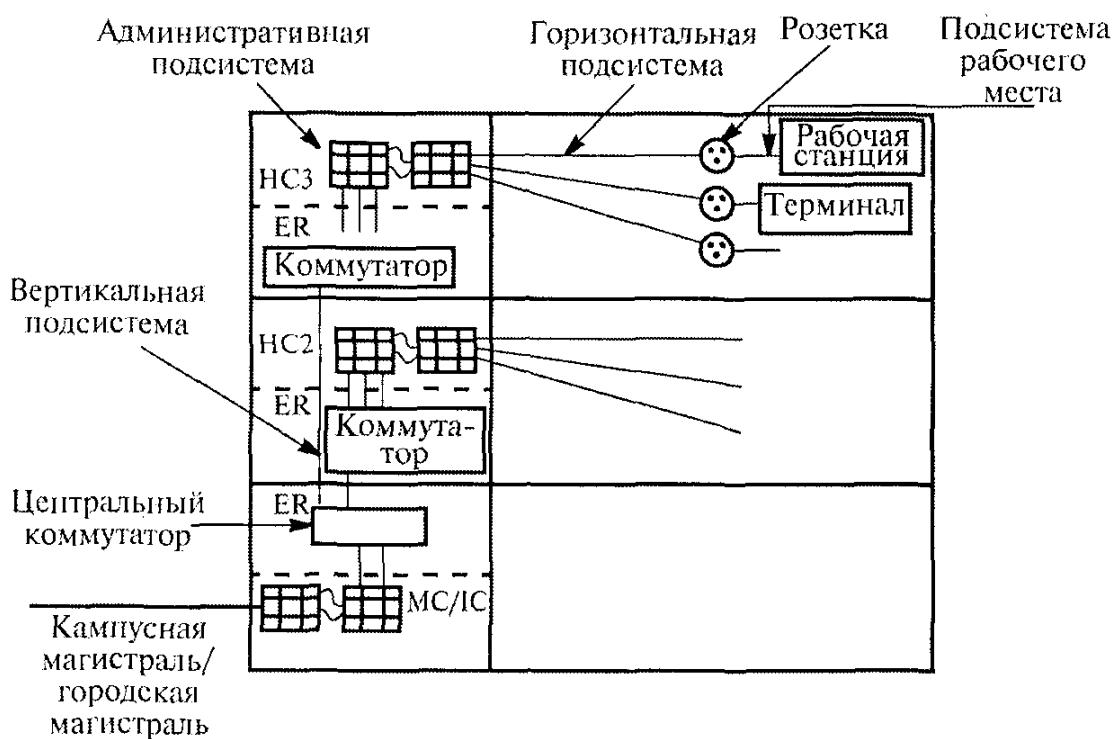


Рис. 3.5. Подсистемы СКС

на к горизонтальной подсистеме. Среда передачи — кабель UTP/STP/Coaxial. Присоединение осуществляется с помощью розетки рабочего места. Розетка может содержать специальный адаптер, согласующий сопротивление различных кабельных систем (*balun*).

Горизонтальная подсистема — это часть кабельной системы, которая соединяет телекоммуникационную розетку в зоне рабочих мест с административной подсистемой этажа в телекоммуникационном клозете. Среда передачи — STP/UTP/Coaxial/Fiber.

Административная подсистема состоит из совокупности коммутационных кабелей (патчкордов), устройств (патчпанелей), соединительных разъемов и блоков, которые подсоединяют горизонтальную подсистему к вертикальной системе здания. Административная подсистема располагается в телекоммуникационных шкафах.

Магистральная подсистема здания (*building backbone*) — вертикальная магистраль здания. Она обеспечивает соединение между узлами административной подсистемы. Среда передачи — UTP/Coaxial/Fiber. Подсистема имеет топологию звезды, в которой каждый горизонтальный клозет соединен кабелем с главным или промежуточным клозетом.

Campus backbone (metropolitan backbone) — кампусная магистраль соединяет различные здания на ограниченной территории. В табл. 3.3 показано, что согласно стандартам протяженность этой магистрали определяется видом оптоволокна и составляет не более 2000 м для многомодового волокна и 3000 м для одномодового. В общем, такая ограниченная территория соответствует территории локальной сети. Средой передачи обычно является оптоволокно. Топология подсистемы — звезда, в центральном здании находится главный кросс. В главном клозете здания или кампуса осуществляется подключение к городской магистрали или глобальной сети (WAN). Если в кампусе несколько зданий, то главный клозет устраивают в том здании, к которому подходит городская магистраль, а в каждом из остальных зданий устраивается промежуточный клозет.

3.4. Стандарты и задачи администрирования

Создание кабельных систем основывается на множестве стандартов. Приведем основные стандарты, *необходимые* для высокоскоростной передачи данных и *обязательные* для соблюдения службами администратора системы.

EIA/TIA 568 — стандарт создания телекоммуникаций служебных и производственных зданий, планирование кабельных систем зданий, методика построения системы телекоммуникаций служебных и производственных зданий.

EIA/TIA 569 — стандарт, описывающий требования к помещениям, в которых устанавливается структурированная кабельная система и оборудование связи.

EIA/TIA 606 — стандарт администрирования телекоммуникационной инфраструктуры в служебных и производственных зданиях.

EIA/TIA 607 — стандарт, устанавливающий требования к инфраструктуре телекоммуникационной системы заземления и выравнивания потенциалов в служебных и производственных зданиях.

Возможно использование стандартов не EIA/TIA, а стандартов на построение структурированных кабельных систем ISO.

ISO 11801 — стандарт на структурированные кабельные системы общего назначения в зданиях и кампусах. Он функционально аналогичен стандарту EIA/TIA 568.

При подключении компьютеров чаще всего возникает необходимость использовать патчкорды и разъемы RJ-45 для UTP. Существует два стандарта правильного присоединения витой пары (8 жил) к разъему RJ-45: TIA-568A и TIA-568B [36, 51]. С точки зрения электрических характеристик они идентичны. Разница заключается только в цветовой раскладке жил кабеля. Во всем новом сетевом оборудовании используется стандарт TIA-568A, о чем следует помнить администратору системы.

Приведенный в табл. 3.4 стандарт указан только для разъемов и кабелей любых производителей. При этом надо учесть, что для патч-панелей или модулей розеток цветовая раскладка не стандартизована и у каждого производителя своя. АС надо выяснить по конкретной технической документации производителя, что соответствует раскладке 568A для данного устройства.

Таблица 3.4

Стандарт TIA-568A/B

| Раскладка T568A/B RJ-45 | | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|------------|------------|-------------------------------------------------------------------|
| Пин | T568A Пара | T568B Пара | T568A Цвет | T568B Цвет | Пины на лицевой стороне коннектора (в гнезде — наоборот) |
| 1 | 3 | 2 | | | |
| 2 | 3 | 2 | | | |
| 3 | 2 | 3 | | | |
| 4 | 1 | 1 | | | |
| 5 | 1 | 1 | | | |
| 6 | 2 | 3 | | | |
| 7 | 4 | 4 | | | |
| 8 | 4 | 4 | | | |

Patch cord (патч-корд) — это кабель, присоединяющий компьютер к розетке, или сетевое оборудование к коммутационной панели (патч-панели). Чаще всего для этого используют UTP-кабель с RJ-45-разъемом или оптоволокно с SC-разъемом. Максимальная длина патч-корда UTP рабочего места не должна превышать 3 м, а длина патч-кордов административной подсистемы (в телекоммуникационном клозете) — 6 м.

Если АС нужно просто соединить рабочую станцию (PC) и коммутатор (switch) или подсоединить компьютер к розетке, то всегда используется direct-разводка. Это означает, что оба разъема патч-корда присоединяются к отрезку кабеля UTP по TIA-568A раскладке (1-й и 2-й пины — передача, 3-й и 6-й — прием). При соединении коммутаторов (маршрутизаторов) между собой патч-корды делают с crossover-разводкой TIA-568B (1-й пин подсоединен к 3-й жиле, а 2-й пин — к 6-й). Современное высокоскоростное сетевое оборудование имеет специальные порты — MDI-X (media dependent interface cross), в которых на микросхемном уровне выполнено соединение цепи передачи на вход приемника и наоборот. В этом случае нет необходимости иметь crossover — патч-корды. АС должен перед инсталляцией системы выяснить наличие MDI-X-портов у сетевого оборудования или указать их необходимость в техническом задании компании-инсталлятору.

3.5. Примеры систем администрирования кабельных систем

В процессе администрирования все изменения, вносимые в кабельную систему, подлежат *документированию*. Это необходимо для поддержки системы в актуальном состоянии. Документирование осуществляется по стандарту EIA/TIA-606 (Стандарт администрирования телекоммуникационных инфраструктур коммерческих зданий). АС необходимо подробное *изучение* данного стандарта. В учебном пособии рассмотрен пример инструкции по установке компонент кабельной системы в стойку и пример реализации системы управления кабельной системой, которая документирует ее работу. И тот и другой пример выполнены согласно указанному выше стандарту.

3.5.1. Пример инструкции по установке компонент кабельной системы в стойку

Сборка стойки. Освободите стойку от упаковки и соберите ее, следуя прилагаемой инструкции. С усилием завинтите все болты (используя комплект торцовых ключей и отверток) так, чтобы стойка сохраняла устойчивое положение, не искривляясь при полной загрузке оборудованием и обеспечивала горизонтальное расположение коммутационных панелей и активного оборудования. Если планируется разместить на стойке большое количество оборудования, ее необходимо прикрепить к полу.

Размещение стойки. Установите стойку параллельно стене с обеспечением свободного подхода (около 1 м) к фронтальной и тыльной сторонам стойки так, чтобы розетки электропитания для активного оборудования находились с тыльной стороны стойки. Стойку необходимо заземлить.

Размещение оборудования в стойке. В верхней части стойки разместите оптоволоконные патч-панели, ниже патч-панели RJ-45 и затем 110 Connect-панели. В средней части стойки устанавливается активное оборудование, а в нижней — сетевые фильтры.

Размещение организеров. Каждую панель чередуйте с горизонтальными организерами, располагая их непосредственно под соответствующей патч-панелью. Вертикальные организеры располагайте по краям патч-панелей. С тыльной стороны патч-панелей RJ-45 монтируйте скобу для поддержки кабелей.

Подвод кабелей к стойке. Стяните кабели, подходящие к стойке, в жгут с помощью пластмассовых стяжек достаточной длины, но их надо использовать с осторожностью, чтобы не повредить оболочку и не вызвать нарушения характеристик кабеля. Кабели в жгуте должны быть параллельны друг другу. Подведите жгут к отверстию в стойке с запасом около 1 м для возможных перемещений стойки.

Размещение кабелей в стойке. Отделите кабели, необходимые для каждой патч-панели, и стяните их в жгуты с помощью пластмассовых стяжек. Жгут должен подходить к соответствующей патч-панели с тыльной стороны, запас на свободное расположение в стойке должен быть 1—1,5 м. Перенесите метки маркировки с концов кабелей к последней стяжке жгута, обрежьте кабели на длину 70 см от последней стяжки. Разме-

стите жгуты с тыльной стороны патч-панелей так, чтобы они не были заметны с фронтальной стороны стойки. Прикрепите жгуты к конструкциям стойки с помощью пластмассовых стяжек. Запас кабеля в жгутах уложите на дне стойки в бухту или под фальшпол (если есть). К каждой следующей патч-панели жгут должен подходить с противоположной стороны.

Разводка патч-панели RJ45. Разводите панели начиная с верхней и двигайтесь вниз. Учтите, что жгут подходит к панели под прямым углом. Разберите жгут по шесть кабелей, начинайте разводку с той стороны панели, к которой подходит жгут. Подведите каждый кабель к соответствующему ему пазу в гребенчатой линейке через канал между полосками с индексами на патч-панели. Обрежьте кабель до нужной длины и снимите до 25 мм защитной оболочки с кабеля. Разместите все пары проводов кабеля в пазах линейки в соответствии с цветовым индексом и произведите разводку проводов с помощью специального инструмента (Impact tool). Разведите весь жгут, закрепляя кабели с помощью пластмассовых стяжек. Допускается развивать пары проводов не более чем на 13 мм (для кабелей UTP категории 5).

После монтажа в стойку всех панелей, органайзеров, кабелей, сетевого оборудования следует провести выравнивание и закрепление всех панелей по окончании работ.

Цветовые решения для различных типов кабелей. Медные кабели, идущие от стены к стойке — серого цвета, оптоволоконные кабели — желтого цвета. От каждой патч-панели должны расходиться патч-корды своего цвета. Допускается использование патч-кордов серого, белого, красного, синего и черного цвета.

Размещение патч-кордов. У патч-панелей патч-корды сформируйте в пучки по 6 штук лентой на липучке через каждые 15–20 см и разведите от середины панели по бокам в разные стороны, собирая их с использованием горизонтальных и вертикальных органайзеров.

Маркировка. Промаркируйте кабели с каждой стороны минимум в трех местах на расстоянии около 20 см.

Маркировка кабеля имеет структуру

ЭТАЖ/КОМНАТА/РОЗЕТКА:

- ЭТАЖ — номер этажа, на котором находится розетка;
- КОМНАТА — номер комнаты;
- РОЗЕТКА — номер розетки.

Номер розетки указывается в соответствии с поэтажным планом. Розетки в помещениях нумеруются слева направо по часовой стрелке, начиная от двери.

На порту в патч-панелях метки вставляются с теми же обозначениями, что и у входящего в него кабеля. Метки наклеиваются так, чтобы текст маркировки шел вдоль оси кабеля.

Тестирование. При тестировании используйте специальное оборудование, например Cable mapper. Модуль удаленного доступа (Remote unit) подсоедините к розетке, а основной модуль (Main unit) — к гнезду на патч-панели. Проверьте наличие контактов и правильность разводки. Операцию выполните для всех гнезд на патч-панели.

3.5.2. Пример реализации системы управления кабельной системой

Текущая деятельность предприятия вызывает постоянную необходимость внесения изменений в схему подключения активного оборудования и коррекции кабельной системы. Кроме того, при сбое в системе необходимо быстро определить неисправность в какой-либо подсистеме кабельной системы.

Поиск неисправностей в сети — достаточно сложный процесс, а процедура регистрации изменений состояния соединений вручную так же сложна и ненадежна. Поэтому чаще всего в сетях применяют системы администрирования кабельных систем, позволяющие следить за работоспособностью системы и ее отдельных компонентов и устранять неполадки в минимально короткие сроки.

Чтобы минимизировать время простоя, нужна эффективная система управления кабельной системой, которая документирует ее работу. Рассмотрим пример ее реализации на базе системы управления кабельной системой компании Tuso Electronics «The AMP NETCONNECT AMPTRAC Cabling Management System». Программное обеспечение создано поставщиком программного обеспечения компанией iTRACS.

Принцип работы системы. Когда специальный коммутационный шнур AMPTRAC-патч-корд вставлен в проверяемый порт патч-панели (рис. 3.6), контакт-датчик, встроенный в защитный колпачок разъема на коммутационном шнуре, касается сенсорной ленты. Эта сенсорная лента наклеивается на коммутатор и на патч-панель производителем кабельной системы.

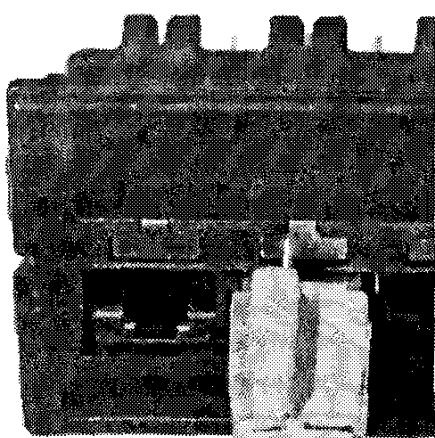


Рис. 3.6. Подключение AMPTRAC-патч-корда

Контакт-датчик связан контактами в защитном колпачке второго разъема коммутационного шнура электрическим проводником. Когда другой разъем этого коммутационного шнура вставлен в другой проверяемый порт, между двумя кусочками сенсорной ленты замыкается электрическая цепь. Аналогично при отсоединении любого разъема патч-корда электрическая цепь размыкается. Специальный анализатор AMPTRAC-анализатор обнаруживает замыкание или размыкание

электрической цепи и передает эту информацию программному обеспечению iTRACS IM при помощи протоколов TCP/IP. При этом AMPTRAC-соединения реализованы вне кабельной системы передачи данных, поэтому не оказывают влияния на производительность сети.

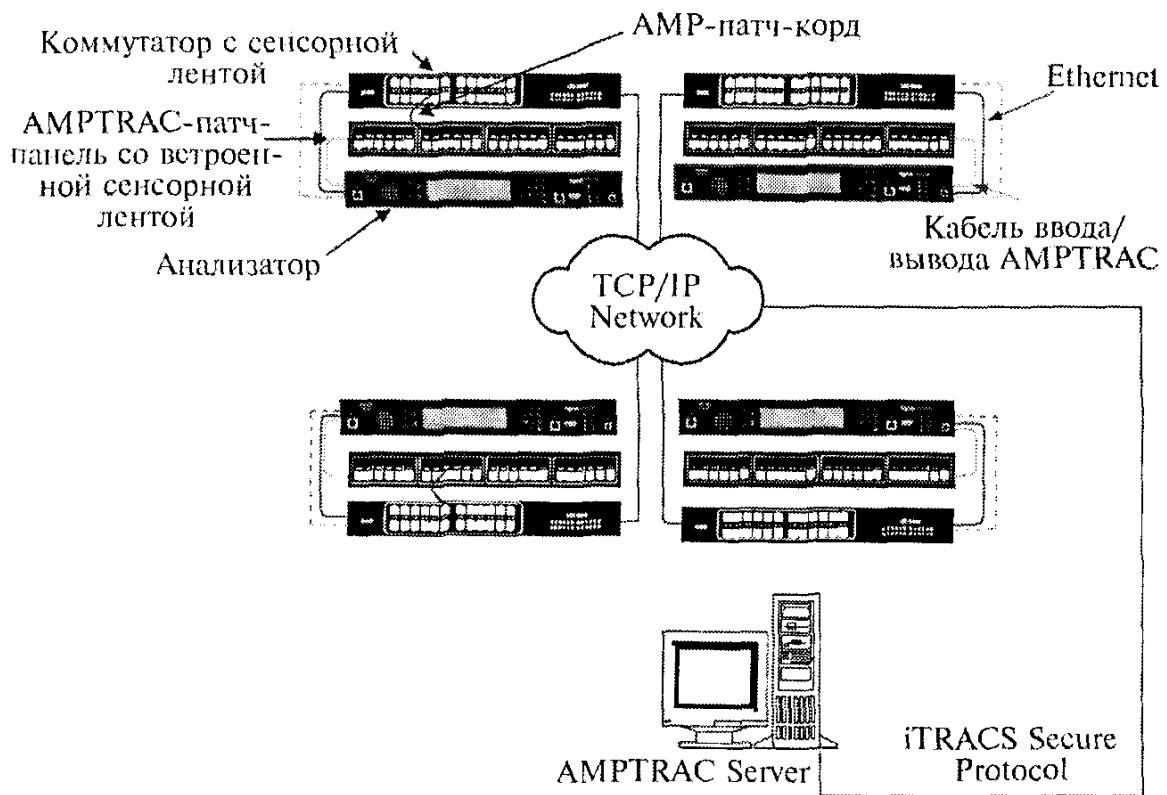


Рис. 3.7. Структура AMPTRAC-системы

Типичная AMPTRAC-система включает в себя: анализаторы; AMPTRAC-совместимые коммутационные панели; сенсорные ленты; коммутационные кабели ввода-вывода, соединяющие сенсорные площадки и анализатор; AMPTRAC-патч-корды для каждого проверяемого порта. Анализаторы и AMPTRAC-сервер, на котором установлено программное обеспечение iTRACS, связаны при помощи протоколов TCP/IP. На рис. 3.7 показана структура описываемой системы.

Когда патч-корд вставлен или удален из порта патч-панели с сенсорами, анализатор обнаруживает подключение или разъединение соединения патч-панели и коммутационной аппаратуры с сенсорной лентой и передает данные об активности портов программному обеспечению iTRACS по протоколам TCP/IP. Это обеспечивает администратору системы поминутную информацию о состоянии кабельной системы. Возможна ситуация, когда требуется несколько анализаторов. Это реализуется с помощью главного (master) анализатора, к которому подключаются несколько ведомых (slave) анализаторов. Любой анализатор может быть сконфигурирован как главный или как ведомый. Обычно один главный анализатор устанавливается в телекоммуникационном клозете.

Анализатор (рис. 3.8) представляет собой специализированное оборудование.

Главный и ведомые анализаторы имеют уникальные IP-адреса и взаимодействуют друг с другом по протоколу TCP/IP. Главный анализатор соединяется с iT RACS-сервером.

Специализированные коммутационные кабели — патч-корды. AMPTRAC-патч-корды (рис. 3.9) совместимы

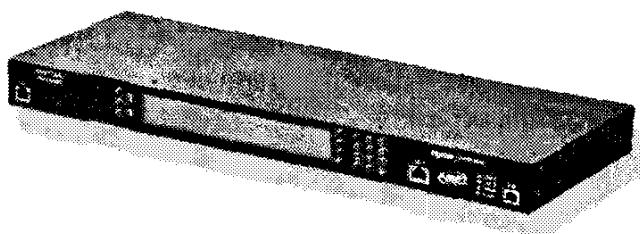


Рис. 3.8. Внешний вид анализатора

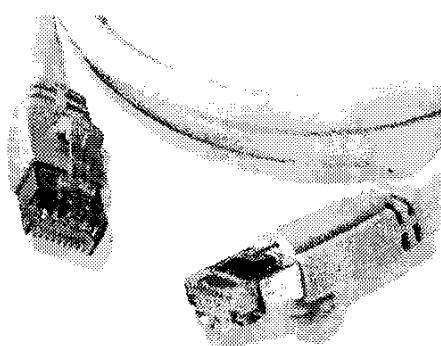


Рис. 3.9. AMPTRAC-патч-корды

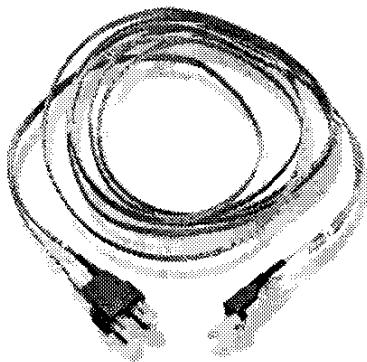


Рис. 3.10. AMPTRAC-оптоволоконные кабели

со стандартными разъемами RJ-45, хотя выглядят по-другому и имеют контакт-датчик, встроенный в защитный колпачок разъема шнура. Он соединен с AMPTRAC-проводником, так называемым 9-м проводом в четырехпарном кабеле. Контакт-датчик на каждом конце коммутационного кабеля разработан так, чтобы обеспечить легкость контакта с сенсорной площадкой. Цепь замыкается при подсоединении коммутационного кабеля.

Аналогично AMPTRAC-оптоволоконные кабели (рис. 3.10) совместимы со стандартными MT-RJ, LC- и SC-оптоволоконными разъемами. AMPTRAC-провод является составной частью оптоволоконных кабелей, датчики расположены на разъемах оптоволоконных кабелей. Замыкание цепи также происходит при присоединении патчкорда.

Кабели ввода-вывода (I/O cables). Кабели ввода-вывода (рис. 3.11) обеспечивают подключение сенсорных площадок к анализатору и различаются по типам разъемов и патчпанелей.

Сенсорное перо. Для анализа сенсорных панелей и коммутационных шнурков используется сенсорное перо (рис. 3.12). С его помощью администратор системы может опознать соединение, проверить сенсорные панели, идентифицировать порт. Перо подключается к разъему RJ-11 анализатора, расположенному на его лицевой панели. Касание пера к какой-либо сенсорной площадке при удерживании кнопки на пере-

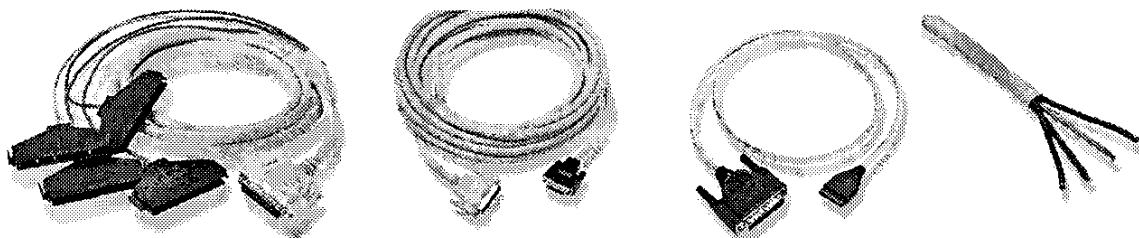


Рис. 3.11. Кабели ввода-вывода

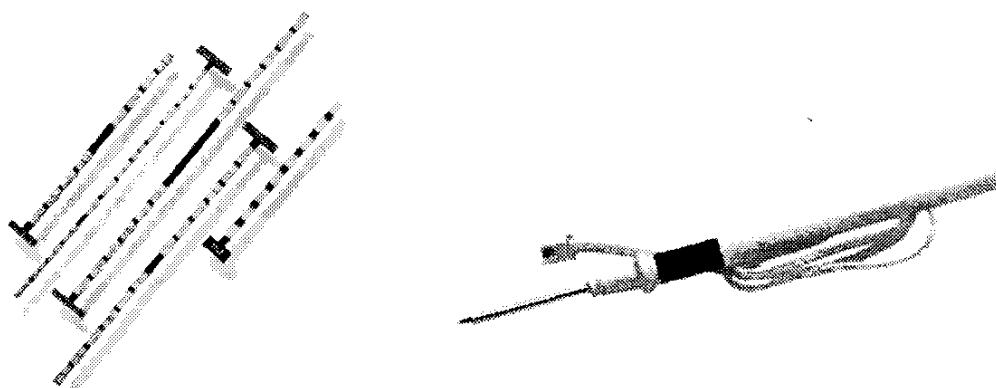


Рис. 3.12. Сенсорные ленты и Сенсорное перо

отобразит идентификатор (ID) порта. Для сенсорных площадок с подсоединенными патч-кордом порты на обоих концах коммутационного кабеля будут идентифицированы на дисплее анализатора.

Сенсорные ленты. Специальные сенсорные ленты используются для большинства стандартного сетевого оборудования и компонент структурированных кабельных систем, т. е. для коммутационных панелей, маршрутизаторов и коммутаторов (рис. 3.12). AMPTRAC-совместимые коммутационные панели имеют сенсорную ленту, встроенную в панель.

Коммутационные панели — AMP NETCONNECT патч-панели. В состав системы входят оптические панели со встроеннымами контактными датчиками-сенсорами и электрические коммутационные панели двух видов:

- AMPTRAC-панели со встроенными сенсорами;
- AMPTRAC Ready-панели, не имеющие датчиков, но подготовленные для простой и быстрой их установки.

Доукомплектование панелей AMPTRAC Ready выполняется защелкиванием специальной накладки с датчиками и разъемом для подключения к анализатору. Решение AMPTRAC Ready позволяет построить кабельную систему, готовую к простой и быстрой настройке «интеллектуальной» части. Для модернизации ранее установленных панелей предназначен специальный набор (upgrade kit). В его состав входят гибкие сенсорные полосы с клейкой основой, специальные накладки для их защиты и маркировки, скоба для фиксации разъема сенсорной полосы и распорка для прохода полосы между панелью и стойкой.

Программное обеспечение AMPTRAC Infrastructure Manager (IM). Программное обеспечение iTRACS IM разработано специально для работы с аппаратными средствами управления AMPTRAC. Вместе они создают автоматическую систему управления кабельной системой физического уровня протоколов OSI, работающую в реальном масштабе времени. Эта комплексная система реагирует на изменения в соединениях кабельной системы и фиксирует состояние кабельной системы и ее устройств в соответствии с документацией. Такая автоматизация деятельности системного администратора упрощает процедуру контроля соединения и обеспечивает своевременное и точное уведомление о завершении работы. При помощи программного обеспечения создаются отчеты по эксплуатации системы: о состоянии всех портов патч-панелей, о несанкционированных или санкционированных изменениях системы в текущий момент.

В частности iTRACS IM позволяет осуществить:

- мониторинг в реальном масштабе времени кабельной системы и автоматизацию процесса обнаружения, документирования и управления соединениями и устройствами сети на физическом уровне протоколов OSI;
- автоматическое обновление поддерживаемой базы данных при обнаружении любых изменений;
- создание записи в журнале изменений системы (log) для каждого обнаруженного изменения соединений;
- оперативное сообщение об авторизованных и неавторизованных изменениях;
- автоматизированный процесс заданий на необходимые работы для группы администратора в зависимости от функций сетевого администратора, технического специалиста по сопровождению системы;
- удаленный доступ для работы с программным продуктом через соответствующие средства, например программный продукт Telnet;
- функции защиты от несанкционированного доступа, которые позволяют отличать авторизованные изменения от неавторизованных и выдавать заранее определенные сообщения через электронную почту;
- выдачу подробных отчетов об использовании кабелей и портов для системных администраторов.

Администратор системы может использовать аналогичные программно-аппаратные комплексы для систем с комплексными сетями передачи данных, голосовых и видеосообщений, а также для таких требовательных к времени простоев приложений, как системы для финансовых учреждений, страховых компаний, центров обработки данных, государственных и оборонных предприятий, где требуются повышенные меры обеспечения безопасности, аэропортов, медицинских центров.

Ее применение снижает затраты на управление ИС за счет минимизации времени простоев в сети, уменьшения нагрузки на персонал и упрощения шагов по добавлению и изменению процессов, автоматизации управления физическим уровнем.

Дополнительная информация

1. www.ampnetconnect.com
2. www.corning.com
3. www.alcatel-lucent.com
4. www.siemon.com
5. www.eia.org
6. www.tiaonline.org

Контрольные вопросы

1. Что такое ограниченная среда передачи данных?
2. Чем отличается витая пара типа UTP от STP?
3. Каковы основные характеристики витой пары категории 6?
4. Что такое одномодовые кабели и когда они применяются?
5. Какой разъем применяется в современной сетевой аппаратуре для подключения оптоволоконных кабелей?
6. Каким образом администратор системы должен учитывать требования пожарной безопасности при реализации кабельной системы здания?
7. Перечислите основные подсистемы кабельной системы здания.
8. Что определяют стандарты EIA/TIA 568, 569, 606 и 607?
9. Почему администратор системы должен перед инсталляцией системы выяснить наличие MDI-X портов сетевого оборудования?
10. Приведите пример маркировки кабеля или порта патч-панели администратором системы.
11. Каковы функции системы управления кабельной системой?

Глава 4

АДМИНИСТРИРОВАНИЕ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ

Администрирование сетевых систем — это одна из самых востребованных и сложных задач служб АС. В этой главе даны определения и термины, используемые в сетевых системах, рассматриваются функции, построение и алгоритмы работы мостов, коммутаторов, маршрутизаторов и шлюзов, излагаются различные аспекты использования этих устройств и их администрирования.

После решения проблемы объединения отдельных компьютеров в сети (80-е гг. XX в.) возникла необходимость соединять сети компьютеров между собой. Это соединение осуществляется при помощи коммутаторов, маршрутизаторов и других специальных устройств. Возник термин «сегмент сети». Сегмент сети — это часть сети, которая не содержит соединяющих устройств [62]. Устройства, соединяющие сегменты одной большой сети, подразделяются на виды в зависимости от функционального уровня OSI, на котором они работают. Так, на первом уровне (Physical) работают усилители/репитеры/хабы, на втором (Data Link) — мосты/коммутаторы, на третьем (Network) — маршрутизаторы (роутеры), на всех уровнях работают шлюзы [62].

4.1. Вопросы внедрения мостов и коммутаторов. Управление коммутаторами

4.1.1. Хабы, мосты, коммутаторы, шлюзы

Сигнал, проходя по кабельной системе, искажается под действием различных помех и затухает, из-за чего ограничивается дальность передачи данных. Поэтому в сетях применяют устройства, предназначенные для усиления сигнала и восстановления его формы. Такое устройство называется хаб (hub).

Хаб не проводит анализа информации. Он на короткое время запоминает значения сигнала «0» или «1», соответствующим образом их регенерирует, усиливает и отправляет во все присоединенные сегменты сети. Эти функции должны выполняться на пути от источника до получателя столько раз, сколько необходимо для обеспечения требуемого качества передачи. На практике, ввиду ограничения числа сегментов сети число хабов ограничивается. Например, в версиях 10Base Ethernet на коаксиальном кабеле число хабов не должно превышать четырех (5 сегментов сети).

Если сеть обслуживает трафик большого объема, то ее целесообразно разделить на сегменты, в которых компьютеры чаще всего работают между собой. Для этого применяют мосты. Мост—устройство, разделяющее сети на сегменты. Он пересыпает информацию (фрейм) не всем устройствам сети, а только в тот сегмент, в котором находится получатель. Мосты работают с физическими адресами станций на канальном уровне протоколов OSI. В отличие от хаба мост может разрешать доступ к физическим устройствам либо запрещать его, т. е., способен регулировать трафик.

Мост передает фреймы из одного сегмента к получателям, находящимся в других сегментах. Когда включается питание и мост начинает функционирование, он изучает MAC-адреса поступающих фреймов и строит таблицу адресов известных ему получателей. Если мост определяет, что получатель фрейма находится в том же сегменте, где и его отправитель, то фрейм отбрасывается, поскольку в его передаче нет необходимости. Если мост определяет, что получатель находится в другом сегменте, то фрейм передается только в этот сегмент. Если же сегмент пункта назначения неизвестен, то мост передает фрейм во все сегменты, кроме того, в котором находится отправитель.

Работая в сегменте 1 (рис. 4.1), мост получает все фреймы этого сегмента, игнорирует фреймы, адресованные станциям сегмента 1, а фреймы, адресованные станциям сегмента 2, передает на соответствующий порт.

Существует три типа протоколов маршрутизации мостов [36, 45]:

TR или STA (transparent — прозрачный или обучающийся) использует алгоритм STA (Spanning Tree Algorithm), который применяется, например, во всех версиях коммутируемого Ethernet.

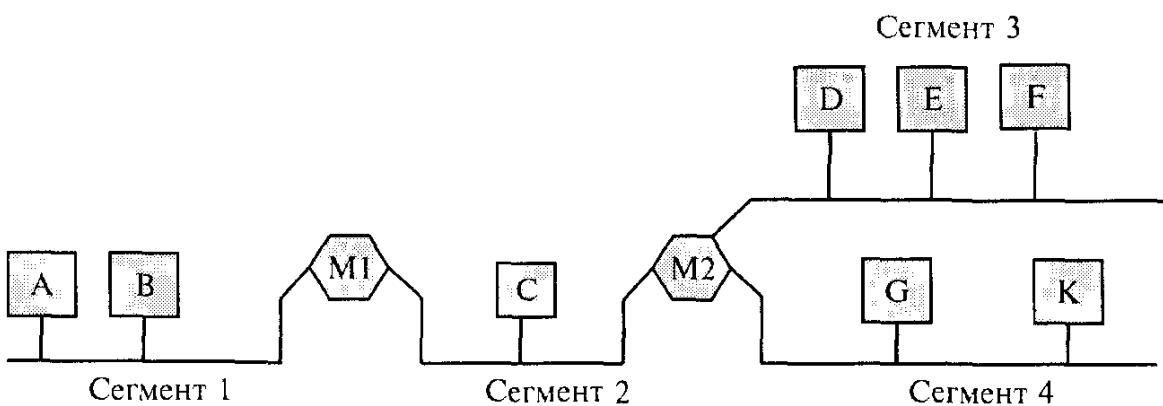


Рис. 4.1. Сетевая структура из четырех сегментов и двух мостов M1 и M2

SR (source routing — маршрутизация от источника) — информация о маршруте содержится в каждом передаваемом кадре; используется в сети Token Ring IBM.

SRT (source routing transparent) — комбинация двух перечисленных типов.

Мосты с маршрутизацией по протоколу TR или STA (в дальнейшем будем их называть TR- или STA-мостами) не требуют какого-то начального программирования при включении (инициализации), т. е., каких-либо специальных действий администратора системы *не требуется*. Мосты анализируют трафик и «выучивают» принадлежность адресов устройств к сегментам сети (каждый порт ассоциируется с одним сегментом). Такой мост создает динамическую базу данных адресов устройств и определяет, передать или удалить кадр в зависимости от адреса получателя. Обычно эти мосты применяются в сетях, имеющих топологию «звезда»: центральный мост и лучи звезды, каждый из которых представляет собой дерево мостов. Такое объединение называют иначе collapsed backbone [60]. Протокол называется прозрачным, так как он прозрачен для станций сети (каждая станция может связываться с любой другой как в одном большом сегменте, не думая о маршруте) и, с другой стороны, прозрачен для протоколов, начиная с сетевого уровня и выше.

Мосты с маршрутизацией от источника SR применяются для соединения колец Token Ring и FDDI. Мосты объединяются в кольцо (рис. 4.2), а к каждому мосту в свою очередь присоединяется еще кольцо станций. Такое объединение называют token backbone [60]. Отправитель помещает в каждый

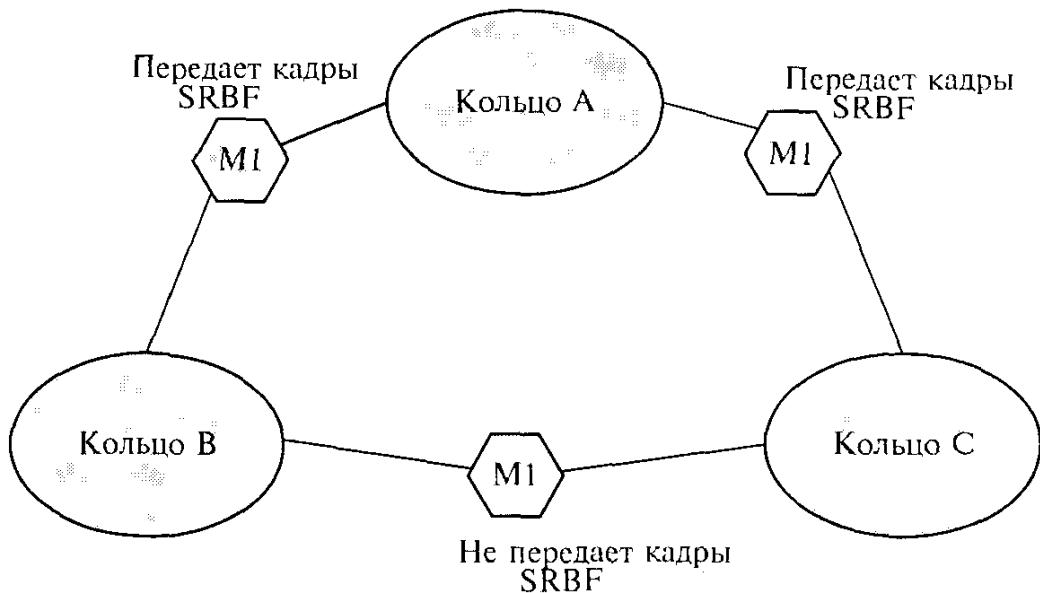


Рис. 4.2. Объединение кольцевых сегментов с помощью SR-мостов

посылаемый фрейм всю адресную информацию о промежуточных мостах и кольцах, которые должен пройти фрейм, перед тем как попасть в кольцо, к которому подключена станция-получатель. Для задания маршрута мосты и кольца имеют идентификаторы.

При продвижении кадров SR-мосты используют информацию из соответствующих полей фрейма данных. Для работы алгоритма маршрутизации от источника применяют два дополнительных типа фрейма: одномаршрутный фрейм-исследователь SRBF (Single-Route Broadcast Frame) и многомаршрутный фрейм-исследователь ARBF (All-Route Broadcast Frame). Администратор системы конфигурирует SR-мосты так, чтобы передавать фреймы ARBF на все остальные порты, кроме порта-источника, а для фреймов SRBF некоторые порты мостов нужно заблокировать, чтобы в сети не было петель. Фрейм-исследователь SRBF посыпается станцией-отправителем, если станция-получатель находится в другом кольце и неизвестно, через какие мосты и кольца пролегает путь до этой станции. SRBF, распространяясь по всем кольцам сети, доходит до станции-получателя. В ответ станция-получатель отправляет многомаршрутный широковещательный фрейм-исследователь ARBF. Этот фрейм передается мостами через все порты. Станция-отправитель получает в общем

случае несколько фреймов-ответов, прошедших по всем возможным маршрутам составной сети, и выбирает наилучший маршрут (обычно по количеству пересечений промежуточных мостов). Следует отметить, что SR-мосты используются только в сетях IBM.

SRT-мосты работают как TR, если во фрейме нет маршрутизирующей информации, и как SR — если такая информация есть.

Мосты — это быстродействующие и дешевые устройства. В целях обеспечения прозрачности они передают весь общий служебный (broadcast, multicast) трафик во все сегменты сети. Но при работе с сегментами с разными скоростями передачи данных, мосты становятся узким местом, так как управление скоростью в мостах не предусмотрено. Мосты применяются только в небольших сетях (до 50 пользователей).

Коммутатор (switch) — это мультипортовый мост [45]. Он обеспечивает передачу фреймов (ячеек в сети ATM) от станции к станции в режиме точка-точка (point to point). При этом станции в сети работают параллельно, т. е. передача может вестись одновременно между всеми парами портов. Коммутация осуществляется по физическим адресам устройств (MAC-адресам). При этом с помощью специальных протоколов третьего уровня OSI выполняется множество функций управления сетевым трафиком.

Существует два типа коммутации [36, 45]:

буферная коммутация (store and forward); фрейм задерживается в буфере до окончания его полной передачи и только после этого транслируется дальше. Если скорость передачи фреймов коммутатору превышает максимальную скорость их обработки, буфер может переполниться, и продолжающие приходить фреймы будут отбрасываться.

обрезная, или сквозная, коммутация (cut-through); коммутаторы, использующие этот тип коммутации, называются сквозными, они начинают транслировать фрейм в выходной порт сразу по получении заголовка, не дожидаясь окончания приема фрейма.

Системный модуль коммутатора поддерживает общую адресную таблицу. Каждый порт имеет свой процессор фреймов. При поступлении фрейма в один из портов его процессор отправляет в буфер несколько первых байтов или весь фрейм,

чтобы прочитать адрес назначения. После определения адреса процессор принимает решение о передаче фрейма, выбирая по адресной таблице соответствующий выходной порт. Коммутационная матрица формирует соединение входного и выходного портов. Если полученный адрес отсутствует в адресной таблице, он записывается в новой строке, а фрейм передается методом широкого вещания через все порты за исключением принявшего. Буфер может быть общим или индивидуальным для каждого порта.

При наличии индивидуальных запоминающих устройств каждого порта, фреймы хранятся в очередях, количество которых соответствует количеству выходных портов. Фрейм передается на выходной порт только тогда, когда все фреймы, находившиеся впереди него в очереди, были успешно переданы.

При использовании общей памяти все фреймы хранятся в общем буфере памяти, который используется всеми портами коммутатора. Такой метод называется динамическим распределением буферной памяти. Фреймы, находящиеся в буфере, динамически распределяются по выходным портам. Это позволяет получить фрейм с одного порта и отправить его на другой порт, не создавая очередей.

В современных сетях коммутаторы выполняют большее число функций, чем мосты, поскольку они позволяют осуществлять большее число соединений, работают гораздо быстрее, чем мосты, а также поддерживают новые функции, такие как виртуальные локальные сети (VLAN). В мостах коммутацию может осуществлять и программное обеспечение, в то время как в коммутаторах коммутация обычно выполняется аппаратно.

Каждый коммутатор увеличивает задержку в сети. Эта задержка зависит от типа коммутатора и используемого метода коммутации. АС должен регулярно проводить мониторинг производительности сети и контроль задержек с помощью специализированных средств.

Поскольку коммутатор представляет собой сложное вычислительное устройство, имеющее несколько процессорных модулей, то помимо выполнения основной функции — передачи фреймов с порта на порт по алгоритму моста, он выполняет ряд дополнительных функций. Рассмотрим наиболее распространенные дополнительные функции коммутаторов, которые

поддерживаются большинством производителей коммуникационного оборудования [21, 22].

Процессор порта коммутатора может запоминать MAC-адрес подключенного к нему узла или адреса нескольких узлов, если они подключены через другой коммутатор (концентратор). Это позволяет защитить сеть от несанкционированного подключения. Администратор сети имеет возможность определять время хранения MAC-адреса, устанавливать и изменять MAC-адреса.

Как отмечалось ранее, для временного хранения фреймов коммутатор имеет буферное запоминающее устройство. Если выходной порт коммутатора занят, а источник информации постоянного передает фреймы, то в большинстве случаев даже очень большой объем буферной памяти не предотвратит ее переполнения. В случае переполнения буфера коммутатор не в состоянии запоминать поступающие фреймы, поэтому они будут утрачены. Специальными командами XON и XOFF коммутатор регулирует приостановку и возобновление передачи поступающей информации от узла [36].

Коммутаторы могут выполнять трансляцию одного протокола канального уровня в другой, например Ethernet в FDDI, Fast Ethernet в Token Ring. При этом они работают по тем же алгоритмам, что и транслирующие мосты, т. е. в соответствии со спецификациями IEEE 802.1H, определяющими правила преобразования полей фреймов разных протоколов.

Многие коммутаторы позволяют администраторам задавать дополнительные условия фильтрации фреймов наряду со стандартными условиями их фильтрации в соответствии с информацией адресной таблицы. Для создания дополнительных барьеров, которые ограничивают доступ определенных групп пользователей к определенным службам сети, задействуются пользовательские фильтры.

Наиболее простыми являются пользовательские фильтры на основе физических адресов узлов. Поскольку коммутатор работает с физическими адресами, это позволяет задавать такие фильтры в удобной для администратора форме. Возможно, проставляя некоторые условия в дополнительном поле адресной таблицы, например уничтожать фреймы с определенным адресом. При этом пользователю, работающему на компьютере с данным адресом, полностью запрещается доступ к ресурсам другого сегмента сети.

Часто администратору требуется задавать специальные условия фильтрации, например наложить запрет для некоторого пользователя на печать своих документов на определенном сервере печати определенного сегмента сети, а остальные ресурсы этого сегмента сделать доступными. Для реализации такого фильтра нужно запретить передачу фреймов с определенным адресом.

Построение сетей на основе коммутаторов позволяет ввести приоритезацию фреймов, причем делать это независимо от технологии сети [21, 22]. Эта возможность является следствием того, что коммутаторы буферизуют фреймы перед их отправкой на другой порт. Коммутатор обычно ведет для каждого входного и выходного порта не одну, а несколько очередей, причем каждая очередь имеет свой приоритет обработки. Однако не все протоколы канального уровня поддерживают поле приоритета фрейма, например у фреймов Ethernet оно отсутствует. В этом случае коммутатор должен использовать какой-либо дополнительный механизм для связывания фрейма с его приоритетом. Наиболее распространенный способ — приписывание приоритета портам коммутатора. При таком способе коммутатор помещает фрейм в очередь соответствующего приоритета в зависимости от того, через какой порт поступил фрейм в коммутатор. Но если к порту коммутатора подключена не отдельная рабочая станция, а сегмент, то все узлы сегмента получают одинаковый приоритет.

Поддержка приоритетной обработки особенно необходима и должна быть использована администратором системы для приложений, предъявляющих различные требования к допустимым задержкам фреймов и к пропускной способности сети, например IP-телефония, видео.

Приоритезация трафика коммутаторами в настоящее время является одним из основных механизмов обеспечения качества транспортного обслуживания в сетях. К каким уровням задержек приводит приписывание того или иного уровня приоритета фрейму, и какую пропускную способность обеспечивает приоритет потоку фреймов невозможно определить заранее. Администратор системы может выяснить *последствия* ее применения только экспериментальным путем с использованием соответствующих средств контроля производительности. Тем не менее фреймы с более высоким приоритетом будут обра-

батываться раньше менее приоритетных фреймов, и все показатели качества обслуживания у них будут выше. Гарантии качества обслуживания дают технологии, которые основаны на предварительном резервировании качества обслуживания, например, технологии глобальных сетей Frame Relay и ATM или протокол RSVP в сетях TCP/IP [16, 19, 20].

Для всех TR-коммутаторов обязательна поддержка алгоритма покрывающего дерева Spanning Tree (STA) [8]. Алгоритм покрывающего дерева предназначен для связи сегментов сетей. Чтобы предотвратить потерю работоспособности сети при выходе из строя устройства, соединяющего сегменты сети, необходимо организовывать между сегментами резервные связи. Например, в один и тот же сегмент сети можно попасть через три моста/коммутатора. Но тогда следует предусмотреть алгоритм, который предотвращал бы наличие замкнутых петель. При передаче по ним широковещательных фреймов, не имеющих определенного назначения, возникает зацикли-

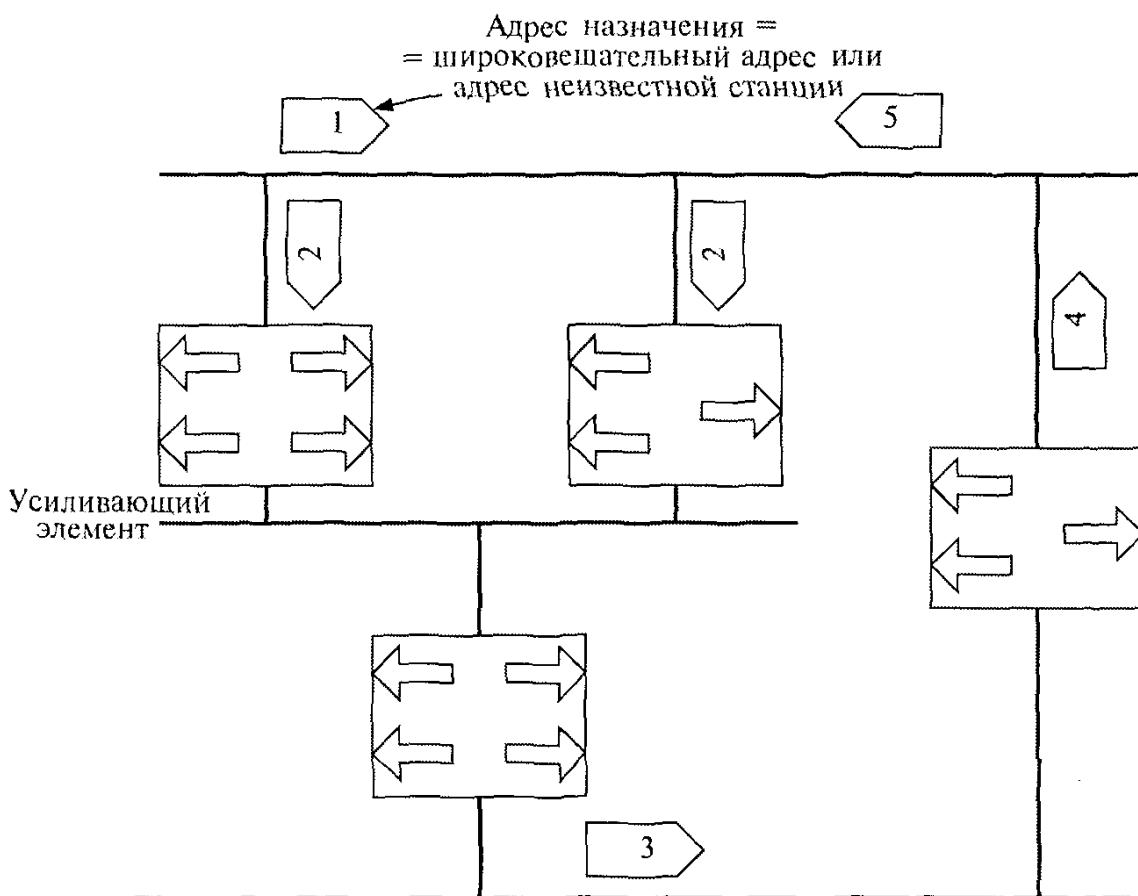


Рис. 4.3. Широковещательный шторм

вание или еще более опасная ситуация — так называемый широковещательный шторм или буря. Обычно пакетные бури возникают в тех случаях, когда отклик на широковещательный пакет передается в широковещательном режиме, что приводит к экспоненциальному росту трафика. Вероятность их повышается, если в сети есть «усиливающий элемент», такой как три параллельных пути на рис. 4.3. В течение очень короткого времени (например, 1 с) вся сеть перегружается широковещательными фреймами, и больше никто не может передать полезный фрейм (см. рис. 4.3.).

Алгоритм для предотвращения петель стандартизирован IEEE для TR-мостов и коммутаторов в стандарте IEEE 802.1d и называется STA (Spanning Tree Algorithm).

Алгоритм STA формализует сеть в виде графа, вершинами которого являются коммутаторы в сегменте сети (рис. 4.4).

Алгоритм обеспечивает поиск древовидной топологии связей с единственным путем от каждого коммутатора и от каждого сегмента до некоторого выделенного коммутатора (корня дерева, Root Switch) при минимально возможном расстоянии. В качестве корневого коммутатора выбирается коммутатор с минимальным адресом, ему присваивается максимальный приоритет. В качестве расстояния в STA используется метрика — величина, обратно пропорциональная пропускной способности сегмента. Метрика (для STA) — это время передачи одного бита, измеренное в 10-наносекундных единицах

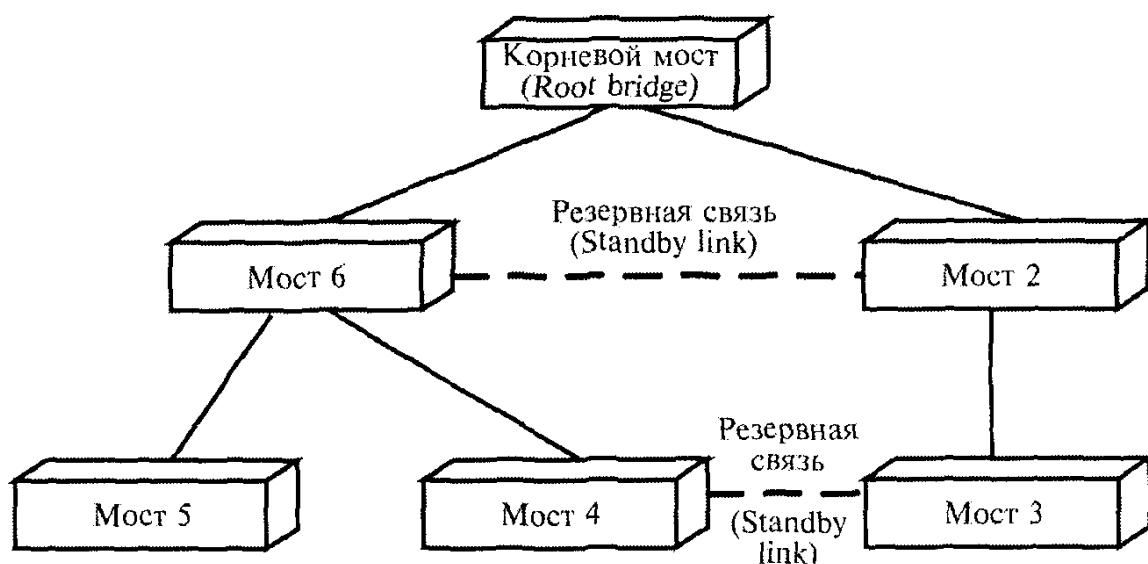


Рис. 4.4. Дерево мостов в соответствии с алгоритмом STA

(условное время сегмента). Например, для сегмента Ethernet 10 Мбит/с метрика равна 10 условным единицам.

Корневой коммутатор рассыпает остальным коммутаторам специальный «hello-пакет». Коммутаторы ретранслируют этот пакет, для того чтобы каждый коммутатор определил минимальные расстояния от всех своих портов до корневого коммутатора. Алгоритм определяет, какой коммутатор или связь между коммутаторами является основной, а какой (какая) — резервной. Основные метятся как «передающие» (forward), а резервные — как «заблокированные» (standby). Если основная связь или коммутатор вышли из строя, они заменяются резервными. Таким образом, существует один путь для каждого сегмента, а резервные пути находятся в состоянии ожидания для использования в случае выхода из строя коммутатора или связи между коммутаторами.

Алгоритм выделяет корневые порты на коммутаторах. Корневой порт — это порт промежуточного коммутатора, имеющий кратчайшее расстояние до корневого коммутатора. Алгоритм ограничивает количество промежуточных коммутаторов (*hops*) величиной равной 7, а число сегментов — соответственно 8. Для ускорения работы в коммутаторах реализованы дополнительные алгоритмы RSTP и MSTP. Алгоритмы применяются во всех коммутаторах и параметры их работы должны указываться администратором системы при загрузке операционной системы коммутатора.

Все коммутаторы поддерживают средства организации виртуальных сетей.

Виртуальной сетью (VLAN) называется группа станций сети, пакеты которой, в том числе и широковещательные, на канальном уровне полностью изолированы от других станций сети. Объединение станций в такие группы выполняется либо на основе принадлежности к портам коммутатора, либо на основе принадлежности фреймов к одному сетевому протоколу, либо по MAC-адресам станций. Таким образом, существуют виртуальные сети, базирующиеся:

- на портах — статические VLAN;
- на MAC-адресах — динамические VLAN;
- на сетевых протоколах;
- на сложных правилах (например, комбинации протокола, адреса и т.п.).

При параметризации операционной системы коммутатора тип такого объединения задается администратором системы. При этом передача фреймов между разными виртуальными сетями на основании адреса канального уровня невозможна. Внутри виртуальной сети фреймы передаются в соответствии с технологией коммутации, т. е. только на тот порт, который связан с адресом назначения фрейма.

Назначение технологии виртуальных сетей состоит в защите от несанкционированного доступа и в создании изолированных сетей, которые затем могут быть связаны с помощью маршрутизаторов, реализующих какой-либо протокол сетевого уровня, например IP. Такое построение сети создает барьеры на пути ошибочного трафика из одной сети в другую.

Для объединения виртуальных сетей в общую сеть требуется использование протоколов сетевого уровня. Они могут быть реализованы в специальном устройстве — маршрутизаторе (раздел 4.2.1), а могут работать и в составе программного обеспечения коммутатора, который в этом случае становится комбинированным устройством — так называемым коммутатором 3-го уровня. Считается, что крупная сеть (от 1000 портов) должна включать в себя маршрутизаторы, иначе потоки ошибочных фреймов, например широковещательных, будут периодически заполнять всю сеть через прозрачные для них коммутаторы, приводя ее в неработоспособное состояние [21, 22].

Возможно решение, при котором коммутаторы соединены между собой магистральными каналами и порты коммутатора работают в магистральном режиме. При этом потоки нескольких VLAN мультиплексируются в одном физическом канале. Для того чтобы мультиплексировать потоки данных от различных VLAN, существуют специальные протоколы, которые инкапсулируют (поглощают) фреймы и снабжают их метками (тегами) принадлежности к определенной VLAN: IEEE 802.10, LAN Emulation (LANE), IEEE 802.1Q, Inter-Switch Link (ISL).

Первые два протокола используются для технологий FDDI и ATM. Более подробно о них имеет смысл прочитать в дополнительной литературе, последние два протокола рассмотрим подробнее.

Протокол IEEE 802.1Q используется в сетях Ethernet и тег размером в два байта содержит следующие поля:

- Ethertype. Это поле определяет принадлежность пакета протоколу IEEE 802.1Q при условии, что его содержимое равно 0x8100, в противном случае этот пакет не принадлежит протоколу IEEE 802.1Q;
- PR. Трехразрядное поле приоритета определяет важность пакета;
- ID VLAN (VID). Идентификатор определяет номер виртуальной сети. Всего может существовать не более 4096 виртуальных сетей.

После того как фрейм принят входным портом коммутатора, решение о его дальнейшей обработке принимается на основании правил входного порта (Ingress rules). Возможны следующие варианты: прием только фреймов типа Tagged, прием только фреймов типа Untagged, прием фреймов обоих типов.

Если правилами входного порта определено, что можно принимать фрейм типа Tagged, в котором имеется информация о принадлежности к конкретной виртуальной сети (ID VLAN), то этот фрейм передается без изменения. А если определена возможность работы с фреймами типа Untagged, в которых не содержится информация о принадлежности к виртуальной сети, то такой фрейм преобразуется входным портом коммутатора к типу Tagged. Чтобы такое преобразование стало возможным, каждому порту коммутатора присваивается уникальный PVID (Port VLAN Identifier), определяющий принадлежность порта к конкретной виртуальной сети внутри коммутатора (по умолчанию все порты коммутатора имеют одинаковый идентификатор PVID=1). Фрейм типа Untagged преобразуется к типу Tagged, для чего дополняется меткой VID . Значение поля VID входящего Untagged-фрейма устанавливается равным значению PVID входящего порта, т. е. все входящие Untagged-фреймы автоматически приписываются к той виртуальной сети внутри коммутатора, к которой принадлежит входящий порт.

После того как все входящие фреймы обработаны, решение об их передаче к выходному порту основывается на предопределенных правилах продвижения пакетов. Правило продвижения пакетов внутри коммутатора заключается в том, что пакеты могут передаваться только между портами, ассоциированными с одной виртуальной сетью. Каждому порту при-

сваивается идентификатор PVID, который используется для преобразования принимаемых Untagged-фреймов и для определения принадлежности порта к виртуальной сети внутри коммутатора с идентификатором VID-PVID. Таким образом, порты с одинаковыми идентификаторами внутри одного коммутатора ассоциируются с одной виртуальной сетью. Если виртуальная сеть строится на базе одного коммутатора, то идентификатора порта PVID, определяющего его принадлежность к виртуальной сети, вполне достаточно. Но, создаваемые таким образом сети не могут перекрываться, поскольку каждому порту коммутатора соответствует только один идентификатор.

После того как фреймы внутри коммутатора переданы на выходной порт, их дальнейшее преобразование зависит от правил выходного порта. Трафик внутри коммутатора создается только пакетами типа Tagged, а входящий и исходящий трафики могут быть образованы пакетами обоих типов. Соответственно правилами выходного порта (правило контроля метки — Tag Control) определяется, следует ли преобразовывать кадры Tagged к формату Untagged. Каждый порт коммутатора может быть сконфигурирован как Tagged или Untagged Port. Если выходной порт определен как Tagged Port, то исходящий график будет создаваться фреймами типа Tagged с информацией о принадлежности к виртуальной сети. Выходной порт не меняет тип фреймов, оставляя их такими же, какими они были внутри коммутатора. К указанному порту может быть подсоединенено только устройство, совместимое со стандартом IEEE 802.1Q. Если выходной порт коммутатора определен как Untagged Port, то все исходящие фреймы преобразуются к типу Untagged, т. е. из них удаляется дополнительная информация о принадлежности к виртуальной сети. К такому порту можно подключать любое сетевое устройство, в том числе коммутатор, не совместимый со стандартом IEEE 802.1Q.

Дополнительно существует механизм для членов одной сети, позволяющий регистрировать и распространять информацию о существующих виртуальных сетях. Этот механизм определен стандартом 802.1p и называется GARP (Generic Attribute Registration Protocol). Так, информация о VLAN может быть зарегистрирована в базе данных коммутатора при помощи трех типов специальных пакетов и обработана потом двумя процессами — GVRP и GMRP. Эта опция используется для

больших сетей. Источники подробной информации об этом приведены в разделе «Дополнительная информация».

Протокол Inter-Switch Link (ISL) был реализован компанией Cisco для организации соединения между коммутаторами, маршрутизаторами и сетевыми адаптерами, используемыми на сетевых узлах, таких как серверы. Суть его заключается в том, что к стандартному фрейму Ethernet добавляется заголовок размером 26 байт. При этом поле контрольной информации не пересчитывается. Заголовок ISL имеет следующие поля:

- **DA** — поле группового адреса получателя. Если 40 разрядов группового адреса установлены в 01-00-0C-00-00 или 03-00-0C-00-00, то он является признаком пакета ISL;
- **Type** — 4-разрядное поле типа фрейма, указывает на тип среды, в которую передается кадр. Возможны следующие варианты: 0000 — для Ethernet, 0001 — для Token Ring, 0010 — для FDDI и 0011 — для ATM;
- **User** — 4-разрядное поле пользователя, используется для указания уровня приоритета кадра: xx00 — нормальный, xx01 — приоритет 1, xx02 — приоритет 2 и xx11 — самый высокий приоритет.
- **SA** — 48-разрядный адрес источника кадра;
- **LEN** — 16-разрядное поле. Это поле определяет длину пакета за исключением полей DA, Type, User, SA, LEN и CRC — всего 16 байт;
- **AAAA03** — 24-разрядное стандартное поле для кадра ISL;
- **HAS** — старшая часть адреса источника фрейма. Это поле в 24 разряда определяет изготовителя порта источника фрейма;
- **VLAN** — 15-ти разрядный адрес виртуальной сети. Используется только 10 младших разрядов, что позволяет определять 1024 виртуальных сетей;
- **BPDU** — одноразрядная протокольная единица обмена мостов. Используется протоколами связующего дерева STP, а также для открытого протокола Cisco — CDP или протокола виртуальных сетей VTP.
- **indx** — 16-разрядный индекс для указания адреса порта. Этот индекс может иметь любое значение и предназначен для использования в диагностических целях.
- **RES** — 16-разрядное резервное поле. Используется только в FDDI и Token Ring. В Ethernet оно заполнено нолями.

Администратору системы следует учесть, что использовать ISL имеет смысл при необходимости увеличивать производительность сети за счет оптимизации средств ОС IOS CISCO.

Администратор системы должен также учесть, что у него есть возможность вручную назначить портам коммутатора виртуальные сети путем использования управляющего программного обеспечения (статические виртуальные сети).

При конфигурировании статических виртуальных сетей на коммутаторах следует помнить следующие основные положения:

- максимальное количество подключаемых виртуальных сетей зависит от типа коммутатора и ограничивается количеством его портов;
- виртуальная сеть VLAN1 является одной из виртуальных сетей, создаваемых по умолчанию производителем;
- по виртуальной сети VLAN1 рассылаются анонсирования маршрутов протокола обнаружения устройств и магистрального протокола;
- на всех коммутаторных магистралях, принимающих участие в работе виртуальных сетей, должен быть сконфигурирован один и тот же протокол инкапсуляции (поглощения);
- команды конфигурирования виртуальных сетей зависят от модели коммутатора;
- IP-адреса для некоторых моделей коммутаторов находятся в широковещательном домене виртуальной сети.

В данном учебном пособии не рассматривается конфигурирование динамических виртуальных сетей. Конкретное описание конфигурации VLAN содержится в технической документации по ОС сетевого устройства, которую необходимо изучить администратору системы.

Администратор системы должен иметь в виду, что выполнение дополнительных функций может снизить производительность коммутатора, так как обработка таблиц, фильтрация и приоритизация трафика, обработка маршрутов требует дополнительных вычислений процессорами портов.

Шлюз (Gateway) — это устройство для соединения подсетей по протоколам выше 3-го уровня OSI. Шлюзы применяются в сложных гетерогенных сетях. Например, если возникает необходимость присоединить сегмент с персональными компьюте-

рами, представляющими символы в коде ASCII, к мейнфрейм, представляющей символы в коде EBCDIC. Существуют шлюзы, выполняющие конвертацию всех семи уровней протоколов OSI (обычно это аппаратные средства на первых двух уровнях и программное обеспечение на остальных уровнях). При этом они могут быть выделены только для осуществления функций соответствия различных протоколов друг другу, а могут выполнять еще и другие функции. Например, шлюз и одновременно файл-сервер сети [52]. Особенности администрирования шлюзов в этом пособии не рассматриваются.

4.1.2. Задача проектирования сети

Тщательное проектирование сети является *важнейшей* задачей служб администратора системы. Если при проектировании сети допущены ошибки, то может возникнуть множество непредвиденных проблем в приложениях ИС. Процесс проектирования требует профессионального знания сетевых стандартов и особенностей применяемых сетевых технологий и обычно производится службами АС совместно со специализированными компаниями, имеющими лицензию на выполнение проектных работ в данной области.

Для решения задачи проектирования сетей принят трехуровневый подход (рис. 4.5).

В этой трехуровневой модели все сетевые устройства и соединения между ними группируются и подразделяются на следующие уровни [20, 26, 60]:

- базовый (магистральный) уровень;
- уровень распределения;
- уровень доступа.

Для сетей в пределах здания эти уровни еще называют: магистральным (backbone), рабочей группы (workgroup) и настольным (standby) [36]. Рассмотрим функции этих уровней.

Уровень доступа. На уровне доступа происходит передача данных в сеть и осуществляется входной контроль. Через этот уровень конечные пользователи получают доступ к сети. Коммутатор уровня доступа обеспечивает физический канал от интерфейса конечного пользователя до устройств, расположенных на уровне распределения. Уровень доступа использует списки доступа, которые предназначены для предотвращения

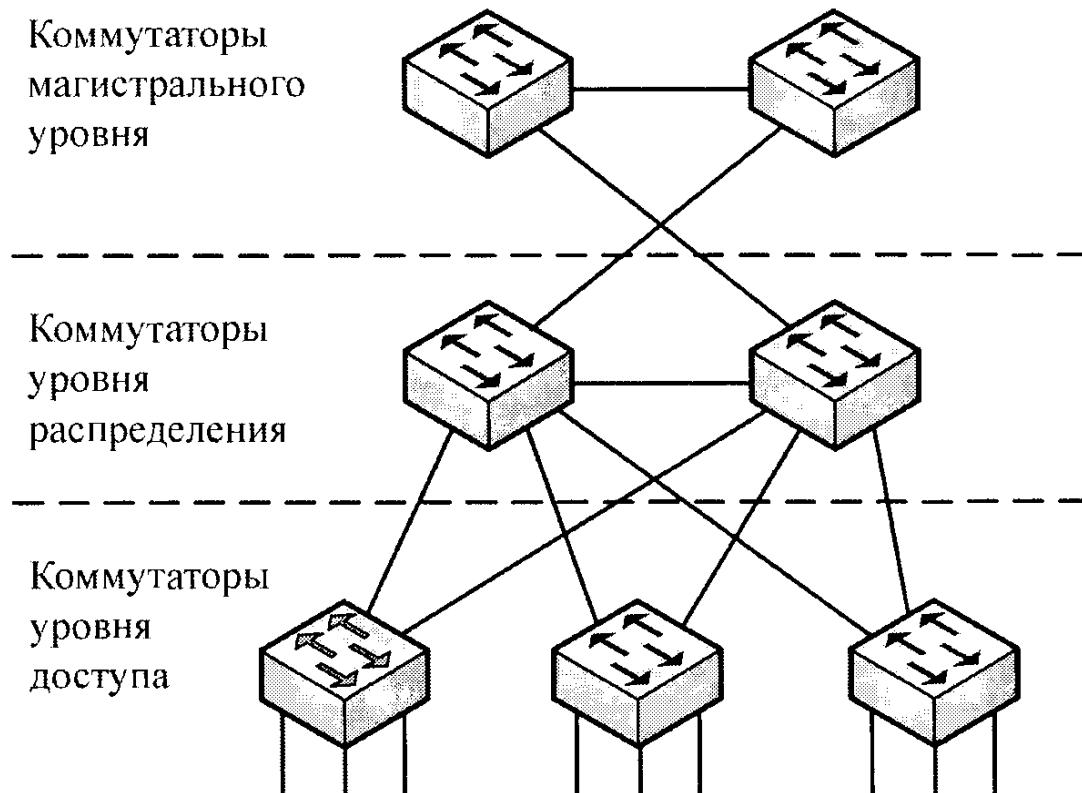


Рис. 4.5. Трехуровневая модель сети

несанкционированного доступа пользователей к сети. На этом уровне принимаются решения политик безопасности. Уровень доступа также предоставляет доступ к узлам удаленных сетей.

Уровень распределения определяет границы сети и обеспечивает манипуляцию пакетами в сети. Он расположен между уровнем доступа и магистральным уровнем. Его назначение состоит в отделении процессов магистрального уровня от остальной части сети. В частности, он должен создать границу входа в сеть путем использования списков доступа, определения широковещательных доменов, безопасности, управления размерами таблиц маршрутизации, обобщения (агрегации) адресов сети, распределения статических маршрутов, перераспределения динамических маршрутов, соединений с удаленными площадками и перераспределения потока информации между доменами. Таким образом, этот уровень определяет политику (стратегию) доступа к сети. Для обеспечения безопасности сети и экономии ресурсов путем предотвращения передачи нежелательных данных могут быть использованы различные политики.

Таблица 4.1

Характеристики коммутаторов различных уровней

| Характеристики коммутаторов | Backbone (магистральный уровень) | Workgroup (уровень распределения) | Standby (уровень доступа) |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|
| Цена | Высокая | Средняя | Низкая |
| Скорость (определяется поддерживаемым протоколом) | 100/1 000/10GBASE, ATM, FDDI | 100/1 000 | 10/100 |
| Количество MAC-адресов на порт | 1 024 и более | 512 | 1 |
| Тип коммутации Ethernet | STA, full duplex, full bridging IP | STA, bridging | Bridging |
| Надежность | Дублирование портов, источников питания, вентиляторов | Дублирование источников питания | Нет |
| | Модульный (набирается адаптерами) | Стэкируемый (Stackable) (набирается блоками) | Коробка |
| Управляемость | SNMP, RMON, | SNMP, RMON | — |
| Несанкционированный доступ | VLAN | VLAN | VLAN |

Если в сети используются два или более протокола маршрутизации, например протокол маршрутной информации RIP и протокол маршрутизации внутреннего шлюза IGRP, то обмен информацией между доменами с различными протоколами и ее перераспределение также выполняются на этом уровне.

Магистральный уровень предназначен для создания оптимизированной и надежной транспортной структуры для передачи данных с большими скоростями. Иными словами, базовый уровень должен передавать данные максимально быстро, а само устройство должно быть очень надежным и содержать самые быстрые процессоры в сети. Администратор системы должен учесть, что устройства этого уровня не должны быть загружены

выполнением таких операций, как проверка списков доступа, шифрование данных, трансляция адресов и других функций, которые препятствуют коммутации пакетов с максимально возможной скоростью.

Устройства магистрального уровня должны иметь доступ к любому узлу сети. Это не означает, что они должны иметь физическую связь непосредственно с каждым узлом, но все устройства должны быть достижимы согласно таблице маршрутизации.

На каждом уровне требуется свой тип коммутатора (табл. 4.1), который наилучшим образом решает задачи данного уровня. Функции и технические характеристики каждого коммутатора зависят от уровня, для которого предназначен этот коммутатор [36].

4.2. Вопросы внедрения маршрутизаторов. Протоколы маршрутизации

4.2.1. Маршрутизаторы, протоколы маршрутизации

Маршрутизатор (router) — устройство, работающее на третьем сетевом уровне модели OSI. Маршрутизатор принимает решения о пересылке пакетов сетевого уровня модели OSI их получателю на основании информации об устройствах в сети (таблицы маршрутизации) и определенных правил. При этом в пределах сегмента он работает на канальном уровне модели OSI, а между сегментами — на сетевом. На сетевом уровне создается логический адрес сети. Этот адрес присваивается операционной системой или администратором системы для идентификации группы компьютеров. Такую группу иначе называют subnet (подсеть) [52]. Подсеть может совпадать или не совпадать с физическим сегментом. Физические адреса устройств задаются производителем аппаратуры аппаратно или с помощью программного обеспечения. Например, физический адрес рабочей станции — уникальный адрес сетевого адаптера, который присваивается производителем, а база данных — ведется компанией Xerox. Двух устройств с одним физическим адресом в сети не может быть. Маршрутизаторы «не видят» физических сегментов, они пересыпают информацию по логическим адресам подсетей.

Таблица 4.1

Характеристики коммутаторов различных уровней

| Характеристики коммутаторов | Backbone (магистральный уровень) | Workgroup (уровень распределения) | Standby (уровень доступа) |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|
| Цена | Высокая | Средняя | Низкая |
| Скорость (определяется поддерживаемым протоколом) | 100/1 000/10GBASE, ATM, FDDI | 100/1 000 | 10/100 |
| Количество MAC-адресов на порт | 1 024 и более | 512 | 1 |
| Тип коммутации Ethernet | STA, full duplex, full bridging IP | STA, bridging | Bridging |
| Надежность | Дублирование портов, источников питания, вентиляторов | Дублирование источников питания | Нет |
| | Модульный (набирается адаптерами) | Стэкируемый (Stackable) (набирается блоками) | Коробка |
| Управляемость | SNMP, RMON, | SNMP, RMON | — |
| Несанкционированный доступ | VLAN | VLAN | VLAN |

Если в сети используются два или более протокола маршрутизации, например протокол маршрутной информации RIP и протокол маршрутизации внутреннего шлюза IGRP, то обмен информацией между доменами с различными протоколами и ее перераспределение также выполняются на этом уровне.

Магистральный уровень предназначен для создания оптимизированной и надежной транспортной структуры для передачи данных с большими скоростями. Иными словами, базовый уровень должен передавать данные максимально быстро, а само устройство должно быть очень надежным и содержать самые быстрые процессоры в сети. Администратор системы должен учесть, что устройства этого уровня не должны быть загружены

выполнением таких операций, как проверка списков доступа, шифрование данных, трансляция адресов и других функций, которые препятствуют коммутации пакетов с максимально возможной скоростью.

Устройства магистрального уровня должны иметь доступ к любому узлу сети. Это не означает, что они должны иметь физическую связь непосредственно с каждым узлом, но все устройства должны быть достижимы согласно таблице маршрутизации.

На каждом уровне требуется свой тип коммутатора (табл. 4.1), который наилучшим образом решает задачи данного уровня. Функции и технические характеристики каждого коммутатора зависят от уровня, для которого предназначен этот коммутатор [36].

4.2. Вопросы внедрения маршрутизаторов. Протоколы маршрутизации

4.2.1. Маршрутизаторы, протоколы маршрутизации

Маршрутизатор (router) — устройство, работающее на третьем сетевом уровне модели OSI. Маршрутизатор принимает решения о пересылке пакетов сетевого уровня модели OSI их получателю на основании информации об устройствах в сети (таблицы маршрутизации) и определенных правил. При этом в пределах сегмента он работает на канальном уровне модели OSI, а между сегментами — на сетевом. На сетевом уровне создается логический адрес сети. Этот адрес присваивается операционной системой или администратором системы для идентификации группы компьютеров. Такую группу иначе называют subnet (подсеть) [52]. Подсеть может совпадать или не совпадать с физическим сегментом. Физические адреса устройств задаются производителем аппаратуры аппаратно или с помощью программного обеспечения. Например, физический адрес рабочей станции — уникальный адрес сетевого адаптера, который присваивается производителем, а база данных — ведется компанией Xerox. Двух устройств с одним физическим адресом в сети не может быть. Маршрутизаторы «не видят» физических сегментов, они пересылают информацию по логическим адресам подсетей.

Маршрутизация — это процесс поддержания таблицы маршрутизации и обмена информацией об изменениях в топологии сети с другими маршрутизаторами.

Эта функция реализуется с помощью одного или нескольких *протоколов маршрутизации* либо с помощью статически настроенных таблиц маршрутизации.

Маршрутизация может осуществляться по разным алгоритмам и быть статической или динамической.

При статическом способе путь между любой парой маршрутизаторов неизменен, например от маршрутизатора *B* к маршрутизатору *A* маршрут всегда проходит через маршрутизаторы *D* и *F*.

При динамической маршрутизации пути передачи сетевого трафика между маршрутизаторами зависят от текущей загрузки сети и реальной топологии сети. Это имеет смысл, если в сети возможны разные пути между маршрутизаторами. Для оценки маршрута в реальном времени применяют параметры — *метрики*. Наименьшей метрикой обладают наиболее предпочтительные маршруты. Например, маршруты минимальной протяженности, которые измеряются числом маршрутизаторов на пути, или маршруты с минимальной задержкой. Таблица маршрутизации, с помощью которой маршрутизатор определяет оптимальный путь, хранится в RAM-памяти маршрутизатора. Наиболее известные протоколы маршрутизации, которые есть обычно у всех маршрутизаторов [26, 41, 42], это:

- протокол маршрутной информации RIP (Routing Information Protocol);
- усовершенствованный протокол маршрутизации внутреннего шлюза EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol);
- открытый протокол предпочтения кратчайшего пути OSPF (Open Shortest Path First).

RIP является дистанционно-векторным протоколом [8, 9, 26] и использует в качестве метрики пути число переходов через маршрутизаторы (*hops*). Максимально разрешенное число переходов — 15. Маршрутизатор с определенной периодичностью (по умолчанию через каждые 30 с) извлекает адреса получателей информации и метрики из своей таблицы маршрутизации и помещает эти данные в рассылаемые соседним маршрутизаторам сообщения об обновлении. Соседние маршрутиза-

торы сверяют полученные данные со своими собственными таблицами маршрутизации и вносят необходимые изменения. После этого они сами рассылают сообщения об обновлении. Таким образом, каждый маршрутизатор получает информацию о маршрутах всей сети. Протокол RIP может работать эффективно только в небольших сетях.

OSPF — более сложный протокол; относится к протоколам состояния канала [8, 9, 26] и ориентирован на применение в больших гетерогенных сетях. Для выяснения состояния связей соседние OSPF-маршрутизаторы достаточно часто обмениваются короткими сообщениями *hello*. Для распространения по сети данных о состоянии связей маршрутизаторы используют широковещательную рассылку сообщений другого типа, которые называются *router links advertisement* — объявление о связях маршрутизатора (точнее, о состоянии связей). OSPF-маршрутизаторы получают информацию о состоянии всех связей сети. Эта информация используется для построения графа связей сети. Этот граф один и тот же для всех маршрутизаторов сети. Кроме информации о соседних маршрутизаторах маршрутизатор в своем объявлении перечисляет подсети, с которыми он связан непосредственно. Вычисление маршрута с минимальной метрикой до каждой подсети производится непосредственно по построенному графу с использованием алгоритма Дэйкстры [8].

Маршрутизаторы выполняют не только функцию маршрутизации, но и функцию коммутации, т. е. обеспечивают перенаправление пакетов с входного интерфейса маршрутизатора на выходной интерфейс в зависимости от таблицы маршрутизации.

В настоящее время из-за распространения технологии Ethernet на магистральные каналы передачи данных, в которых в качестве физической среды используется оптоволоконный кабель, широкое распространение получили коммутаторы третьего уровня. Такие коммутаторы, так же как и маршрутизаторы строят таблицы маршрутизации и на их основе осуществляют маршрутизацию сетевого трафика. Отличие в том, что маршрутизатор проводит коммутацию пакетов между интерфейсами с различными протоколами второго уровня, т. е. маршрутизатор проводит переупаковку полезной информации из поступающих к нему пакетов различных протоколов второго уровня, например, из Ethernet в PPP или Frame Relay [20, 26].

Коммутаторы же третьего уровня могут только просматривать информацию сетевого уровня, находящуюся в поступающих на его интерфейсы пакетах. На основе полученной информации коммутатор третьего уровня производит коммутацию пакета на выходной интерфейс. Коммутатор третьего уровня не переупаковывает полезную информацию из поступающих к нему кадров. Администратору системы следует иметь в виду, что применение коммутаторов третьего уровня возможно только в сетях Ethernet.

Маршрутизирующие протоколы и алгоритмы работы маршрутизации на маршрутизаторах и коммутаторах третьего уровня одинаковые. Локальные таблицы маршрутизации, которые используются маршрутизатором для определения наилучшего пути от источника к пункту назначения, обычно содержат следующие записи:

- механизм, по которому был получен маршрут;
- логический адрес сети или подсети;
- административное расстояние;
- метрика маршрута;
- адрес интерфейса маршрутизатора, расположенного на расстоянии одной пересылки, через который доступна сеть-получатель;
- время присутствия маршрута в таблице;
- выходной интерфейс маршрутизатора, через который доступна сеть-получатель.

Так как одновременно на маршрутизаторе может быть запущено сразу несколько протоколов маршрутизации, необходим метод выбора между маршрутами, полученными от разных протоколов маршрутизации. В маршрутизаторах для выбора маршрутов, полученных от разных протоколов маршрутизации, используется концепция административного расстояния.

Административное расстояние рассматривается как мера достоверности источника информации о маршруте.

Малые значения величины административного расстояния предпочтительнее больших значений. Стандартные значения административного расстояния устанавливаются администратором системы такими, чтобы значения, вводимые вручную, были предпочтительнее значений, полученных автоматически, и протоколы маршрутизации с более сложными метри-

ками были бы предпочтительнее протоколов маршрутизации, имеющих простые метрики.

При этом процесс маршрутизации выбирает маршрут, обладающий наименьшим значением метрики.

Наиболее часто в алгоритмах маршрутизации используются перечисленные ниже параметры [8, 9, 26].

Ширина полосы пропускания — это средство оценки объема информации, который может быть передан по каналу связи в единицу времени.

Задержка — это промежуток времени, необходимый для перемещения пакета по каждому из каналов связи от отправителя к получателю. Задержка зависит от пропускной способности промежуточных каналов, размера очередей в портах маршрутизаторов, загрузки сети и физического расстояния.

Утилизация канала — Это средняя загруженность канала связи в единицу времени.

Надежность — относительное число ошибок в канале связи.

Число переходов — число маршрутизаторов, которые должен пройти пакет, прежде чем достигнет пункта назначения.

Стоимость — значение, обычно вычисляемое на основе пропускной способности, денежной стоимости или других единиц измерения, назначаемых администратором сети.

После создания таблицы маршрутизации маршрутизатор должен поддерживать ее точное соответствие реальной топологии сети. Поддержка таблиц маршрутизации осуществляется либо администратором сети вручную, либо с помощью динамических протоколов маршрутизации. Независимо от того, конфигурируются ли маршруты вручную или с помощью протоколов маршрутизации, точность отображения маршрутов является ключевым фактором в способности маршрутизатора обеспечивать пересылку данных ее получателям.

Существует несколько механизмов маршрутизации, которые маршрутизатор использует для построения и поддержания в актуальном состоянии своей таблицы маршрутизации. При инициализации операционной системы маршрутизатора это должно учитываться администратором сети. В общем случае при построении таблицы маршрутизации маршрутизатор применяет комбинацию следующих методов маршрутизации:

- прямое соединение;
- статическая маршрутизация;

- маршрутизация по умолчанию;
- динамическая маршрутизация.

И хотя каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, они не являются взаимоисключающими [22, 21].

Прямое соединение — это маршрут, локальный по отношению к маршрутизатору. Если один из интерфейсов маршрутизатора соединен, с какой либо сетью напрямую, то при получении пакета, адресованного такой сети, маршрутизатор сразу отправляет пакет на интерфейс, к которому она подключена, не используя протоколы маршрутизации. Прямые соединения всегда являются наилучшим способом маршрутизации.

Статические маршруты — это такие маршруты к сетям получателям, которые АС вручную вносит в таблицу маршрутизации. Статический маршрут определяет IP-адрес следующего соседнего маршрутизатора или локальный выходной интерфейс, который используется для направления трафика к определенной сети получателю.

Статический маршрут не может быть автоматически адаптирован к изменениям в топологии сети. Если определенный в маршруте маршрутизатор или интерфейс становятся недоступными, то маршрут к сети получателю также становится недоступным.

Преимуществом этого способа маршрутизации является исключение служебного трафика, связанного с поддержкой и корректировкой маршрутов.

Статическая маршрутизация может быть *использована* в тех ситуациях когда:

- администратор нуждается в полном контроле маршрутов, применяемых маршрутизатором;
- необходимо резервирование динамических маршрутов;
- есть сети, к которым возможен только один путь;
- нежелательно иметь служебный трафик, необходимый для обновления таблиц маршрутизации, например при использовании коммутируемых каналов связи;
- применяются устаревшие маршрутизаторы, не имеющие необходимого уровня вычислительных возможностей для поддержки динамических протоколов маршрутизации.

Наиболее предпочтительной топологией для использования статической маршрутизации является топология «звезда». При данной топологии маршрутизаторы, подключенные к цен-

тральной точке сети, имеют только один маршрут для всего трафика, который будет проходить через центральный узел сети. В центральном узле сети устанавливаются один или два маршрутизатора, которые имеют статические маршруты до всех удаленных узлов.

Однако со временем такая сеть может вырасти до десятков и сотен маршрутизаторов с произвольным количеством подключенных к ним подсетей. Количество статических маршрутов в таблицах маршрутизации будет увеличиваться пропорционально увеличению количества маршрутизаторов в сети. Каждый раз при добавлении новой подсети или маршрутизатора администратор должен будет добавлять новые маршруты в таблицы маршрутизации на всех необходимых маршрутизаторах.

При таком подходе может наступить момент, когда большую часть своего рабочего времени администратор будет заниматься поддержкой таблиц маршрутизации в сети. В этом случае необходимо сделать выбор в сторону использования динамических протоколов маршрутизации.

Другой недостаток статической маршрутизации проявляется при изменении топологии корпоративной сети. В этом случае администратор должен вручную вносить все изменения в таблицы маршрутизации, на которые повлияли изменения в топологии сети.

Иногда статические маршруты могут использоваться в качестве резервных. Согласно административному расстоянию маршрутизатор в большей степени доверяет статическим маршрутам. Если существует необходимость сконфигурировать резервный статический маршрут для динамического маршрута, то статический маршрут не должен использоваться, пока доступен динамический маршрут. С помощью специальных опций операционной системы маршрутизатора администратор может сделать статический маршрут менее предпочтительным или более предпочтительным другому статическому маршруту.

Статический маршрут, настроенный подобным образом, появится в таблице маршрутизации только в том случае, когда станет недоступным динамический маршрут. Как только динамический маршрут вновь станет доступным, статический маршрут будет вычеркнут из таблицы маршрутизации. Такие маршруты называются плавающими.

Бывают ситуации, когда маршрутизатору не нужно знать обо всех путях в топологии. Такой маршрутизатор может быть сконфигурирован так, чтобы посыпать весь трафик или его часть по специальному маршруту, так называемому *маршруту по умолчанию*. Маршруты по умолчанию могут задаваться с помощью протоколов динамической маршрутизации или быть настроены на маршрутизаторе *вручную* администратором сети.

Маршрут по умолчанию возможен для любого адреса сети получателя. Так как маршрутизатор пытается найти в таблице маршрутизации наибольшее соответствие между записями в таблице и адресом получателя, сети, присутствующие в таблице маршрутизации, будут просмотрены раньше, чем маршрутизатор обратится к маршруту по умолчанию. Если альтернативный путь в таблице маршрутизации не найден, будет использован маршрут по умолчанию.

Протоколы динамической маршрутизации могут автоматически отслеживать изменения в топологии сети.

При использовании протоколов динамической маршрутизации, администратор сети конфигурирует выбранный протокол на каждом маршрутизаторе в сети. После этого маршрутизаторы начинают обмен информацией об известных им сетях и их состояниях. Причем маршрутизаторы обмениваются информацией только с теми маршрутизаторами, в которых запущен тот же протокол динамической маршрутизации. Когда происходит изменение топологии сети, информация об этих изменениях автоматически распространяется по всем маршрутизаторам, и каждый маршрутизатор вносит необходимые изменения в свою таблицу маршрутизации.

Успешное функционирование динамической маршрутизации зависит от выполнения маршрутизатором двух его основных функций:

- поддержку таблицы маршрутизации в актуальном состоянии;
- своевременного распространения информации об известных им сетях и маршрутах среди остальных маршрутизаторов.

Для выполнения второй функции протокол маршрутизации определяет, каким образом распространяются обновления маршрутов, и какая информация содержится в обновлениях.

Также определяется, как часто рассылаются обновления и каким образом выполняется поиск получателей обновлений.

В технологии маршрутизации используют два понятия: «автономная система» и «домен маршрутизации» [20, 26].

Автономная система (Autonomous System – AS) — это набор сетей, которые находятся под единым административным управлением и в которых используются единая стратегия и правила маршрутизации. Автономная система для внешних сетей представляется как некий единый объект.

Домен маршрутизации — это совокупность сетей и маршрутизаторов, использующих один и тот же протокол маршрутизации.

В сети Интернет термин «автономная система» применяется для описания крупных логически объединенных сетей, например сетей Интернет-провайдеров [9, 10]. Каждая такая автономная система имеет в качестве своего идентификатора шестнадцатиразрядное двоичное число. Для публичных сетей Интернет-провайдеров номер автономной системы (AS) выдает и регистрирует Американский реестр Интернет-номеров (American Registry of Internet Numbers — ARIN). Согласно RFC 2270 для частных AS выделен диапазон номеров 64512—65534, автономная система 65535 зарезервирована под служебные задачи.

Соответственно протоколы маршрутизации делятся на две категории: внутренние (Interior) и внешние (Exterior) [26].

Внутренние протоколы имеют общее название IGP (Interior Gateway Protocol — протоколы внутреннего шлюза). К ним относится любой протокол маршрутизации, используемый исключительно внутри автономной системы. К таким протоколам принадлежат, например, RIP, IGRP, EIGRP и OSPF. Каждый IGP-протокол представляет один домен маршрутизации внутри AS. В пределах автономной системы может существовать множество IGP-доменов. Маршрутизаторы, поддерживающие один и тот же протокол IGP, обмениваются информацией друг с другом в пределах домена маршрутизации. Маршрутизаторы, работающие более чем с одним протоколом IGP, например использующие протоколы RIP и OSPF, являются участниками двух отдельных доменов маршрутизации. Такие маршрутизаторы называются граничными.

Внешние протоколы EGP (Exterior Gateway Protocol — протоколы внешнего шлюза) — это протоколы, обеспечивающие

маршрутизацию между различными автономными системами. Протокол BGP (Border Gateway Protocol — протокол пограничного шлюза) является одним из наиболее известных межсистемных протоколов маршрутизации. Протоколы EGP обеспечивают соединение отдельных AS и транзит передаваемых данных между этими автономными системами и через них.

Протоколы EGP только распознают автономные системы в иерархии маршрутизации, игнорируя внутренние протоколы маршрутизации. Границные маршрутизаторы различных автономных систем обычно поддерживают какой-либо тип IGP через интерфейсы внутри своих AS и BGP или иной тип внешнего протокола через внешние интерфейсы, соединяющие собственную AS с удаленной. Особенности работы администратора сети с этими протоколами в этом пособии не рассматриваются.

4.2.2. Конфигурирование протокола маршрутизации

В маршрутизаторах различных производителей все протоколы маршрутизации имеют *общие аспекты* конфигурирования. Рассмотрим их на примере оборудования CISCO [37, 38, 39, 40]. Для запуска протокола маршрутизации используется определенная команда (например, *router*).

После запуска процесса маршрутизации необходимо в режиме конфигурирования выбранного протокола маршрутизации задать номера сетей, которые будут участвовать в выбранном процессе маршрутизации. Это делается при помощи специальной команды (например, *network*), а также дополнительными командами конфигурирования конкретных протоколов маршрутизации.

Для уменьшения нагрузки на маршрутизатор по обработке обновлений маршрутной информации с интерфейсов, включенных в процесс маршрутизации, возможно применение дополнительных команд (например, *passive-interface*).

Возможно использование команды типа *passive-interface default*, которая отключает рассылку маршрутной информации со всех портов (интерфейсов) маршрутизатора. Для включения возможности обмена маршрутной информацией применяется команда *no passive-interface* для конкретных интерфейсов.

Использование данного механизма позволяет администратору системы уменьшить нагрузку на сеть и в некоторой мере защитить сеть от угрозы атак со стороны злоумышленников.

Протоколы динамической маршрутизации могут производить балансировку нагрузки по маршрутам с равной стоимостью.

Количество одновременно используемых маршрутов может быть указано с помощью специальной команды (например, *maximumpaths*).

Число маршрутов для перераспределения нагрузки в большинстве протоколов маршрутизации не должно превышать четырех.

Маршрутизатор осуществляет балансировку нагрузки по циклическому принципу, который предполагает, что по очереди используется сначала первый, потом второй и так далее параллельный канал. По достижении последнего канала процедура повторяется.

Для многих маршрутизаторов Cisco стандартно включен механизм быстрой коммутации пакетов (Fast Switching), осуществляемый с помощью команды *ip route-cache*. В этом случае распределение нагрузки происходит на основе IP-адресов получателей. Это означает, что при наличии, например, двух каналов все пакеты для IP адреса одного получателя будут отправлены через первый канал, для второго адресата — через второй, для третьего — снова по первому каналу.

Если в конфигурации интерфейса ввести команду *no ip route-cache*, то в действие вступит программный механизм коммутации, который осуществляет балансировку нагрузки в пакетном режиме, т.е. первый пакет отправляется по первому каналу, второй — по второму, а третий пакет — снова по первому каналу.

Для настройки протокола RIP на маршрутизаторах Cisco необходимо использовать команду *router rip*. После запуска процесса маршрутизации RIP нужно включить в данный процесс маршрутизации сети. Для описания сетей, участвующих в процессе маршрутизации, применяется команда *network network-number*.

После задания сетей участвующих в процессе маршрутизации, с портов маршрутизатора, которым назначены IP-адреса этих сетей, будет проводиться рассылка маршрутной информации, а также будет осуществлена возможность приема

маршрутной информации от соседних маршрутизаторов, входящих в домен маршрутизации. Поэтому необходимо помнить о применении команды *passive-interface*.

Протокол RIP поддерживает возможность распространения маршрута по умолчанию с главного маршрутизатора сети. Для включения механизма рассылки маршрута по умолчанию на главном маршрутизаторе в сети необходимо указать команду *default-information originate*.

Протокол RIP использует в своей работе несколько таймеров, главными из которых являются: таймер рассылки обновлений маршрутной информации и таймер удержания информации. Стандартно обновления протокола RIP рассылаются каждые 30 с, но это время может быть увеличено для экономии полосы пропускания канала или уменьшено для увеличения скорости сходимости сети [9, 10, 26].

Таймер удержания информации позволяет предотвратить зацикливание пакетов, однако увеличивает время сходимости сети. Стандартно время удержания в протоколе RIP составляет 180 с. В течение этого времени не разрешается обновление внутренних маршрутов, при этом действительные альтернативные маршруты также не будут заноситься в таблицу маршрутизации. Для ускорения сходимости сети время таймера удержания может быть уменьшено, однако такое уменьшение требует осторожности. Решением для администратора сети является установка этого периода чуть *большим максимального времени обновления* маршрутов данной сети.

Для изменения основных таймеров протокола RIP применяется команда *timers basic*.

Известно, что протокол RIP, как и большинство протоколов динамической маршрутизации, использует механизм широковещательной рассылки. Однако существуют технологии построения сетей, поддерживающие множественный доступ, но в которых не применяются широковещательные пакеты. К таким технологиям относятся сети Frame Relay, ATM и X.25 [20].

В сетях такого типа протоколу RIP необходимо предоставить информацию о соседних маршрутизаторах. Для указания соседнего маршрутизатора, с которым требуется обмениваться информацией, используется команда *neighbor*.

Рассмотрим основные аспекты конфигурации протокола OSPF.

Протокол маршрутизации по состоянию каналов OSPF (Open Shortest Path First) описан в документе RFC 2328. Протокол OSPF использует алгоритм SPF и поэтому может осуществлять более интеллектуальный выбор маршрута по сравнению с дистанционно-векторными протоколами маршрутизации (RIP). Существует несколько версий протокола OSPF. В настоящее время широкое распространение получила вторая версия протокола — OSPF v2.

Все маршрутизаторы, поддерживающие OSPF, сети и подсети логически объединены в зоны. Сети передачи данных, в которых применяется протокол OSPF, могут составлять одну зону или включать в себя множество зон, организованных по иерархическому признаку. Объединенная сеть передачи данных, использующая протокол OSPF, независимо от того, состоит ли она из одной зоны или включает в себя множество зон, представляет собой один домен маршрутизации, или, другими словами, одну автономную систему. Такая иерархическая структура позволяет локализовать изменения маршрутов и трафик маршрутных обновлений в пределах каждой зоны. Соответственно, это уменьшает нагрузку на каналы связи, связанные с поддержкой больших таблиц маршрутизации и пересчетом этих таблиц в случае изменения маршрутов.

Протокол OSPF обладает следующими свойствами.

Групповая рассылка обновлений: в протоколе OSPF рассылка топологической информации о состоянии каналов связи осуществляется по групповому адресу 224.0.0.5 для всех маршрутизаторов OSPF и по адресу 224.0.0.6 для назначенного и резервного назначенного маршрутизатора.

Бесклассовая маршрутизация: протоколом OSPF поддерживается технология VLSM [26].

Аутентификация: маршрутизаторы OSPF имеют возможность использовать несколько методов аутентификации, например аутентификация по паролю [6].

Быстрая распространения изменений в топологии: благодаря отсутствию периодической рассылки обновлений маршрутной информации маршрутизатор, обнаруживший изменения в топологии сети, немедленно оповещает об этом все соседние маршрутизаторы.

Экономия пропускной способности каналов связи: протокол OSPF проводит периодическую рассылку информации базы

данных топологии сети передачи данных через длительные промежутки времени — 30 мин.

Иерархическое разделение сети передачи данных: протокол OSPF позволяет провести иерархическое разделение сети передачи данных на зоны в целях уменьшения нагрузки на маршрутизаторы внутри каждой зоны.

Протокол OSPF требует отдельного детального рассмотрения. Это открытый протокол и его подробности можно изучить в технической документации (RFC 1247).

Отдельно рассмотрим вопрос маршрутных петель [28, 10].

Маршрутные петли (routing loops) представляют собой маршруты в сети передачи данных, которые приводят пересылаемый пакет на один и тот же маршрутизатор более одного раза. Маршрутные петли крайне нежелательны, поскольку трафику приходится преодолевать дополнительный путь лишь для того, чтобы прибыть на тот же самый маршрутизатор. Это в свою очередь приводит к задержке трафика или даже к полной невозможности его доставки сетям получателям. Маршрутные петли подвергают сеть передачи данных избыточной нагрузке и обусловливают огромное количество операций по обработке поступающего трафика на причастных маршрутизаторах.

Маршрутные петли могут быть классифицированы следующим образом.

Короткоживущие маршрутные петли — петли, существующие непродолжительное время — обычно несколько минут.

Долгоживущие маршрутные петли — петли, существующие продолжительное время, от нескольких минут до бесконечности.

Возникновение короткоживущих маршрутных петель обусловлено процессами, происходящими во время схождения сети, после произошедших в ней изменений. Время возможного существования таких маршрутных петель зависит от скорости схождения сети и от протокола маршрутизации, применяемого в сети передачи данных. Короткоживущие маршрутные петли имеют возможность самоустраниться за определенный непродолжительный период времени.

Возникновение долгоживущих маршрутных петель обусловлено ошибками в настройке процесса маршрутизации внутри домена маршрутизации. Обычно долгоживущие мар-

рутные петли не исчезают, если АС не примет мер к устранению ошибок в процессе маршрутизации, которые привели к их возникновению. Долгоживущие маршрутные петли могут быть как постоянными, так и периодическими. Постоянные маршрутные петли существуют все время, тогда как периодические проходят через циклы, исчезая и появляясь вновь.

Протоколы маршрутизации обладают свойством самостабилизации. Однако временная нестабильность, вызываемая изменениями в топологии сети передачи данных и часто сопровождаемая короткоживущими маршрутными петлями, зачастую неизбежна. Протоколы маршрутизации преодолевают нестабильность и устанавливают маршрутизацию без петель. Ни один протокол маршрутизации не спроектирован так, чтобы позволить долгоживущим маршрутным петлям образоваться в какой-либо момент работы.

Все протоколы маршрутизации базируются на математических моделях, для которых доказано, что они не вызывают появление долгоживущих маршрутных петель. Большинство этих математических моделей обеспечивают функционирование без образования петель, посредством соблюдения условия, что метрики, связанные с местами назначения, растут с добавлением каждого дополнительного перехода на пути к месту назначения.

Маршрутные петли не возникают в сети передачи данных, в которой маршрутизация поддерживается средствами одного протокола маршрутизации, пока не нарушены ограничения протокола, например, максимальное количество переходов в маршруте к сети получателю.

Если маршрутизация в сети передачи данных поддерживается с помощью более чем одного протокола маршрутизации или комбинации статической и динамической маршрутизации, возникает возможность образования маршрутных петель. Эта возможность увеличивается при перераспределении маршрутной информации между протоколами маршрутизации. В процессе перераспределения объединяются домены отдельных протоколов маршрутизации, тогда как метрические домены остаются отдельными. Сети-получатели, находящиеся в пределах одного домена протокола маршрутизации, становятся доступными из до-

мена другого протокола маршрутизации с одной и той же метрикой.

Подробно конфигурации излагаются в технической документации [40, 41] по конкретному сетевому оборудованию.

4.3. Системы сетевого администрирования и сопровождения

Для учета конфигураций, слежения за производительностью сетевой системы, защиты от несанкционированного доступа администратор системы использует специальные программные продукты — NMS (Network Management System). Подробно они будут рассмотрены в следующих главах.

4.4. Планирование и развитие

Сетевые средства развиваются чрезвычайно быстро. Так при необходимости перехода на новый протокол маршрутизации в корпоративной сети передачи данных следует рассматривать в первую очередь переход именно на протокол OSPF.

В настоящее время протокол OSPF считается более перспективным решением для использования в средних и крупных корпоративных сетях передачи данных. У него множество положительных отличий по сравнению с другими распространенными в настоящее время внутренними протоколами маршрутизации, главные из них: открытая спецификация, иерархическая архитектура, а также значительно лучшие временные параметры обнаружения и обработки изменений в топологии сети передачи. При этом появляется множество новых технологий и сетевых программных и аппаратных средств, например WDM-мультиплексоры, протоколы BGP и MPLS, технология маршрутизации по политикам. Поэтому планирование и развитие сетевой системы ИС требует специальных постоянно обновляемых знаний от всех служб АС. Так, сетевые специалисты утверждают, что 50% знаний в этой области информационных технологий полностью устаревают за 10 лет. Службы АС должны постоянно следить за новыми технологиями, методами диагностики и появлением новых стандартов в области сетевых технологий.

Дополнительная информация

1. www.ietf.org/rfc,
 - a) RFC 1771 — протокол BGP
2. www.cisco.com/warp/customer/459 — BG4 Case Studies/Tutorial
3. www.cisco.com/cpress/cc/td/cpress/ccie
4. www.ietf.org/rfc
 - a) RFC 1247 — протокол OSPF
 - b) RFC 1058, RIP
 - c) Internet Standard (STD) 56, RIP
 - d) RFC 1388 — протокол RIP
 - e) RFC 1723 — протокол RIP
 - f) RFC 2205 — RSVP
 - g) RFC 2386 — QoS-Based Routing
5. www.cisco.com.warp/public — Информация по Cisco IOS QoS.

Контрольные вопросы

1. Каковы функции хаба?
2. На каком уровне протоколов OSI работает мост?
3. Каковы типы маршрутизации мостов?
4. Требуется ли от администратора системы начальная инициализация SR-мостов?
5. Какое сетевое устройство называется коммутатором?
6. Какие типы коммутации используются в современных коммутаторах?
7. Какие дополнительные возможности фильтрации фреймов предоставляют современные коммутаторы администратору системы?
8. Что такое приоритетная обработка фреймов и когда она должна применяться администратором системы?
9. Для чего в современных коммутаторах реализован алгоритм покрывающего дерева? Имеет ли смысл его использовать в одной сети?
10. На каких принципах станции сети объединяются в виртуальные сети? Что для такого объединения должен сделать администратор системы?
11. Каковы функции сетевого шлюза?

12. В чем состоит трехуровневая модель проектирования сети?
13. Приведите характеристики коммутаторов различных уровней
14. Каковы функции маршрутизатора в сети?
15. Что такое маршрутизация и по каким алгоритмам она осуществляется?
16. В чем суть протокола RIP?
17. Чем протокол OSPF принципиально отличается от протокола RIP?
18. Из каких записей состоит обычно таблица маршрутизации?
19. Какие параметры чаще всего используются в протоколах маршрутизации?
20. Когда используются прямое соединение, статический маршрут, динамический маршрут?
21. Что такое автономная система?
22. Для чего используются внешние протоколы маршрутизации?
23. Приведите пример команды конфигурирования протокола маршрутизации.
24. Что такое маршрутные петли и чем обусловлены долгоживущие маршрутные петли?
25. Для чего администратором системы используются специальные программные продукты NMS?

Глава 5

СРЕДСТВА АДМИНИСТРИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ. АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ФАЙЛОВЫХ СИСТЕМ

Основной функцией операционной системы (ОС) является функция управления ресурсами компьютера, включая управление оперативной и дисковой памятью, управление периферийными устройствами и процессором. ОС должна:

- обеспечивать загрузку прикладных программ в оперативную память и их выполнение;
- обеспечивать распределение памяти между различными прикладными процессами и самой ОС;
- обеспечивать работу дисковых подсистем ввода-вывода, магнитных лент, флэш-памяти, управлять распределением дискового пространства на этих носителях и хранить данные на них в виде файловых систем;
- обеспечивать параллельное (или псевдопараллельное, если компьютер имеет только один процессор) исполнение задач, защиту системных ресурсов от ошибочных действий или аварийных ситуаций;
- управлять работой и разделением пользователями различных периферийных устройств (терминалов, принтеров, модемов и т.д.);
- выполнять аутентификацию и авторизацию пользователей;
- реализовывать организацию взаимодействия задач друг с другом и их приоритезацию для исполнения;
- реализовывать средства обеспечения безопасности;
- диагностировать систему и собирать статистику по ее работе.

Управление всеми этими функциями операционной системы осуществляется с помощью параметров ядра ОС (резидентной программной части ОС, постоянно загруженной

в память компьютера) и специальных средств (утилит) ОС, входящих в ее состав. Параметры ядра ОС задаются администратором системы при инсталляции ОС. После установки ОС администратор системы задает (при помощи утилит ОС) атрибуты пользователей в системе и осуществляет оперативное управление ОС. В процессе авторизации пользователей АС может задать ряд параметров их работы: права доступа, максимальный объем дискового пространства, пароль пользователя и т.д. Средства учета ресурсов ОС позволяют администратору системы накапливать для дальнейшего анализа информацию об использовании отдельными пользователями таких ресурсов, как число блоков, считанных/записанных с диска файл-сервера, число блоков, записанных за день, продолжительность работы приложения и т.д. Утилиты работы с консолью файл-сервера позволяют администратору системы контролировать функционирование рабочих станций, останавливать или запускать принтер, управлять очередями заданий к принтерам, посыпать сообщения пользователям ИС. Операционные системы имеют похожие, но все же отличающиеся средства оперативного управления, которые описываются в технической документации по конкретной ОС.

Работа ОС определяется прежде всего заданием параметров при ее инсталляции и способами инсталляции, что и рассматривается в подразделе 5.1 данной главы с изложением последовательности подготовительных и непосредственных действий по инсталляции ОС администратором системы. Поскольку основные проблемы администратора системы при инсталляции ОС чаще всего связаны с поддержкой дисковой подсистемы ввода-вывода, в подразделе 5.2 описано построение подсистемы ввода-вывода и способы реализации дискового пространства. В подразделе 5.3 излагается сущность подготовки дисковой подсистемы для ее использования ОС. Администрирование файловых систем, протоколы передачи файлов и файловые системы Интернет рассматриваются в подразделах 5.4 и 5.5.

5.1. Параметры ядра операционной системы. Инсталляция операционной системы

Инсталляция (установка) ОС, как и любая инсталляция ИС или ее подсистемы, очень ответственный для АС процесс. Он включает в себя подготовку площадки и оборудования, инсталляцию файл-сервера и инсталляцию программного обеспечения рабочих станций, планирование структур каталогов (директорий), планирование пользователей и групп пользователей, планирование защиты, планирование процедур регистрации, настройку параметров [13]. При некорректной первоначальной инсталляции ОС и неправильно заданных параметрах дальнейшая эксплуатация ИС может быть неэффективной, а в некоторых случаях — невозможной. Процессу инсталляции должен предшествовать ряд подготовительных действий [13, 53].

Прежде всего администратор системы должен *проверить условия эксплуатации и выполнение требований по электропитанию оборудования*. В «Руководстве по эксплуатации ОС» или в документации с аналогичным названием определены конкретные требования по следующим вопросам:

- температура/влажность;
- максимальная высота, глубина, ширина оборудования;
- требования электропитания — частота тока, потребляемая мощность, рассеиваемая мощность.

Далее все аппаратные средства (файл-серверы, принтеры, рабочие станции, сетевое оборудование) следует подключить к специализированным линиям питания, выделенным только для работы компьютерного оборудования. Все розетки должны быть трехпроводными заземленными, соединенными непосредственно с землей.

Ввиду того, что компьютерное оборудование чувствительно к перепадам электропитания, на всех линиях питания следует установить какие-либо устройства, регулирующие уровень тока. Файл-серверы, периферийное и коммуникационное оборудование требуется защитить от перепадов электропитания, подключив их к стабилизирующим блокам бесперебойного питания (UPS).

Необходимо обеспечить защиту от статического электричества. Для этого АС должен проследить, чтобы ковры были

обработаны антистатическими веществами или на них были бы постелены антистатические пленки, соединенные с заземлением. Рядом с сетевым оборудованием нельзя использовать синтетические полимерные пленки, так как на них образуется большое количество статического электричества.

АС должен проследить, чтобы подчиненный ему персонал использовал при работе с оборудованием заземленные браслеты, а оборудование должно быть подключено к заземлению, чтобы предотвратить статические разряды с проводящих поверхностей.

Далее администратору системы необходимо создать рабочие копии дистрибутива (поставляемой производителем ОС копии продукта). Оригинальный дистрибутив должен храниться в сейфе. При инсталляции АС должен использовать рабочие копии.

АС должен решить, делает ли он обновление существующей версии ОС (upgrade) или первичную инсталляцию. Следует внимательно просмотреть инструкции по ОС для каждой из этих операций, так как действия при их осуществлении обычно различны, зависят от конкретной ОС и может существовать не один метод обновления.

Для инсталляции файл-сервера необходимо подготовить рабочую таблицу файл-сервера, которая должна заполняться в процессе инсталляции, а также рабочие копии любых дисковых и сетевых драйверов. Далее АС должен вычислить размер памяти для каждого тома, общую память, память необходимую для работы самой ОС. Обычно в документации по ОС есть рекомендации по требуемым вычислениям. Необходимо знать до инсталляции максимальные ограничения по поддерживаемой ОС оперативной и дисковой памяти.

АС должен записать в рабочую таблицу (worksheet) информацию по устанавливаемому серверу. Таблица содержит следующую информацию:

- имя, марку, модель файл-сервера;
- размер памяти;
- несетевые платы — тип и настройка;
- сетевые платы — соответствующие драйверы, адрес сети, номер сети, адрес памяти, прерывание;
- плата процессора — модель, скорость работы;
- дисковые подсистемы — тип контроллера, драйверы, емкость, модель, производитель, число каналов ввода-вывода.

АС должен при необходимости инсталлировать жесткие диски и проверить переключатели, переходники на них и их терминацию.

АС должен подготовить для работы ОС подсистемы ввода-вывода на жесткие диски. Этот вопрос будет рассмотрен подробнее ниже.

После всех предварительных мероприятий осуществляется непосредственно процесс инсталляции с помощью утилит, предлагаемых производителем ОС (например, командой *Install* или *Setup*). Обычный порядок инсталляции излагается ниже.

Системные файлы помещаются на диск в специальную область. Загружаются дисковые, сетевые драйверы и драйверы периферийных устройств. Задаются параметры их работы. Это может выполняться либо администратором системы, например отдельной командой *Load*, либо автоматически самой ОС.

После этого администратор системы загружает ядро ОС с помощью вызова команды, предлагаемой производителем, например, *Server.exe*, и задает основные параметры работы ядра. К этим параметрам относятся:

- имя сервера;
- имя администратора и его пароль;
- список сетевых протоколов и их настройки (например, TCP/IP);
- параметр блокирования консоли сервера;
- опция шифрования паролей в системе;
- номера очередей печати;
- команды трассировки действий ядра (например, Track On) и т. д.

Конкретный список таких параметров приводится в документации по конкретной операционной системе. В некоторых простых ОС (например, Windows XP) определенные этапы могут быть частично не видны АС, так как выполняются за него автоматически программой инсталляции.

Затем администратору системы следует установить ОС на рабочих станциях ИС. Для этого сначала выполняются подготовительные действия, аналогичные установке ОС на сервере, т. е., проверяются требования к аппаратуре и памяти, выполняются рабочие копии дистрибуции, создается рабочий листок для информации о станции.

Далее АС должен сконфигурировать (иногда и установить) сетевые платы. Для этого сначала необходимо убедиться, что сетевые платы соответствуют выбранной технологии и кабельной топологии. Для всех сетевых плат одного типа надо выбрать одинаковую версию конфигурации.

Далее АС должен загрузить драйвер сетевого адаптера с указанием параметров адреса памяти и прерывания, по которым он работает и специальную оболочку (Shell), определяющую, является обращение прикладной программы обращением к локальной ОС или к сетевой. Обычно такая конфигурация осуществляется администратором системы с помощью специальных средств ОС для рабочих станций или в простых случаях выполняется ОС рабочей станции автоматически. Некоторые ОС в совокупности с определенными сетевыми адаптерами и драйверами позволяют осуществить удаленную конфигурацию рабочих станций с общего сетевого диска, что облегчает работу администратора системы.

При инсталляции ОС создаются оглавления томов и обычно по умолчанию директории для записи файлов. Например, в ОС Novell Netware организуются директории:

- LOGIN (хранение программ для регистрации в сети);
- SYSTEM (хранение файлов ОС и утилит ОС для администратора системы);
- PUBLIC (общедоступный каталог хранения программ и утилит для обычных пользователей);
- MAIL (используется программами электронной почты, совместимыми с ОС);
- поддиректории пользователей (процедуры регистрации и конфигурации задания на печать).

После инсталляции администратор системы должен спланировать дополнительные директории, например прикладные директории для программ приложений ИС или директории общего пользования для промежуточного копирования файлов. Кроме того, АС должен спланировать группы пользователей с их правами доступа (возможно выделение для группы своей директории или тома) и создать пользователей в системе, приписав их к определенным группам. Для пользователей и групп необходимо спланировать права доступа. Для директорий и файлов АС должен спланировать атрибутную защиту.

Атрибутная защита в ОС означает присвоение определенных свойств отдельным файлам и директориям. Каждый атрибут представляется обычно по первой букве его английского названия. Например, обычно D означает, что файл или директорию нельзя удалить, C — нельзя копировать. В различных ОС системы атрибутной защиты несколько отличаются.

Далее АС должен спланировать процедуру регистрации пользователя на файл-сервере. Фактически выполняются всегда две процедуры — сначала системная (для настройки рабочей среды всех пользователей), а затем пользовательская (для настройки среды конкретного пользователя). В системную процедуру могут входить общие приветствия всех пользователей, назначения имен (буквы английского алфавита) сетевым дискам (map), подключение групп пользователей к различным серверам (attach). В процедурах пользовательской регистрации инициализируются параметры среды каждого пользователя, например доступ к данному серверу только данного пользователя. В целях защиты администратору системы следует всегда создавать пользовательские процедуры регистрации. Конкретные возможности процедур регистрации зависят от реализации ОС [13, 33, 53].

5.2. Подсистема ввода-вывода (дисковая подсистема) и способы организации дискового пространства

Поддержка дисковой подсистемы — одна из основных задач ОС, а сама дисковая подсистема является источником проблем для администратора системы. АС может воспользоваться рядом процедур и программных продуктов для повышения производительности и восстановления в случае сбоев дисковой подсистемы.

Современная дисковая подсистема ввода-вывода состоит из адаптеров на материнской плате НВА (Host Bus Adapter), шины (интерфейс), дискового контроллера и непосредственно жестких дисков (рис 5.1) [54]. Совокупность этих устройств называют каналом ввода-вывода. ОС может одновременно поддерживать несколько каналов ввода-вывода, и эта опция может быть различной для разных версий ОС. Например, в ОС Но-

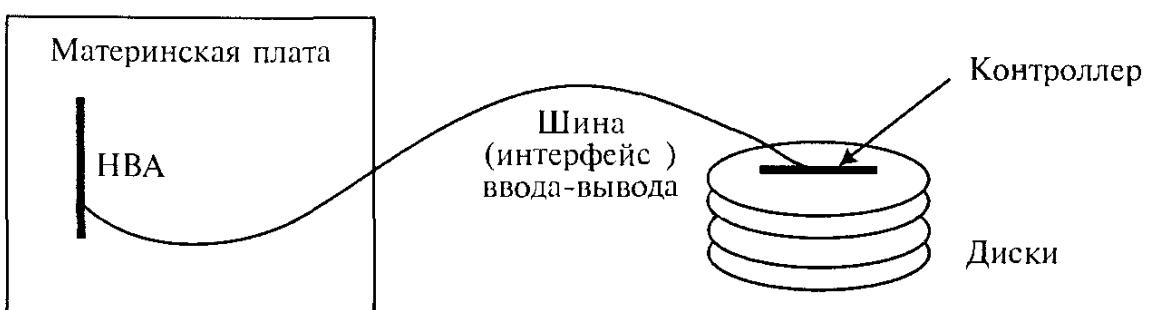


Рис. 5.1. Дисковая подсистема ввода-вывода

vell Netware v.5 их может быть 5. Скорость обработки файлов в основном определяется числом каналов ввода-вывода.

С помощью НВА команды ОС переводятся в команды соответствующего дискового контроллера и по шине поступают к контроллеру на диске. Дисковый контроллер непосредственно осуществляет запись или чтение данных. Данные, поступающие на диски, кодируются в целях получения более плотной записи, увеличения скорости передачи и контроля ошибок записи.

Способ кодирования, способ передачи данных по шине, ширина шины существенно влияют на скорость записи на диск.

Так как обычно операционная система может поддерживать более одного канала ввода-вывода, АС должен изучить особенности работы конкретной ОС. С увеличением числа каналов ввода-вывода обычно резко растет производительность системы.

Кроме того, производительность дисковой подсистемы зависит от типа интерфейса, например ST-506, IDE, SCSI, SATA. И хотя часть этих интерфейсов устарела, администратору системы приходится сталкиваться с ними в повседневной работе. Кратко рассмотрим наиболее распространенные типы интерфейсов [54].

ST-506 — первый интерфейс, разработанный компанией Seagate для дисков емкостью не более 5 Мбайт. Контроллер диска располагался не на диске, а на материнской плате. Для дисков больших объемов применялись специальные системы кодирования записи информации на диск MFM (Modified Frequency Modulation) и RLL (Run Length Limited) [54]. Система RLL более «плотно» записывает информацию на диск.

IDE: контроллер располагается непосредственно на диске, благодаря чему скорость возрастает до 12 Мбит/с. Используется RLL-кодирование и сняты ограничения на объем дисковой памяти.

EIDE — Enhanced (расширенный) IDE: добавляет специальную систему адресации для дисков системы адресации AT Attachment (ATA) [55]. Система адресации ATA — это промышленный стандарт, который описывает способ адресации диска емкостью выше 528 Мбайт с помощью BIOS компьютера. Скорость интерфейса составляет до 13,3 Мбит/с, а адаптеры на материнской плате компьютера для подключения контроллеров дисков Host Bus Adapters (HBA) позволяют подключать до 4 дисков и различные периферийные устройства.

ESDI — расширенный интерфейс ST-506, редко используется, так как был вытеснен более новыми интерфейсами SCSI и SATA.

SCSI (Small Computer Systems Interface) — это высокоскоростной параллельный интерфейс, стандартизованный ANSI [56, 57]. Он позволяет подключать к однойшине множество устройств, вытягивая их в цепочку. Интерфейс дает возможность объединять на однойшине различные по своему назначению устройства, такие как жесткие диски, накопители на магнитооптических дисках, приводы CD, DVD, стриммеры, сканеры, принтеры и т. д. К каждому дисковому контроллеру SCSI можно присоединить до семи устройств. В настоящее время SCSI широко применяется на серверах, высокопроизводительных рабочих станциях. Скорость записи на диск достигает 600 Мбит/с.

В реализации SCSI III с последовательнойшиной IEEE 1394 и волоконно-оптическим кольцом FC-AL (Fiber Channel Arbitrated Loop) возможно подключение до 127 устройств. Скорость записи достигает 800 Мбит/с. Оба конца шины SCSI должны быть терминированы (HBA и HD termination), т. е. должны быть установлены специальные адаптеры согласно документации производителя. Их неправильная установка является основной проблемой администратора системы при поддержке дисковых подсистем данного типа.

Функциональная модель SCSI состоит из трех уровней:

- команд;
- протокола;
- соединения.

Уровень команд определяет формат и семантику команды (в модели OSI называется прикладным уровнем). Уровень протокола определяет способ передачи команды и ответа (канальный уровень модели OSI). Уровень соединения определяет физический способ реализации соединения (способ кодирования, тип разъемов, допустимое напряжение — физический уровень модели OSI).

Существуют различные стандарты SCSI: Wide SCSI, SAS, SCSI III, Ultra-SCSI. Администратор системы должен следить за тем, чтобы все оборудование канала ввода-вывода поддерживало один и тот же стандарт.

Команды SCSI поддерживают чтение и запись данных (по четыре варианта каждого действия) и ряд команд, не относящихся к данным, например *test-unit-ready* (проверка готовности устройства), *inquiry* (получение основной информации о целевом устройстве), *read-capacity* (получение емкости целевого устройства) и т.д. Набор команд, поддерживаемых целевым устройством, зависит от типа устройства. Перечислим наиболее распространенные команды SCSI [56, 57]:

Test unit ready — запрос о готовности устройства к передаче данных;

Inquiry — Запрос основной информации об устройстве;

Request sense — запрос информации по ошибке выполнения предыдущей команды;

Read capacity — запрос информации по емкости устройства хранения;

Read — чтение данных с устройства;

Write — запись данных на устройство;

Mode sense — запрос страниц конфигурации (параметров устройства);

Mode select — настройка параметров устройства на странице конфигурации.

В интерфейсе SCSI реализовано около шестидесяти команд для широкого спектра устройств, включая устройства с произвольным доступом (диски) и устройства с последовательным доступом (лента). В SCSI также реализованы особые команды для доступа к сервисам *enclosure services* (например, запрос текущих параметров). Так как SCSI определяет стандартный интерфейс взаимодействия с устройствами и не налагает ограничений на внутреннюю реализацию тех или иных команд, он

позволяет присоединять устройства различных производителей в одном канале ввода-вывода. Именно поэтому интерфейс получил широкое распространение в гетерогенных ИС и стал фактически промышленным стандартом на подсистему ввода-вывода для корпоративных ИС. На базе технологии SCSI строятся RAID-системы ввода-вывода (точнее, SCSI-RAID — для больших систем и SATA-RAID — для малых систем), которые будут рассмотрены далее.

SATA — **Serial ATA** — высокоскоростной последовательный интерфейс обмена данными с накопителями информации (как правило, с жесткими дисками) [55]. SATA является развитием интерфейса ATA, который после появления SATA был переименован в PATA (Parallel ATA). Обеспечивает скорость до 600 Мбит/с. SATA предполагает отказ от плоских параллельных кабелей с разъемами для двух дисков и переход к последовательной передаче данных по витой паре. Но к каждому контроллеру подключается только один диск одним кабелем. При этом переход к последовательной шине значительно упростили разводку проводников на материнской плате и разводку кабелей внутри корпуса компьютера. Администратору системы надо учесть, что при этом сохраняется совместимость с контроллерами ATA по регистрам и командам. Соответственно, драйверы ST-506/IDE/EIDE могут поддерживать контроллеры SATA. Но в них возможны изменения, т. е. в общем случае необходим upgrade от производителя ОС.

Принцип подключения двух устройств к компьютеру с помощью контроллера SATA иллюстрируется на рис. 5.2. Адаптер НВА преобразует инструкции ОС в инструкции SATA. Каждое устройство в данном случае подключается к контроллеру отдельным кабелем.

Функциональная модель работы интерфейса SATA состоит из четырех уровней: приложения, транспорта, связи и физический. Уровень приложения обеспечивает выполнение всех команд SATA. Транспортный уровень отвечает за обмен данными между ОС и контроллером. Уровень связи занимается обработкой кадров, кодированием и декодированием байт и вставкой управляющих символов. Физический уровень отвечает за передачу и прием информации по шине.

Уровень приложения содержит множество команд, предназначенных для управления устройствами.

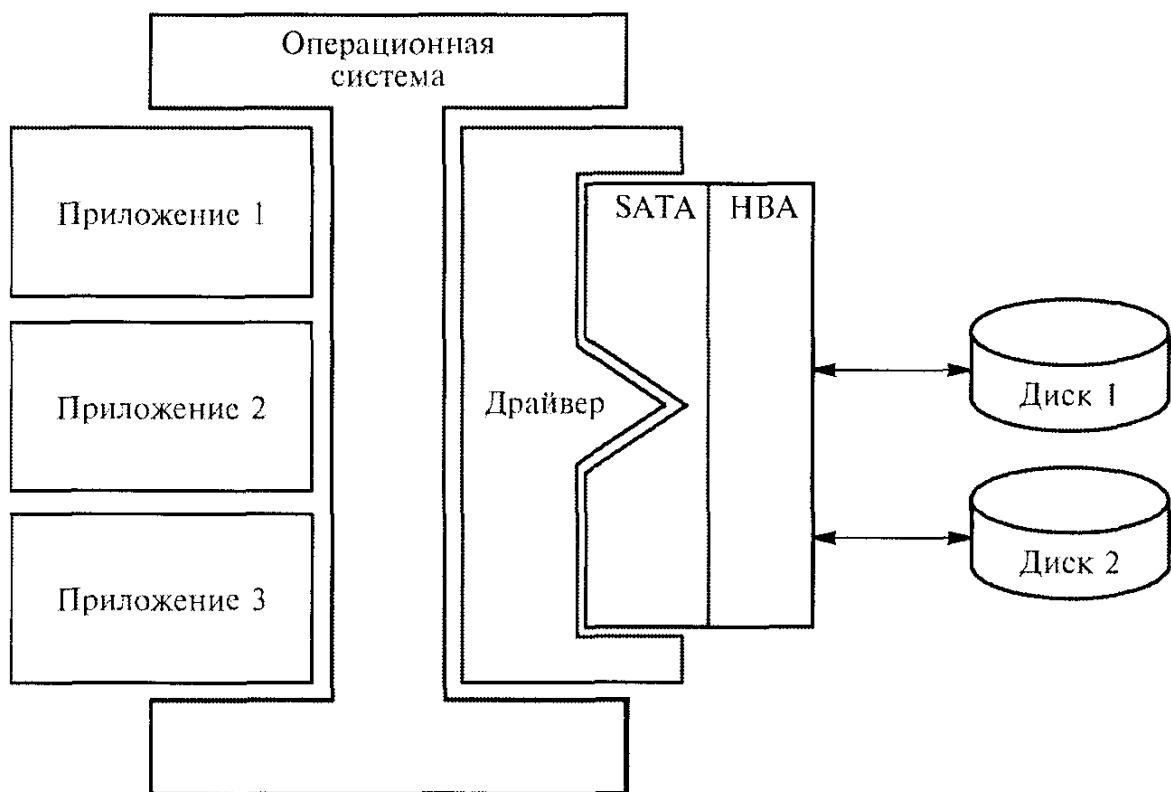


Рис. 5.2. Архитектура SATA

Особенностью стандарта SATA по сравнению с PATA является использование встроенной очереди команд NCQ (Native Command Queuing). NCQ позволяет устройству накапливать запросы и оптимизировать порядок их выполнения с учетом внутренней архитектуры устройства (минимизация количества перемещений головок, простой в ожидании нужного сектора на треке). NCQ повышает производительность решения задач, связанных с произвольным чтением, обработкой данных от двух и более источников, одновременную работу нескольких программ. Также благодаря NCQ стандарт SATA предусматривает горячую замену устройств.

Администратору системы следует учесть, что жесткие диски SATA дешевле, чем диски SCSI. Но для высокопроизводительных серверов по-прежнему используются жесткие диски с технологией SCSI. Это связано с тем, что SCSI разрешает связывать множество устройств по однойшине и предлагает методы оптимизации команд ввода-вывода, благодаря которым RAID-системы [54] на базе SCSI более производительны, чем системы на базе SATA.

Еще одна интересная перспектива для администратора системы — это конвергенция конкурирующих стандартов SATA и SCSI с помощью стандарта SAS (Serially Attached SCSI). Заметим, что диски SAS могут подключаться к интерфейсу SATA (но не наоборот).

Администратор системы должен изучить конкретную техническую документацию производителя по дисковой подсистеме для правильной инициализации дисковых адаптеров и контроллеров, выставления нужных адресов и прерываний, установки переключателей на платах, подсоединению шин и установке параметров CMOS компьютера.

5.3. Подготовка дисковой подсистемы для ее использования ОС

Любая дисковая подсистема требует подготовки для работы с ней конкретной ОС. Часто часть этой подготовки производится на заводах-производителях или компаниями-поставщиками оборудования. Но АС должен хорошо представлять суть подготовки дисковой подсистемы и в некоторых случаях выполнять ее самостоятельно. Подготовка дисковой подсистемы содержит три этапа: форматирование низкого уровня, организация разделов (パーティций), форматирование высокого уровня. Рассмотрим их подробнее.

Форматирование низкого уровня (Low level format) — это форматирование, необходимое контроллеру диска, чтобы читать его по секторам. Обычно оно выполняется на заводе-производителе дисков, и соответствующая утилита прилагается к дисковой подсистеме для случая проведения этой процедуры администратором системы. При форматировании низкого уровня обычно выполняются следующие действия [54]:

- проводится анализ дискового пространства на наличие ошибок;
- сектора диска разбиваются на треки (дорожки) и присваиваются идентификаторы секторов;
- помечаются испорченные сектора (bad-сектора);
- устанавливается чередование секторов (interleave), когда номера секторов не совпадают с их физической последовательностью.

Чередование секторов необходимо, чтобы синхронизировать работу процессора (обработку данных) и контроллера (считывание с диска). От этого зависит скорость работы подсистемы ввода-вывода. Параметр *interleave* определяется ОС и дисковой подсистемой (например, на стандартном ПК с Windows он равен 4).

Администратор системы должен проводить форматирование низкого уровня в случаях, когда:

- ставятся новые дисковые подсистемы (если это не сделано производителем);
- обнаружено большое число дисковых ошибок (если средства ОС не помогают их устранить);
- необходимо поменять параметр *interleave* (но это опасная операция, при которой следует очень хорошо понимать, как именно обрабатываются данные контроллером и ОС и зачем нужно что-то менять);
- возникает необходимость переразметить bad-сектора.

При этом АС должен помнить, что современные дисковые контроллеры предоставляют логику опережающего считывания и отложенной записи, которые снижают потребность в оптимизации производительности методом изменения *interleave*. АС должен знать, что при низкоуровневом форматировании теряется вся информация. Не рекомендуется проводить низкоуровневое форматирование для IDE дисков, если только это не требует производитель [54].

Организация разделов — это процесс разбиения жесткого диска на логические части —パーティции (partitions). Необходимость организации разделов обусловлена тем, что с данным дисковым пространством на одном компьютере может работать несколько ОС. Для каждой из них нужно свое дополнительное форматирование. Обычно при загрузке компьютера одна ОС загружается первой. Ее партиция называется первичной (primary partition). Например, часть диска выделяется для работы под управлением ОС DOS, соответственно необходима одна партиция для загрузки DOS. Остальная часть диска может быть использована для работы других ОС. Утилита для разбиения на партиции в DOS — *FDISK*.

В начале каждого диска на нулевом треке располагается специальная таблица (partition table). В ней находится информация о том, как будет использоваться дисковое пространство

согласно различнымパーティонам. Ее потеря означает для администратора системы потерю всей информации в системе.

Форматирование высокого уровня (High level format) осуществляется средствами той ОС, которая работает в этой партиции. Во время этого форматирования создается оглавление диска и его подготовка для конкретной ОС. В различных ОС при этом выполняются различные функции. Например, для DOS командой *FORMAT* сканируется диск на наличие bad-секторов, создается DOS Boot-сектор, DOS FAT (File Allocation Table), пустая корневая директория, проводится копирование системных файлов.

Администратор системы должен выполнять форматирование высокого уровня, если требуется установить новый диск под управлением ОС либо есть необходимость полностью стереть информацию на диске. АС должен помнить, что высокоуровневое форматирование нужно делать при определенной температуре (указана производителем диска), предварительно сделав копию диска.

АС следует помнить, что информацию после низкоуровневого форматирования восстановить нельзя! После высокоуровневого форматирования информацию восстановить можно при условии, что после его завершения не велась запись на диск.

Обычно операционная система регламентирует числоパーティй на физическом диске и выделяет специальную партицию для переноса в нее информации из bad-секторов. Область такой переадресации, например, в Novell Netware называется hot-fix [54]. Иногда физическая партиция разбивается в ОС на логические. А иногда логическая партиция может располагаться в нескольких физических.

Разбиение на тома осуществляет администратор системы средствами ОС, работающей в данной партиции, чтобы выделить логически единые части информации. Например, том данных — том DATA. Том может быть частью партиции, состоять из одной целой партиции или из нескольких партиций. АС должен учесть, что последнее крайне опасно, так как при потере какого-либо диска теряется весь том и вся информация на нем.

В начале каждого тома хранится специальная таблица VDT (Volume Definition Table). Обычно она дублируется, располагаясь в нескольких местах (например, в Netware — 4 копии

VDT). В VDT находится информация о том, какие треки используются для этого тома в партиции.

Обычно АС на *самой быстрой и надежной* дисковой подсистеме располагает том System с системными файлами. Этот том не нужно часто копировать (сохранять), потому что системные файлы редко меняются. Отдельные тома (DATA1, DATA2) выделяются для данных. Здесь требуется частое их сохранение. Такая технология позволяет администратору системы копировать данные в целях их восстановления в режиме «тот в том» или «диск в диск» быстродействующими средствами ОС (а не медленными утилитами СУБД).

Зеркалирование. Обычно в операционных системах существует поддерживаемый ими режим дублирования дисков или каналов ввода-вывода. Рассмотрим их подробнее.

В режиме дублирования дисков (Disk Mirroring) на материнской плате устанавливается один адаптер НВА (рис. 5.3) с подсоединенными контроллером и двумя дисками (primary и secondary). Диски полностью «зеркалируются», т. е. драйверами ОС ведется параллельная запись информации на оба диска с полным ее дублированием. Если один диск отказывает, система работает со вторым.

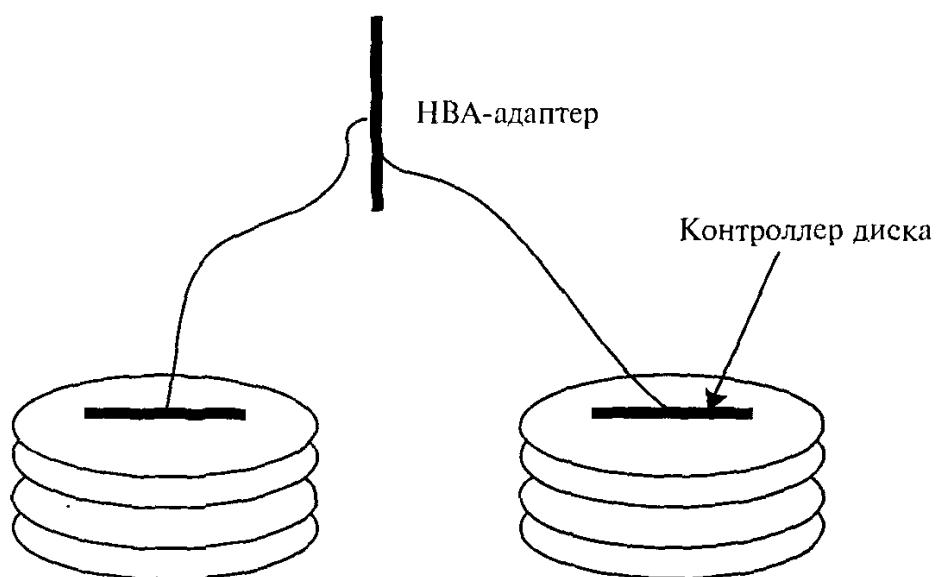


Рис. 5.3. Зеркалирование дисков

Средства организации зеркалирования могут быть как программными (драйверы ОС), так и аппаратными (специальные контроллеры, которые могут писать одновременно на два диска, что всегда быстрее). Обычно ОС поддерживает программный либо аппаратный вариант, но не оба вместе. Кроме того, лучше, чтобы партиции на mirror-дисках имели одинаковые размеры.

В режиме дублирования каналов ввода-вывода (Disk duplexing) дублируется весь дисковый канал ввода-вывода (рис. 5.4), т. е. устанавливаются два адаптера НВА, два диска (для каждого свой контроллер и шина). Это увеличивает надежность в случае отказа одного из каналов ввода-вывода.

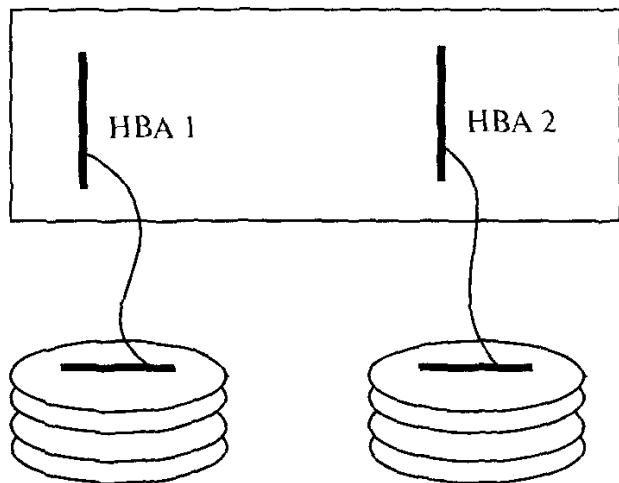


Рис. 5.4. Дублирование канала ввода-вывода

5.4. Технология RAID

Термин RAID (Redundant Array of Independent/Inexpensive Disks) определяет любую дисковую подсистему, которая объединяет два или более стандартных физических диска в единый логический диск (дисковый массив) [54]. Такие дисковые массивы служат для повышения надежности хранения данных и для повышения скорости чтения/записи информации. Они также упрощают сопровождение дисковой подсистемы, так как АС вместо нескольких дисков обслуживает как бы один. Обычно объединение в логический диск осуществляется программно средствами ОС на базе подсистемы ввода-вывода *SCSI* (для небольших систем на базе *SATA*). Различают шесть типов (уровней) технологии RAID в зависимости от метода записи на диски [54]: RAID 0, RAID 1 и т. д.

Драйверы для использования RAID-массивов входят в состав любой современной ОС. Так, Windows XP поддерживает

массивы RAID 0 и RAID 1, а Windows Server 2003 — 0, 1 и 5. В состав ОС «MCBC Linux 13 изм.» входит расширенный драйвер дисковых устройств, позволяющий работать с массивами RAID 0, RAID 1, RAID 4 и RAID 5. Непосредственное управление RAID-массивами происходит на уровне драйвера с помощь вызова системных функций. В зависимости от типа интерфейса, к которому подключены жесткие диски, для управления контроллером драйвер использует соответственно команды SATA или SCSI.

Существуют и аппаратные контроллеры RAID, имеющие в дополнение к контроллерам SCSI собственные процессор и память. При аппаратной реализации технологии RAID команды драйвера исполняет процессор ввода-вывода (IOP, Input/Output Processor). IOP является центром системы RAID. IOP не только исполняет команды драйвера, но и управляет виртуализацией дисков, обработкой кэша и конфигурированием логических томов. IOP освобождает главный процессор от постоянной обработки прерываний, генерируемых при обращении к дискам, входящим в RAID-массив. В большинстве случаев он осуществляет прерывание главного процессора только один раз за операцию ввода-вывода независимо от числа дисков, входящих в массив.

Обычно IOP — это единственный компонент подсистемы RAID, о котором знает ОС. Работа всех остальных компонентов скрыта от нее и управление ими осуществляется IOP. Это возможно благодаря тому, что IOP, как правило, содержит встроенный мост — устройство, которое позволяет подключить к IOP собственную шину. Встроенный мост эффективно скрывает операции чтения/изменения/записи от шины сервера. Непосредственно дисковый контроллер ввода-вывода (IOC, Input/Output Controller) обменивается данными напрямую с дисками через интерфейс SCSI/SATA. Когда IOP требуются данные, он выдает команду IOC на получение данных с физического диска и возвращение их либо IOP, либо файл-серверу, в зависимости от требований приложения. IOC, как правило, подключается к шине, предоставляемой встроенным мостом IOP.

Кэш-память контролируется и используется исключительно IOP и недоступна для IOC или ОС сервера за исключением тех случаев, когда IOP специально дает задание IOC или

ОС сервера использовать кэш-память. ИОР пользуется кэш-памятью для взаимодействия с ОС сервера, выполнения алгоритмов RAID и для временного хранения данных во время передачи их между сервером и дисками.

В зависимости от того, какую политику использования кэш-памяти применяет АС, ее применение может давать существенное *увеличение производительности*. В дополнение к этому программное обеспечение RAID выполняется в кэш-памяти. В результате этого код защищен от драйверов и приложений, выполняемых в памяти сервера. Для аппаратной реализации используется и энергонезависимая память — флэш-память (в целях хранения программного обеспечения RAID). При загрузке системы ИОР загружает код из флэш-памяти в значительно более быструю кэш-память, и в дальнейшем код выполняется в кэш-памяти. Обычно в состав аппаратного RAID-контроллера входит резервная батарея для того, чтобы данные, хранящиеся в кэш-памяти, сохранились при потере электропитания.

Администратор системы, при возможности выбирать, должен использовать аппаратные решения для RAID-массивов.

Рассмотрим особенности различных уровней RAID-массивов и укажем их недостатки и достоинства [54].

RAID 0 — разделение данных между дисками и чередование блоков. Система пишет блоки данных на каждый диск массива подряд (простой стриппинг).

Преимущества: улучшенная производительность и увеличение объема логических томов; разделение данных между дисками позволяет предотвратить ситуации, в которых происходит постоянное обращение к одному диску, в то время как другие диски простоявают.

Недостатки: отсутствие избыточности; поскольку весь массив дисков представляет собой один логический том, то при выходе из строя любого диска из строя выходит весь массив.

RAID 1 — зеркальное отображение/дуплекс. Диски зеркалируются или дублируются. Каждый байт записывается на два идентичных диска. Дублирование добавляет для каждого диска еще и НВА. Работа такой системы уже рассматривалась ранее.

Преимущества: если один диск выходит из строя, другой продолжает работать. Данную концепцию наиболее просто понять и применить.

На этом уровне при наличии оптимизированных драйвера и контроллера обычно повышается скорость чтения данных, поскольку можно начать поиск данных на одном диске, в то время как другой диск обрабатывает предыдущий запрос. Однако скорость записи в этом случае замедляется, поскольку данные необходимо записать сразу на два диска. Влияние этой стратегии на производительность зависит от соотношения операций чтения/записи в используемых приложениях.

Недостатки: дороговизна, поскольку для функционирования системы требуется в 2 раза больше дискового пространства, чем это действительно необходимо. Кроме того, необходимо дополнительное место в сервере и дополнительное электропитание.

RAID 2 — разделение данных между дисками с чередованием битов. Данные записываются побитно на все диски подряд. Отдельные диски используются для хранения контрольных сумм. Цель этой стратегии заключается в немедленном выявлении искаженных бит. Эта стратегия не используется в персональных компьютерах.

Преимущества: чтение данных происходит *очень быстро* благодаря параллельному использованию всех дисков; RAID 2 не требует такой избыточности как зеркалирование.

Недостатки: не выгодно использование в персональных компьютерах; очень медленные операции записи, так как при каждой записи работает каждый диск. Диск с контрольными суммами является избыточным, поскольку стандартные флаги контроля четности диска и контроллера уже обеспечивают определение ошибочных бит.

RAID 3 — разделение данных с чередованием бит и контролем четности. Обычно массив состоит из четырех или пяти дисков, из которых один диск выделен для хранения информации о контроле четности для обеспечения целостности данных. Информация записывается на все остальные диски.

Преимущества: большая надежность по сравнению со вторым уровнем. Очень высокая скорость передачи данных. Эффективно применять при малом числе длительных операций ввода-вывода.

Данные будут доступны в случае выхода из строя одного из дисков в массиве. В этом случае контроллер массива будет использовать диск контроля четности для восстановления со-

держимого неисправного диска. Запись данных будет происходить в прежнем режиме, и неисправный диск будет просто пропущен. На этом уровне информация может записываться и читаться параллельно с нескольких дисков, что позволяет получать высокую скорость записи и чтения.

Недостатки: производительность операции записи относительно низкая, поскольку каждый раз требуется запись на диск контроля четности; неисправность любых двух дисков приводит к отказу массива; диск контроля четности не может быть использован для хранения данных; если из строя выходит контроллер массива, то весь массив выходит из строя.

RAID 4 — разделение данных с чередованием блоков и контролем четности. Используется один диск для контроля четности, как и в RAID 3, и разделение блоков данных между дисками, как в RAID 0.

Преимущества: разделение по блокам данных более эффективно, чем побайтовое разделение; возможно одновременное осуществление нескольких операций чтения одновременно; диски работают независимо. Для чтения одного блока используется только один диск.

Недостатки: недостатки этой стратегии обусловлены самим методом записи данных. Если осуществляется запись не всей полосы (только на часть дисков, входящих в массив), требуется осуществить дополнительные операции чтения/изменения/записи на диск с контролем четности. Сначала необходимо прочитать информацию о существующем блоке данных одновременно с контрольной информацией о четности для этого блока данных. Затем нужно рассчитать новую битовую последовательность контроля четности. Этот расчет использует информацию о старом значении четности, старые данные и новые данные. По сравнению с записью данных на диски без контроля четности скорость уменьшается в 2 раза. Диск контроля четности не может использоваться для хранения данных. Выход из строя двух любых дисков выводит из строя весь массив. Если из строя выходит контроллер массива, то весь массив выходит из строя.

RAID 5 — разделение данных с чередованием блоков и распределенным контролем четности; разделение блоков данных между всеми дисками. Данные для контроля целостности хранятся на всех дисках. Это хороший компромисс между стоимостью, избыточностью и скоростью.

Преимущества: операции чтения и записи могут осуществляться *параллельно*, что повышает скорость передачи данных. Этот тип массива высокоэффективен при работе с малыми блоками данных. Предоставляет избыточность с небольшими расходами. Эффективность пятого уровня зависит в зависимости от числа дисков, используемых в массиве, поскольку объем данных для контроля целостности обычно занимает один диск, хотя хранятся эти данные на нескольких дисках одновременно. Эффективность дискового массива из трех дисков составляет 66 % (один диск используется для контроля четности), а эффективность массива из семи дисков — 86 % (так как в этом случае один диск нужен для контроля четности).

Иногда в массивах пятого уровня используются смонтированные, но бездействующие диски. В случае возникновения неисправности у одного из дисков, входящих в массив, свободный диск может быть автоматически использован для замены поврежденного диска и восстановления данных.

Недостатки: RAID 5 менее производителен, чем RAID 0 или RAID 1 из-за необходимости рассчитывать данные для коррекции ошибок; медленнее RAID 3 при объемных операциях чтения/записи.

В заключение рассмотрения RAID различных уровней, отметим следующее:

- АС должен исходя из перечисленных достоинств и недостатков стратегий RAID, возможностей ОС и требований сопровождаемой ИС выбрать реализацию стратегии RAID.
- иногда используются комбинированные стратегии RAID, например, RAID 30 — стратегия RAID 3 и стратегия RAID 0.
- в современных ИС используются технологии сетей доступа к дисковым массивам — SAN, NAS и протокол iCSI, обеспечивающий передачу команд SCSI по протоколам TCP/IP. Подробнее этот материал рассмотрен в дополнительной информации.

5.5. Вопросы администрирования файловых систем

Файл — это объект, представляющий собой данные и их атрибуты поименования и доступа [52]. ОС организует доступ к данным не по их именам, а по адресам и соответственно должна поддерживать: таблицы преобразования имен в адреса (директории), информацию об атрибутах доступа и размерах данных, способы поиска записей в файлах (методы доступа к данным, например по индексам). Совокупность директорий (каталогов) и других метаданных, т. е. структур данных, отслеживающих размещение файлов на диске и свободное дисковое пространство, называется файловой системой [2, 52].

Некоторые ОС позволяют поддерживать несколько файловых систем. В этом случае под каждую из них выделяется свой том. АС должен помнить, что перед обращением к файловой системе надо смонтировать том, на котором она будет располагаться [2]. При этой операции проводят проверку типа файловой системы тома и ее целостности, считывания системных структур данных (оглавления тома), инициализация соответствующего модуля ОС (например, менеджера файловой системы), включение файловой системы в общее пространство имен. В различных ОС это делается разными методами, например командами tar в Novell Netware или mount в IBM VM/SP до начала работы пользователя с томом. В ОС Windows процедура монтирования выполняется в неполном варианте [33].

В различных файловых системах принят различный формат имен файлов и типы атрибутов доступа. Кроме того, каждая ОС поддерживает определенные и различные в разных файловых системах операции над файлами (открытия, закрытия, чтения/записи, поиска, обновления данных, обработки блоков переполнения). Эти операции над файлами определяются методами доступа к данным, например достаточно простым и медленным IBM ISAM для файловой системы Windows. АС должен помнить, что сложные и развитые методы доступа обычно используются при реализации не универсальных ОС, а СУБД, как специализированных ОС для работы с данными. Поэтому при реализации ИС следует обратить внимание на методы доступа к данным, которые применяются в используе-

мой СУБД и, по возможности, выбрать метод, наиболее адекватный задаче ИС.

Любая ОС имеет набор утилит для работы с файловой системой для реализации задач дефрагментации файлового пространства, шифрования данных (например, в стандарте DES), поддержки транзакций ОС, восстановления после сбоев. При этом АС должен учесть, что транзакции СУБД и транзакции ОС могут не соответствовать друг другу [49], а методы восстановления данных СУБД превосходить существующие в ОС. Кроме того ОС, поддерживая файловые системы, не занимаются вопросами целостности данных. Это реализуется только СУБД. Задача АС правильно комбинировать имеющиеся системные средства и избегать их противоречий.

5.6. Протоколы передачи файлов и файловые системы Интернет. FTP, SUN NFS и ISO FTAM

Администратор системы должен обратить внимание на то, что при разработке технологий Интернет была поставлена задача одновременной работы пользователей с разными файловыми системами и обменом файлами различных форматов. Соответственно были разработаны распределенные файловые системы (NFS) и протоколы обмена файлами между пользователями ИС (FTP). Кроме того, проблемой стандартизации файловых систем и передачи файлов от различных ОС занималась и организация ISO, предложив протокол FTAM. Рассмотрим эти протоколы [52].

FTP (File Transfer Protocol) — простейшая файловая система уровня процессов модели Интернет. Она обычно поддерживается не универсальными ОС, а специализированными ОС сетевых устройств, превращая, например, коммутатор в файл-сервер. FTP позволяет просто перемещать различные файлы между пользователями сети ИС, используя для их хранения оперативную память коммутатора (или другого сетевого устройства, превращенного в файл-сервер). АС должен превращать сетевое устройство в сервер FTP с помощью специализированных средств ОС сетевого устройства. В FTP осуществляются только простейшие операции над файлами (rename,

create, delete, modify) и директориями (main, cd, dir). Сервер FTP обычно имеет возможности авторизации и аутентификации пользователя и возможность задания тайм-аута для контроля длительности неактивности пользователя (reset на connection). FTP был первым гетерогенным протоколом передачи файлов, но и теперь он реализован во всех ОС коммуникационной аппаратуры и может применяться администратором системы для простых задач передачи файлов в ИС.

NFS (Network File System) — совокупность спецификаций, разработанных компанией Sun Microsystems в середине 1980-х годов. Спецификации описывают распределенную файловую систему для гетерогенных ИС [52]. Впоследствии они вошли в ОС BSD UNIX. Система NFS позволяет пользователям различных ОС обращаться к удаленной файловой системе (на каком-то другом компьютере со своей операционной системой) без того, чтобы пользователь осваивал специфические сетевые системные средства для выполнения этой операции. Достигается это использованием протоколов XDR (eXternal Data Representation) и RPC (Remote Procedure Call), так же разработанных Sun Microsystems. Протокол XDR позволяет описать данные в машионезависимом формате и представляет собой совокупность библиотек на языке С для описания структур данных. А RPC — это совокупность библиотек на языке С для осуществления вызовов транспортной среды и обращения к удаленной ОС для операций над файлами. Совокупность использования этих средств (NFS, RPC, XDR) стала промышленным стандартом на организацию обращения к файлам в сетевых системах и называется технологией клиент-сервер. Ее организация обязательна в большинстве ИС. После того как система правильно настроена администратором системы для работы NFS, удаленная файловая система становится для пользователя как бы частью его локального компьютерного оборудования. С учетом NFS сделаны файловые системы большинства современных ОС.

FTAM — универсальный виртуальный метод доступа к файлу [52].

С точки зрения ISO необходим некоторый универсальный способ обращения к файлу, его поддержки и передачи в гетерогенных ИС. При этом все ОС должны реализовывать этот способ. Организация ISO на уровне приложения модели OSI

предложила соответствующие протоколы: FTAM (File Transfer Access Method) и DS (Directory System).

FTAM предполагает передачу файлов и способ обращения к ним различных пользователей различных ОС. Он комбинирует функции организации и доступа к данным (NFS) и функции передачи файлов (FTP). FTAM работает с множеством типов файловых систем и умеет обрабатывать файлы в виртуальном формате (*virtual filestore*). Файлы различных файловых систем могут быть соотнесены с виртуальным форматом хранения файлов, переведены в него перед передачей, переданы и переведены из виртуального формата в формат принимающей ОС. В виртуальном формате файлы имеют множество различных атрибутов (характеристик). Это атрибуты имени файла, разрешенных над файлом операций, хозяина файла, последнего времени доступа и т. д., а также атрибуты доступа:

разрешенные действия над данными файла (чтение, запись и т.д.);

идентификация приложения, обращающегося к файлу;
ограничения на мультидоступ и т.д.

В FTAM реализована попытка полной формализации и стандартизации работы с файловой системой. Доступ к файлу начинается, когда вызывающее приложение ассоциируется с вызываемым процессом при помощи функций ACSE ISO. Процесс ассоциации включает все «переговоры» по соответствию друг другу параметров доступа к файлу формата операционной системы и виртуального формата. После ассоциации файл выбирается и, затем открывается для доступа или передачи. После завершения последних операций файл закрывается, убирается из выборки и ассоциация разрывается. АС должен знать, что FTAM по сути не был реализован многими производителями из-за громоздкости и низкой производительности. Хотя часто он поддерживается ОС коммуникационной аппаратуры.

ISO предложила и свою идею организации директорий в гетерогенных многопользовательских системах. Она базируется на рекомендациях ITU-T (CCITT) X.500. Мы не будем рассматривать это вопрос в данном учебном пособии, о нем администраторам систем следует прочесть дополнительно.

Дополнительная информация

1. www.faqs.org/rfcs/
 - a) RFC 959 – File Transfer Protocol;
 - b) RFC 1094 – NFS: Network File System Protocol specification;
 - c) RFC 1050 – RPC: Remote Procedure Call Protocol specification;
 - d) RFC 1057 – RPC: Remote Procedure Call Protocol specification: Version 2;
 - e) RFC 1832 – XDR: External Data Representation Standard.
2. <http://www.rfc-archive.org/getrfc.php?rfc=1831>.
 - a) RFC 1831 – RPC: Remote Procedure Call Protocol Specification Version 2;
3. <http://www.brocade.com/products-solutions/> - информация о центрах хранения данных и дисковых подсистемах ввода/вывода
4. <http://www.t10.org/> – (стандарты SCSI)
5. <http://www.sata-io.org/> – (стандарт SATA)

Контрольные вопросы

1. Когда задаются параметры ядра ОС администратором системы?
2. Перечислите основные подготовительные этапы процесса инсталляции ОС.
3. Что нужно сделать администратору системы для инсталляции ОС файл-сервера?
4. Какие процедуры должен спланировать администратор системы после инсталляции?
5. Что такое канал ввода-вывода?
6. Каковы характеристики технологии SCSI?
7. Перечислите основные интерфейсы дисковых подсистем.
8. Каковы этапы подготовки дисковой подсистемы для установки ОС?
9. Объясните суть технологии RAID, каковы достоинства недостатки технологии RAID 3 и RAID 5?
10. В чем суть метода доступа к файлам FTAM, как он соотносится функционально с FTP и NFS?

Глава 6

АДМИНИСТРИРОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ. СРЕДСТВА СУБД

Данная глава посвящена администрированию баз данных и средствам СУБД — основным задачам администратора данных и администратора баз данных (подраздел 6.1), сущности инсталляции СУБД. Ввиду ограниченного объема учебного пособия излагается только часть вопросов, связанных с заданием параметров запуска ядра СУБД, параметров операций ввода-вывода СУБД, параметров буферного пула (подраздел 6.2). Кроме того, в этой главе рассматриваются средства мониторинга, сбора статистики и защиты от несанкционированного доступа (подразделы 6.3 и 6.4). Подраздел 6.5 посвящен способам реорганизации и восстановления базы данных.

6.1. Администрирование баз данных и администрирование данных

База данных и ее система управления (СУБД) являются ресурсами ИС и, как любым общим ресурсом, ими надо управлять.

Администратор данных — АД (Data Administrator — DA) отвечает за управление данными, включая правила обработки данных, корпоративные стандарты, вопросы кодирования данных и ведения классификаторов данных. Он согласовывает с руководством предприятия общее направление хранения и поддержки тех или иных данных, необходимых для работы и развития системы.

Администратор базы данных — АБД (Data Base Administrator — DBA) отвечает за вопросы: концептуального, логического и физического проектирования базы данных; физической и логической целостности, мониторинга, выбора стратегий и реорганизации базы данных; сбора статистики, настройки параметров, контроля за производительностью; восстановления; копирования и реализации стратегий архивирования. Для ад-

министратора базы данных необходимо знание возможностей и конкретных особенностей СУБД, а также операционной системы, под управлением которой работает СУБД. В одних организациях функции администратора данных и администратора базы данных выполняют одни и те же люди и одна служба, в других выделяются специальные группы персонала с определенным кругом обязанностей.

Перечислим более подробно задачи, связанные с администрированием данных, и задачи, связанные с администрированием базы данных [1, 23].

Задачи администрирования данных:

- предварительная оценка возможности реализации проектов и процессов обработки данных;
- определение требований организации к используемым данным;
- определение стандартов сбора данных и выбор форматов их представления;
- оценка объема данных и вероятности их роста;
- определение способов и интенсивности использования данных;
- определение правил доступа к данным и мер безопасности, отвечающих внутренним нормам и правилам организации;
- взаимодействие с администратором базы данных и разработчиками приложений по созданию концептуальной схемы базы данных;
- обучение пользователей существующим стандартам обработки данных и юридической ответственности за некорректное их применение;
- обеспечение ведения требуемой документации по стандартам, ограничениям, процедурам и использованию словаря данных;
- взаимодействие с администратором базы данных по поддержке словаря данных.

Задачи администрирования базы данных:

- выбор СУБД с учетом требований и возможностей операционной системы;
- концептуальное проектирование базы данных совместно с разработчиками приложений и администратором данных;
- логическое и физическое проектирование базы данных;

- определение и реализация (совместно с прикладными программистами) требований и мер по защите логической и физической целостности данных;
- тестирование базы данных с помощью соответствующих утилит и разработка дополнительных средств тестирования целостности данных;
- обучение прикладных программистов;
- прием в опытную и промышленную эксплуатацию готового приложения;
- параметризация системы при установке СУБД;
- контроль производительности и соответствующая настройка параметров СУБД;
- создание расписания копирования и регулярное архивирование базы данных по выбранным стратегиям;
- разработка процедур восстановления и (при необходимости) их реализация;
- поддержка актуальности используемого программного обеспечения, включая заказ и установку совместно с системным администратором необходимых аппаратных и программных средств и пакетов обновлений;
- поиск, диагностика и устранение ошибок СУБД, операционной системы и прикладных программ совместно с системным администратором и прикладными программистами.

6.2. Инсталляция СУБД. Параметры ядра СУБД и параметры ввода-вывода

6.2.1. Инсталляция СУБД

Понятие инсталляции СУБД подразумевает следующие действия [23, 49]:

- установка на жесткий диск сервера БД программного обеспечения СУБД;
- загрузка отдельных компонент СУБД на различные сервера БД;
- задание параметров размещения будущей базы данных и выделение под ее множества (отношения реляционной СУБД) дискового пространства;

- выбор методов доступа к данным;
- задание параметров работы ядра СУБД;
- задание работы отдельных приложений.

Все эти операции осуществляются администратором базы данных с учетом архитектуры программных компонент СУБД, особенностей операционной системы и особенностей реализации сетевой технологии в конкретной организации. Для реализации этих операций СУБД обычно предоставляет специальный инструментарий для администратора базы данных. Например, в СУБД DB2 существуют специальные продукты — ассистент конфигурирования и центр управления для реализации части этих операций [63]. От того, как АБД выполнит эти операции и, прежде всего, реализует архитектуру работы СУБД с учетом сетевой архитектуры и задаст параметры работы ядра СУБД, существенно зависит работа ИС [17].

6.2.2. Основные параметры запуска ядра СУБД

Способ ведения журнала транзакций для СУБД. Ведение журнала транзакций — это процесс, при котором происходит запись логических и физических транзакций в специальные файлы в системной области БД, т. е. всех обновлений области данных и областей индексов методов доступа. Обычно поддерживаются два основных типа ведения журнала транзакций — циклическое и архивное [1, 46].

Циклическое ведение журнала транзакций использует некоторое количество первичных журналов, определенное при задании параметров конфигурации СУБД. При этом способе журналы транзакций применяются в определенной последовательности. Записи помещаются в первый файл до тех пор, пока он не будет заполнен до установленного администратором базы данных уровня, затем открывается второй журнал, и все новые транзакции записываются в него. Транзакции из первого файла журнала переписываются ядром в БД, и, когда их обработка завершается, первый журнал закрывается и может быть использован повторно. Если ядро СУБД базы данных запросит следующий журнал, а он еще не доступен для повторного использования, то будет открыт еще один журнал. Эта ситуация будет продолжаться до тех пор, пока число вторичных журналов транзакций не достигнет определенного

значения. Процесс продолжается циклически без необходимости останавливать работу ядра СУБД из-за отсутствия места в журнале транзакций. Первичные журналы транзакций создаются обычно автоматически при создании базы данных, вторичные создаются по необходимости и удаляются, как только ядро СУБД помечает их как ненужные. Циклическое ведение журналов обеспечивает поддержку аварийного восстановления при текущем автооткате ядра СУБД, но не поддерживает восстановление с повторением журналов транзакций.

Архивное ведение журнала транзакций не допускает повторного использования журналов. Когда файл журнала заполняется, создается очередной файл. Обычно администратор базы данных конфигурирует несколько первичных журналов транзакций. Это делается для того, чтобы новый файл был создан заранее, и его отсутствие не привело бы к остановке работы СУБД. Журналы архивируются и удаляются из оперативной области администратором базы данных по мере их заполнения.

В различных СУБД могут быть свои варианты ведения журналов транзакций. Например, для СУБД DB2 различают активные, онлайновые и офлайновые архивы.

Активные архивы. Эти файлы содержат информацию, связанную с транзакциями, которые еще не зафиксированы (или не отменены) в БД. Они также содержат информацию для транзакций, которые были начаты, но еще не были полностью переписаны на диски из буферного пула ввода-вывода. Активные файлы журналов используются при аварийном восстановлении.

Онлайновые архивы. Эти файлы содержат информацию, связанную с законченными транзакциями. Их называют онлайновыми, потому что они находятся в том же самом подкаталоге, что и активные журналы регистрации.

Офлайновые архивы. Это файлы, которые были перемещены из активного подкаталога журналов транзакций.

Ядро DB2 при работе с архивными журналами при завершении работы последнего приложения усекает и закрывает последний журнал транзакций для освобождения пространства. Эта опция полезна, когда база данных должна быть неактивной в определенные промежутки времени. Однако, в условиях низкой нагрузки, когда характерны частые и корот-

кие периоды, в которые ни одно приложение не работает с базой данных, эта особенность превращается в дополнительную трату ресурсов. Ресурсы расходуются на закрытие последнего активного файла журнала при завершении работы приложений и создание первичных журналов с началом работы какого-либо приложения. Это пример того, что АБД должен использовать *специальные* параметры конфигурации и управления для эффективной работы. Следует заметить, что файлы журнала потенциально являются узким местом с точки зрения производительности информационной системы из-за постоянного обращения к ним подсистемы ввода-вывода СУБД и ОС. Администратору базы данных необходимо размещать их на наиболее быстрых и надежных носителях.

Поиск сервера БД. В начале работы станция пользователя БД должна найти сервер БД. Для этого программное обеспечение станции рассыпает запрос всем устройствам в сети «Ты сервер?» Станция-сервер отвечает и передает в ответ на запрос свой физический адрес (MAC-адрес). Этот адрес записывается в специальной таблице математического обеспечения рабочей станции, хранящейся в оперативной памяти (таблица MAC-адресов серверов сети). Обычно отвечает станции ближайший (по времени ответа) сервер, если в параметрах запуска программного обеспечения АБД не указал конкретного сервера. Аналогичный опрос ведет любой сервер БД, выясняя, какие рабочие станции активны, и заполняя свою таблицу активных пользователей. АБД должен задать *параметры поиска сервера*: число попыток поиска, таймаут, при котором поиск прекращается.

Максимальное число залокированных записей. Необходимо указать, сколько записей БД может быть единовременно залокировано (задержано) для последующих изменений. АБД следует понимать, что записи именно «локируются» (lock), т. е. удерживаются ядром СУБД от доступа других пользователей пока не будут освобождены (unlock) тем пользователем, который первый их захватил или ядром СУБД. АБД не должен путать этот процесс с блокированием записей — хранением записей в блоках на диске или оперативной памяти для более быстрого обращения к ним.

Время взаимолокирования (deadlock — «смертельные объятия»). АБД задает параметр ядра, ограничивающий по времени

длительность локирования (lock) записей или отношений для обновления. После этого требуемая запись будет освобождена ядром, и приложение сможет попытаться заново осуществить операцию изменения записи или отношения БД. Процесс локирования тесно связан с процессом обеспечения целостности с помощью аппарата транзакций [11, 49]. Процесс управления работой транзакций сложен и имеет множество особенностей. АБД следует внимательно изучить его реализацию для конкретной СУБД согласно технической документации.

Максимальное время неактивности пользователя БД (время на disconnect). Если приложение на станции «зависло», то через указанное в этом параметре время его надо сделать неактивным для ядра СУБД и удалить все ссылки на него в оперативной памяти. АБД должен задать этот параметр либо использовать умолчания для предотвращения ситуации, когда неработающее приложение занимает ресурсы СУБД.

Максимальное число подключенных станций. Необходимо указать максимальное число пользователей, одновременно работающих с ИС.

Директории для хранения журналов транзакций и сообщений. Задаются АБД или задаются по умолчанию.

6.2.3. Основные параметры операций ввода-вывода на жесткий диск

Параметры операций ввода-вывода влияют на производительность всей ИС и должны быть ответственно определены администратором базы данных. Они тесно связаны с проблемой физического проектирования БД [23, 49], которая не рассматривается в учебном пособии.

Параметры, определяющие место хранения индексных файлов. Файлы индексов должны храниться на самых быстрых устройствах.

Параметры, определяющие кластеризацию. Данные, которые часто выбираются вместе, храниться должны также вместе. Поэтому АБД должен задать соответствующие параметры расположения совместно используемой информации.

Коэффициенты свободного пространства (FILL FACTOR) для данных и для индексов определяют процент свободного пространства в блоках данных и блоках индексов. Эти коэф-

фициенты используются для помещения новых записей и минимизации областей переполнения, могут повлиять на производительность операций ввода. АБД должен указать их с учетом используемого метода доступа данной СУБД [23].

Параметры сортировки. Администратору базы данных следует ввести ограничение на область, выделяемую для сортировки данных, и ограничение на число индексов, иначе возможно ухудшение производительности ИС на операциях модификации (update) и ввода (insert).

6.2.4. Основные параметры буферного пула

Буферный пул — это область оперативной памяти сервера базы данных, в которую помещаются для временного хранения блоки (страницы) выбираемых данных и данные для записи в БД. Способ помещения данных в буферный пул в значительной мере влияет на производительность БД.

Рассмотрим параметры буферного пула [2, 49].

Количество буферов. К данным в оперативной памяти можно обратиться гораздо быстрее, чем к данным на диске. Поэтому большинство данных, необходимых прикладной программе, СУБД помещает в буферный пул. АБД должен определить число буферов и задать максимально возможное.

Часть буферов используется под операции записи в БД. АБД должен задать процент буферного пространства, предназначенного для операций чтения и записи. Соотношение необходимой памяти для операций чтения и операций записи обычно составляет 80/20.

Параметр очистки буферного нула (buffer flush). До записи в журнал транзакций записи попадают в буферный пул. Транзакции из буферного пула должны переписываться на диск, иначе буфер будет переполняться. Как часто следует переписывать данные из буфера на диск, определяется ядром СУБД. Программист считает, что после выдачи команды окончания транзакции (команда end transaction) записи попадут в журнал транзакций, но на самом деле этого не происходит, потому что переписывание произойдет после заполнения буфера и его очистки ядром СУБД. Необходимо синхронизировать окончание транзакции и очистку буферного пула. АБД должен предусмотреть, чтобы записи из буферного пула переносились

в область данных и журнал транзакций СУБД либо в определенное время, либо по специальным командам прикладного программиста (например, команда *buffer flush*) [49].

Упреждающая выборка. Обычно СУБД имеет средства, позволяющие постоянно держать в буферном пуле наиболее часто выбираемые данные. Частоту выбора данных отслеживает ядро СУБД. Но АБД может повлиять на эту статистику с помощью параметров ядра. Помимо этого, прикладные программы посылают ядру СУБД асинхронные требования предварительного чтения записей. Эти требования попадают в общую очередь упреждающей (предварительной) выборки. По мере появления доступных ресурсов упреждающей выборки ядро выполняет эти требования, перенося запрошенные страницы с диска в буферный пул путем чтения данных крупными блоками или выборочного чтения с различных дисков. Такое распределение позволяет функции упреждающей выборки одновременно считывать данные с нескольких дисков, и АБД должен это предусмотреть, помещая данные *на различные жесткие диски*.

6.3. Средства мониторинга и сбора статистики

6.3.1. Мониторинг СУБД. Средства мониторинга

Мониторинг СУБД и баз данных проводится для поддержания работоспособности и производительности СУБД, а также с целью отслеживания аварийных ситуаций и сбора статистики.

Реализуется мониторинг с помощью отдельных утилит СУБД, представляющих собой программные продукты, входящие в состав СУБД, но загружаемые отдельно от ядра СУБД, либо в виде набора прикладных интерфейсов — API (Application Program Interface). Эту утилиту или группу утилит в операционной системе, и в СУБД часто называют монитором или системным монитором.

Для осуществления мониторинга ядро СУБД собирает информацию от приложений, работающих с базой данных, и от системных средств самой СУБД. Эта информация может использоваться администратором баз данных для следующих целей:

- обеспечение необходимого объема аппаратных ресурсов (на основе информации об их использовании);

- анализ производительности отдельных приложений или SQL-запросов;
- отслеживание интенсивности использования отношений;
- оценка эффективности используемых методов доступа;
- настройка параметров ядра СУБД в целях повышения производительности;
- оценка последствий вносимых оптимизационных изменений.

Утилита мониторинга может запускаться в момент запуска ядра СУБД и работать постоянно в течение сеанса работы ядра, а может запускаться в определенные моменты администратором БД для контроля текущей ситуации или выявления каких-то событий. Так, в СУБД DB2 утилита «монитор работоспособности» непрерывно контролирует ряд ключевых индикаторов работы СУБД (например, количество свободной в данный момент оперативной памяти). Если текущее значение индикатора является худшим, чем соответствующее ему пороговое значение, заданное по умолчанию автоматически или вручную администратором, генерируется предупреждающее сообщение другой утилитой, которая называется «монитор здоровья». Для доступа к информации, получаемой этими утилитами, могут использоваться дополнительные средства СУБД. Так, для работы с информацией, собираемой системным монитором СУБД DB2, используется два инструмента: монитор снимков и монитор событий.

Монитор снимков позволяет делать снимок состояния БД и активности в ней в момент, когда он был сделан. *Монитор событий* собирает информацию лишь в тот момент, когда происходит определенное событие в БД. Информация, получаемая системным монитором, может храниться в файлах или отношениях БД, отображаться на экране или обрабатываться клиентским приложением.

Кроме того, в СУБД DB2 существует специальный продукт «Центр работоспособности» (Health Center), который используется для того, чтобы контролировать состояние базы данных и совершать необходимые действия для восстановления ее нормального функционирования с помощью монитора работоспособности [46, 63].

6.3.2. Сбор статистики

Администратор системы должен следить за тем, чтобы приложения, работающие с БД, имели средства сбора или представления статистики. Например, каждое приложение должно учитывать общее время работы, системное время, процессорное время (total time, system time, process time).

Цель сбора статистики — настроить производительность и параметры, выяснить активность пользователей и затраты по каждому из запросов и операций.

Сбор статистики может начинаться вместе с запуском ядра СУБД или с началом сессии данного приложения. Необходимо с помощью утилит мониторинга собирать статистику по БД в целом, а именно:

- статистику открытий БД (open на базу, как говорят программисты);
- число операций ввода-вывода и время;
- статистику закрытий БД (close на базу);
- число установленных соединений в течение работы сеанса ядра СУБД;
- число взаимолокировок при локировании записей БД (deadlock);
- число транзакций в единицу времени;
- статистику по кодам возврата от операций с БД.

Особо отметим, что АБД должен требовать от прикладных программистов обработки кода возврата от любой операции с БД. При некоторых, определенных для каждой СУБД, кодах возврата возникают фатальные события, требующие немедленного реагирования администратора БД.

Необходимо также собирать статистику по отдельным запросам приложений, работающих с СУБД, таким как:

- стоимость процессора (сколько команд процессора, тратится на запрос);
- стоимость ввода-вывода (сколько команд ввода-вывода тратится на запрос);
- число предикатов, используемых в запросе;
- избирательность, т. е. вероятность того, что каждая найденная строка удовлетворяет предикату; обычно избирательность должна составлять около 10%);
- число занятых при запросе страниц в буферном пуле СУБД.

Еще один вид статистики, который надо собирать — это статистика по отдельным отношениям БД и по соответствующим индексным файлам. Например, какой объем памяти занят под индексы, под области переполнения, непосредственно под отношение, под рабочую область СУБД (например, процент занятости рабочей области — файла work для СУБД ADABAS).

6.4. Средства защиты от несанкционированного доступа

Еще одна задача администратора базы данных — это защита от несанкционированного доступа. Под этим подразумевается обеспечение защищенности базы данных от любых предумышленных и непредумышленных угроз с помощью различных средств.

Задача БД администратором должна охватывать программное обеспечение, персонал, используемое оборудование, сами данные. Обычно проблемы защиты БД рассматриваются администратором с точки зрения таких потенциальных опасностей [1], как:

- похищение и фальсификация данных;
- утрата целостности;
- потеря доступности;
- утрата конфиденциальности.

Службы администратора должны обеспечить минимизацию потерь от уже произошедших событий и предусмотреть возможные угрожающие ситуации. Более подробно вопросы различных угроз рассматриваются в главе 10. Администратор системы обязательно должен пользоваться всеми необходимыми средствами защиты операционных систем [2] и СУБД [1]. Прежде всего к ним относятся так называемые меры «ЗА» или «ААА», что означает: Авторизация пользователей, Аутентификация пользователей, Аудит пользователей. Для обеспечения этих мер защиты в ОС и в СУБД всегда существуют специальные средства, которые входят в состав ядра ОС или СУБД, либо представляют собой отдельные утилиты.

Авторизация пользователей (Authorization) — это присвоение администратором имен (идентификаторов) и прав поль-

зователям системы, что позволяет владельцу идентификатора иметь санкционированный доступ к системе или ее объектам. Каждому пользователю в системе должен быть присвоен уникальный идентификатор, например, пользователь SYSLOAD или пользователь MAINT. С точки зрения администратора системы, пользователь SYSLOAD будет заниматься массовыми загрузками данных в БД. Пользователь MAINT будет устанавливать различные продукты в системе. Администратор системы присвоит им различные права доступа к ресурсам системы: первому — права на запись и чтение определенных областей базы данных, второму — права на запись, чтение и удаление из системных областей, где хранится математическое обеспечение СУБД. При этом в системе не должно быть единственного пользователя с правами администратора. Их должно быть минимум два с идентичными правами администратора СУБД и ОС, например Admin и Supervisor. Это делается для того, чтобы сохранить доступ к системе при возможном разрушении системной области СУБД или ОС, где хранится информация о пользователях в системе. Такое дублирование не дает полной гарантии от потери администратора в системе, но уменьшает ее вероятность.

Аутентификация пользователей — это механизм определения того, является ли пользователь тем, за кого себя выдает [1].

Когда каждому пользователю в системе администратором присваивается идентификатор, ему же присваивается и уникальный пароль. При входжении пользователя в систему он указывает свой пароль, а ОС и СУБД выполняют процесс проверки (аутентификации) соответствия указанных пароля и идентификатора пользователя. Для обычных пользователей системы ОС и СУБД помогают создать пароли. В состав ОС и СУБД входят генераторы паролей. АС может применять их для задания паролей пользователей, хотя пользователь может и сам изобрести свой пароль. Но для администраторов систем из-за невозможности запоминания большого числа сгенерированных паролей для различных подсистем ИС и во избежание утраты пароля ответственный администратор системы должен иметь несколько своих комбинаций паролей и сам давать их всем администраторам систем. Пароли должны быть зашифрованы средствами ИС, например с помощью стандарта DES — стандарт с 56-битным симметричным ключом шифро-

вания, впервые предложенный компанией IBM. Пароли должны периодически меняться.

Помимо прав пользователей в системе есть еще и привилегии (полномочия) пользователей. Права пользователя — это право на доступ к различным отношениям, областям или записям БД с возможностью совершения операций чтения и/или записи, и/или копирования, и/или модификации данных. Могут быть права на создание, открытие или скрытие отношения или записи данных. Может быть право на использование средств шифрования данных или право на доступ к зашифрованным данным. Можно установить право на доступ к системным данным, т. е. к данным, используемым непосредственно ядром СУБД. Привилегия пользователя — это его право давать права доступа к объектам СУБД другим пользователям. Это могут быть права доступа, необходимые для выполнения определенных действий, например архивирования и восстановления данных. Разумно наделять привилегиями только администраторов системы.

Помимо двух администраторов, которые обладают всеми правами доступа ко всем областям системы и всеми привилегиями, в системе должны быть администраторы с разными правами доступа и привилегиями. Например, пользователь-администратор Maint (Sysmain, Dirmaint) имеет права создавать, удалять и архивировать множество БД и соответствующие журналы транзакций, но не имеет привилегии давать права другим пользователям. А пользователь-администратор Load имеет права на чтение/запись/создание определенных областей БД для массовых загрузок информации и создания индексов данных. Массовые загрузки являются отдельной операцией, так как при вводе информации данные индексируются и сортируются ядром СУБД согласно алгоритмам методов доступа. Операция сортировки требует значительных ресурсов памяти и обычно выделяется АБД в отдельный процесс, а СУБД обычно имеет отдельную утилиту, осуществляющую эти действия [17].

Аудит пользователя — это процесс контроля ресурсов, используемых пользователями, на предмет санкционированного доступа, санкционированного времени работы и разрешенных АБД операций над данными. Он осуществляется обычно с помощью средств ядра СУБД или дополнительных утилит

СУБД. В большинстве операционных систем и СУБД имеются средства генерации и распечатки соответствующих отчетов, задания расписания проведения аудитов, задания типа аудита (контроля определенных параметров работы пользователя или программного продукта). Они должны обязательно регулярно использоваться администратором системы или базы данных согласно выработанной стратегии.

6.5. Способы восстановления и реорганизации

6.5.1. Способы реорганизации БД

Реорганизация БД — это изменение логической, концептуальной или физической схемы базы данных [1, 11].

Реорганизация происходит при следующих событиях:

- изменение связей между объектами;
- добавление новых типов данных;
- изменение законодательных актов, требующих, например, расщепления записей для хранения в защищенной области;
- создание новой БД на основе уже имеющихся БД, например при слиянии компаний и необходимости объединить БД, поддерживаемые различными СУБД;
- увеличение объема данных, что вызывает необходимость переноса данных на другие физические носители или системы ввода-вывода;
- необходимость реиндексирования данных, возникшая в результате анализа физической или логической целостности данных либо в результате анализа эксплуатационных характеристик.

АБД для каждого из возможных случаев должен выработать стратегию реорганизации. Обычно применяют следующие стратегии.

Реорганизация на месте. Все запросы пользователей блокируются на время проведения реорганизации. После ее завершения пользователям вновь разрешается доступ к БД. Это достаточно опасная стратегия, так как существует вероятность потерять данные. Кроме того, эта стратегия мо-

жет осуществляться только опытным администратором базы данных.

Реорганизация путем выгрузки и загрузки. Работа пользователей останавливается, ядро СУБД работает в автономном режиме. Данные выгружаются, реорганизуются и вновь загружаются. Эта стратегия надежна с точки зрения опасности потерь данных. Недостаток — требуется много ресурсов и времени для реализации.

Реорганизация приращениями. Эта стратегия не предусматривает остановки работы пользователей (запуск ядра СУБД в автономном режиме), а выполняется по мере ссылок на элемент данных. При этом необходимая реорганизация протекает приращениями, когда пользователь ссылается на какую-нибудь единицу данных в БД. Такая реорганизация обычно производится ядром СУБД в процессе работы.

Реорганизация, параллельная с эксплуатацией. В данной стратегии не требуется запуск ядра СУБД в автономном режиме. При этом пользователь имеет доступ к реорганизованной части БД, в то время как один или более процессов реорганизации осуществляют модификацию БД либо на месте, либо путем загрузки и перезагрузки. Такая реорганизация требует осторожности со стороны АБД.

АБД должен оценить необходимость реорганизации, наилучший момент ее проведения и определить ее стратегию. АБД непосредственно осуществляет реорганизацию с помощью средств СУБД или специально разработанного программного обеспечения. Учитывая высокую стоимость реорганизации (с точки зрения возможного простоя и требуемых ресурсов), задача администратора базы данных проектировать БД так, чтобы необходимость реорганизации была минимальной.

6.5.2. Восстановление БД

Восстановление БД — это процесс возвращения БД в состояние, утраченное в результате сбоя или отказа [1]. Существует множество различных сбоев и отказов, способных повлиять на функционирование БД. Каждый из них может привести к потерям данных или их целостности. Соответственно для

каждого из них требуются определенные виды восстановления данных. Можно сказать, что восстановление БД — это защита от потерь методом создания резервных копий и восстановления данных по ним.

Любая СУБД предоставляет средства (утилиты), позволяющие копировать на внешние носители (жесткие диски или магнитные ленты) БД и ее журналы транзакций. Делается это через установленные интервалы времени. Периодичность копирования должна совпадать с финансовой отчетностью предприятия. Это необходимо для того, чтобы восстановление данных было возможно при воздействии ошибки прикладной программы (неверных входных данных) на состояние последней правильной финансовой информации. Обычно АБД делает недельные, месячные, квартальные и годовые копии БД.

Кроме того, АБД может проводить ежедневное копирование. Однако следует учесть, что это длительная процедура. В документации по СУБД обычно подчеркивается, что средства копирования позволяют осуществлять его без прерывания работы прикладных программ (не останавливая ядро СУБД). При использовании администратором базы данных такого режима работы может произойти потеря целостности данных в полученных копиях из-за проводимых в момент копирования операций обновления. Поэтому администратору базы данных следует копировать не всю БД сразу, а *отдельные* ее множества по отдельным расписаниям или только данные, подлежащие частым изменениям.

Перед любым резервным копированием АБД должен проводить тестирование соответствующих множеств БД на целостность с помощью утилит СУБД. Если тестирование имеет отрицательный результат, копирование проводить нельзя, так как получится не резервная копия, а копия разрушенной информации. В этом случае администратору базы данных следует не проводить резервное копирование, а восстанавливать из доступных копий данные на последний возможный период времени.

Подчеркнем, что процесс восстановления БД средствами СУБД отличается от процесса восстановления данных средствами операционной системы. При использовании утилит операционной системы системный администратор не разби-

рается с вопросом целостности данных, а копирует/восстанавливает все данные на конкретном носителе, не оценивая, на сколько они непротиворечивы.

С учетом перечисленных причин возникновения отказов выделяют три типа восстановления БД.

Аварийное восстановление происходит в двух случаях.

Во-первых, если что-то произошло со средой хранения данных (media failor), АБД восстанавливает данные по последней копии на другом носителе (жестком диске), которую он сливает с журналом транзакций.

Во-вторых, если произошел сбой по питанию, либо произошло прерывание работы ядра СУБД, либо прерывание работы операционной системы. В этом случае ядро СУБД производит автооткат транзакций и само обеспечивает восстановление. Но АБД должен учесть, что при совместном прерывании операционной системы и СУБД, обе системы производят автооткат и транзакция СУБД не идентична транзакции операционной системы [49]. В этом случае может быть разрушена целостность БД, и администратору базы данных придется восстанавливать ее с помощью последних копий и журналов транзакций.

Восстановление предыдущей версии данных, например, откат на версию месячной давности согласно резервной копии, проводится из-за обнаруженных ошибок данных.

Восстановление с повторением транзакций. Проводится откат на старую версию согласно резервной копии и повтор транзакций согласно журналу транзакций. АБД может осуществлять это при обнаружении потери целостности данных утилитами тестирования целостности.

В любом случае процедуры копирования и восстановления БД крайне ответственны и требуют от администратора базы данных продуманного и подготовленного подхода. Все возможные в организации стратегии восстановления [17] и действия должны быть подготовлены АБД заранее, до возникновения ситуации восстановления. При этом профессионалы всегда говорят, что есть три способа восстановления: резервное копирование, резервное копирование и резервное копирование (backup, backup, backup).

Дополнительная информация

1. www.ibm.com
2. www.oracle.com
3. www.sql.ru
4. www.ibmdatabasemag.com
5. www.db2portal.com

Контрольные вопросы

1. Каковы задачи администрирования данных и администрирования БД?
2. Каковы действия по инсталляции СУБД?
3. Зачем АБД задает параметры запуска ядра СУБД?
4. На что влияет коэффициент свободного пространства?
5. Зачем нужен параметр очистки буферного пула
6. Зачем нужен мониторинг СУБД администратору системы?
7. Какую статистику необходимо собирать АБД по БД в целом? По запросам приложений? По отдельным отношениям БД?
8. Что означает аббревиатура AAA в контексте мер защиты от несанкционированного доступа?
9. Каковы стратегии реорганизации БД, применяемые администратором базы данных?
10. Почему перед копированием БД АБД должен производить тестирование множеств БД на целостность?

Глава 7

ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИС К УЗЛУ ОПЕРАТОРА СВЯЗИ

Практически любая ИС имеет потребность в получении информации извне. Эта информация может поступать от подразделений компании, находящихся на определенном расстоянии друг от друга, от контрагентов (клиентов или поставщиков компании) либо от удаленных пользователей. Источником информации может быть так же Интернет. Для ее получения администратор системы должен воспользоваться услугами операторов связи, что, в свою очередь, требует подключения ИС к узлу какого-либо оператора. При этом администратор системы должен учитывать, что пользователям ИС необходимы современные аппаратные средства передачи данных и современные каналы связи.

Операторы связи используют для передачи данных (ПД) специализированные и неспециализированные сети ПД, в частности телефонные сети общего пользования (ТФОП). Несмотря на то что сеть ТФОП предназначена для передачи аналоговых сообщений, с помощью технологий ISDN и xDSL ее линии можно использовать для цифровой передачи данных. Для подключения ИС к узлу связи оператора, предпочтительно использовать выделенные линии, поскольку они обладают необходимыми для передачи данных характеристиками.

Выделенная линия — это линия, выделенная для передачи данных, с широкой полосой пропускания. Не следует путать выделенную линию с частной линией. *Частная линия* — это линия, выделенная в пользование только конкретному абоненту на определенное время.

Администратор системы должен выбрать оператора связи, который может предоставить необходимую для ИС услугу передачи данных с заданными характеристиками. При этом необходимо учитывать, что процесс присоединения к узлу оператора связи может потребовать ряд строительных и проектных работ, а так же ряд согласований. Например, проклад-

ку оптоволоконного кабеля (если не существует кабельной системы), установку дополнительной аппаратуры на узле связи (если у оператора нет аппаратуры на данном узле связи для обеспечения необходимой услуги передачи данных). То есть, администратор системы должен понимать, что процесс присоединения ИС к узлу связи оператора может быть длительным, затратным и требующим согласований в ряде инстанций.

Основным вопросом при подключении ИС к узлу оператора связи является организация связи на участке от ИС до узла связи оператора.

Средства, необходимые для подключения абонента (в данном случае корпоративной ИС) к узлу оператора связи, называют «последней мией». Они включают в себя кабельные системы (médные или современные оптоволоконные), аппаратные средства (мультиплексоры, модемы, конвертеры и другие устройства) на узле оператора связи и на стороне ИС, беспроводные средства передачи данных на отрезке от узла оператора связи до узла ИС.

Организация последней мили является проблемой оператора фиксированной связи или кабельного оператора. Но в силу ее сложности и ответственности за конечный результат служб администратора системы последние не могут не участвовать в этом процессе. Они должны согласовать с оператором связи выбор типа последней мили (médная кабельная система, оптоволоконная кабельная система или беспроводное решение). Кроме того, необходимо согласовать с оператором связи аппаратные и программные средства для реализации передачи данных со стороны ИС. Эти средства и параметры их настройки должны соответствовать средствам, имеющимся у оператора связи, и должны быть указаны в технических условиях (или иной документации) на подключение ИС к узлу связи оператора.

В данной главе рассматриваются способы подключения ИС к узлу оператора связи (способы организации последней мили) на основе использования: медного кабеля (разд. 7.1) и неограниченных сред (разд. 7.2). Оптоволоконные технологии излагались в главе 3. В разделе 7.3 рассматриваются непосредственно действия администратора системы по подключению ИС к узлу оператора связи.

7.1. Организация последней мили на базе медных кабелей («старой меди»)

7.1.1. Технология ISDN

Основным «потребителем» медных пар на участке от абонента до узла связи является ТФОП. Для передачи данных по ТФОП (PSTN) и превращения ее в цифровую сеть используют серию стандартов ISDN (Integrated Services Digital Network — цифровая сеть с интеграцией служб), которые стандартизируют объединение терминалов, компьютеров, телефонов, видео, голоса. Фактически в узлах операторов связи установлены мультиплексоры, а у абонентов — ISDN-терминалы или ISDN-телефоны. Между ними организованы каналы передачи данных. Пользователям предоставляется канал ISDN (ISDN-pipe) для передачи информации в режиме коммутации каналов или коммутации пакетов. Канал ISDN может передавать несколько стандартных комбинаций мультиплексированных каналов для получения различной пропускной способности. Этим комбинациям, присвоены различные наименования (A, B, C и пр., рис. 7.1) [32, 52].

Характеристика комбинаций каналов в ISDN

Канал MUX A — 4КГц, аналоговая телефония

Канал MUX B — 64 Кбит/с, цифровые данные

Канал MUX C — 8 или 16 Кбит/с, передача управляющего цифрового сигнала



Рис. 7.1. Комбинации каналов в ISDN

Канал MUX D — 16 или 64 Кбит/с, передача управляющего цифрового сигнала

Канал MUX E — 64 Кбит/с, цифровой канал с сигнализацией ISDN

Канал MUX H — 384 или 1536 или 1920 Кбит/с

Основным компонентом любой линии ISDN является односторонний (bearer) или В-канал с пропускной способностью 64 Кбит/с. Для увеличения пропускной способности В-каналы группируются по два и более каналов. Для передачи служебной информации, сообщений сигнализации в состав такой группы всегда включается D-канал (установление и разрыв соединения и пр.). В-каналы используются в режиме коммутации каналов, D-канал — в режиме коммутации пакетов. Пользователю обычно доступна только общая пропускная способность каналов В.

ITU-T стандартизировал три комбинации каналов для предоставления в качестве сервиса абонентам. Укажем две из них, получившие широкое распространение:

BRI — базовый доступ (basic rate). Комбинация из двух каналов типа В и одного канала типа D (16 Кбит/с). Эта комбинация каналов обозначается 2B + D, используется, например, для расширения услуг, предоставляемых городской АТС (переадресация вызовов, конференц-связь, удержание вызова и пр.).

PRI — первичный доступ (primary rate). Комбинация из 30 В-каналов (Европа) и одного D-канала (64 Кбит/с) — 30B + D. Или комбинация из 23 В-каналов (США, Япония) и одного D-канала (64 Кбит/с) — 23B + D. Соответственно в Европе — это линия со скоростью 2048 Кбит/с (E1-канал), а в США — 1544 Кбит/с (T1-канал). Каналы с такой пропускной способностью используют, например, для подключения корпоративных АТС (PBX) к городским. Многие современные офисные АТС имеют интегрированные устройства сопряжения с оборудованием ISDN.

Стандарты ISDN отличаются реализациями в различных странах. До сих пор разработка стандартов не завершена и, с точки зрения авторов, завершена не будет из-за появления новых технологий. Запрос администратором системы у оператора связи ISDN-канала может вызывать затруднение из-за того, что современные операторы связи не всегда предоставляют такую услугу.

7.1.2. Технология xDSL (Digital Subscriber Line)

Линия ISDN требует коротких расстояний между регенераторами, одностороннюю передачу по каждой паре, определенные переходные затухания в используемых кабелях, линейные эквалайзеры [61]. Ее организация занимает довольно много времени у операторских компаний. В 1990 г. корпорацией Bell была разработана новая технология HDSL, призванная заменить технологию ISDN в области передачи информации по кабельным системам. В системе HDSL была применена 4-уровневая амплитудно-импульсная модуляция PAM, называемая иначе 2B1Q, полнодуплексная передача по каждой паре, нелинейные эквалайзеры, которые не усиливают шум, адаптивные фильтры и эхоподавление. Таким образом, стала возможна передача информации со скоростью до 2 Мбит/с на расстояние до 2 км [61, 26]. Рассмотрим архитектуру xDSL (рис. 7.2).

В узле связи оператора устанавливается DSLAM-цифровой мультиплексор, а у пользователей ИС — xDSL-модемы (или маршрутизатор с xDSL-модемом, если присоединяется сеть пользователей). В xDSL-устройстве на стороне пользователя

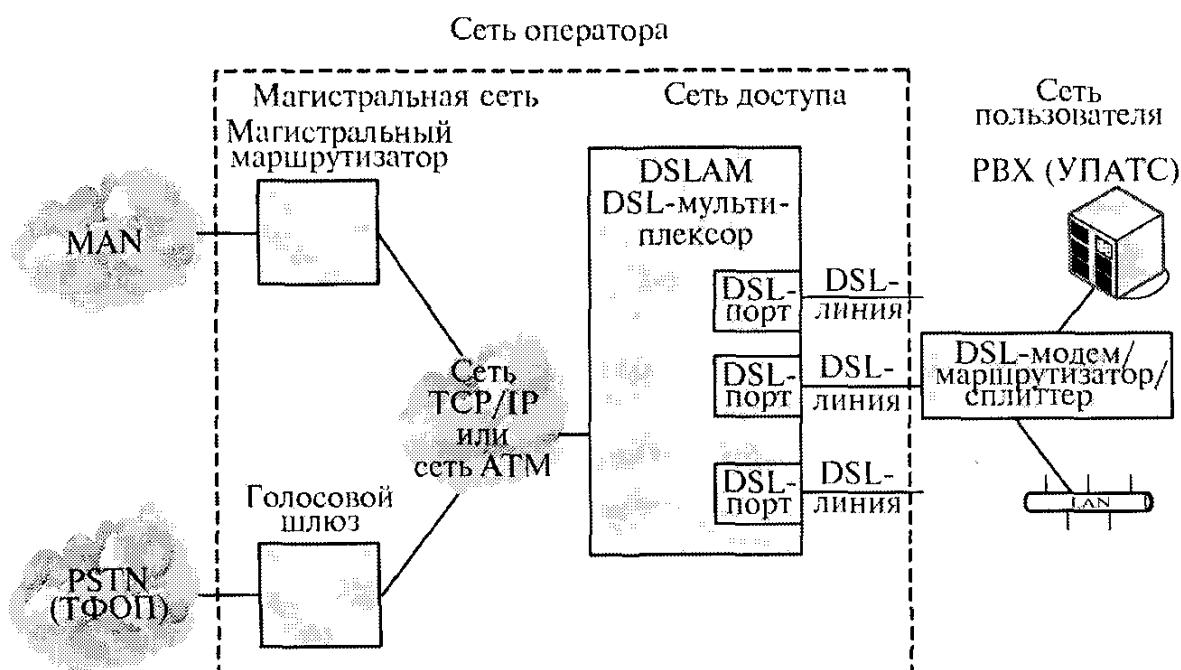


Рис. 7.2. Архитектура сети xDSL-доступа

может находиться фильтр (splitter), который позволяет выделить голосовой сигнал и передать его на телефон или небольшую телефонную станцию (УПАТС, РВХ). Соединение пользовательского оборудования с оборудованием оператора связи производится по обычным медным телефонным линиям. Мультиплексор преобразует полученный сигнал 1-го уровня OSI в пакет IP, ATM или SDH и отправляет его устройству уровня 3/4 (маршрутизатору, коммутатору или шлюзу). Далее информация передается, например, в городскую сеть передачи данных (MAN) [4, 52].

Проблемы xDSL. В США, где разрабатывались первые виды DSL, существует три обычно определяемых длины «последней мили», которые различаются сопротивлением и диаметром кабеля, и, соответственно, три вида соглашений о сервисе, предоставляемом операторами связи. Согласно этим правилам длина линии от абонента до узла связи может быть в пределах 2 км (зона DA), 3–4 км (зона CSA) или 6 км (зона RRD). Различные виды DSL разрабатывались для предоставления высокоскоростного доступа в различных зонах. Например, технология HDSL2 предназначена для работы на расстояниях зоны CSA.

В связи с тем, что передача сигнала ведется на высоких частотах ($f = 200\ldots400$ кГц), возникает межсимвольная интерференция, практически стирающая разницу между уровнями сигнала. Существуют два способа борьбы с этой проблемой (без понижения скорости передачи), которые в комбинации применяются в действующих системах [61]:

- передача на единичном интервале цифрового сигнала нескольких бит при допустимой с точки зрения помехоустойчивости скорости (специальные виды кодирования сигнала);
- использование эквалайзеров, исправляющих импульсы сигнала по шаблону.

Первый вариант применяется в модуляции DMT (в ADSL и VDSL), второй вариант — во всех DSL-системах. При этом в ADSL используются линейные эквалайзеры, а в технологии HDSL2 — нелинейные эквалайзеры (Tomlinson precoding) и решетчатые коды (trellis codes) [61].

В технологии xDSL применяют не только модуляцию DMT (Digital Multi Tone), но и CAP, 2B1Q, DWMT, QAM, SDMT. Под-

робное их описание приведено в [26, 32, 52]. Следует отметить, что модуляция CAP применяется в SDSL, HDSL; модуляция DMT (ANSI стандарт T1.413) — в устройствах ADSL и VDSL; метод кодирования 2B1Q реализован отдельными производителями в HDSL.

Одним из факторов, ограничивающих дальность и скорость цифровой передачи, является флуктуационная помеха (шум). Различают две составляющие шума при передаче цифровых сигналов по кабелю: переходное влияние пар на ближнем конце (NEXT) и переходное влияние пар кабеля на дальнем конце (FEXT). Заметим, что FEXT оказывает меньшее влияние, чем NEXT [36, 45, 61].

Электромагнитные наводки от множества источников (например, АТС) вызывают появление импульсных помех. Кроме того, при передаче и приеме сигнала по линии в одном и том же частотном спектре возникает необходимость подавления эхосигнала собственного передатчика (*self-NEXT*). Различные виды DSL предназначены для борьбы с этими проблемами. Для надежной работы в тяжелых условиях с высокими значениями NEXT, FEXT и эхоподавлением используется ISDN (RRD-зона) и HDSL (CSA-зона). Если передача и прием сигнала осуществляются в разных частотных спектрах (нисходящий и восходящий потоки, ассиметричная передача), то можно обойти проблемы эха и работать в среде, ограниченной только FEXT. Это реализовано в ADSL, VDSL, HDSL2. Перечисленные технологии принято называть FEXT — ограниченный DSL. Поэтому, например, ADSL позволяет иметь большие скорости в одном направлении на больших расстояниях, чем NEXT- и эхограниченные системы. Но FEXT-ограниченные виды DSL, действию импульсных помех. При этом смесь наводок может создать шум на достаточно широком диапазоне частот и сильно ухудшить работу DSL-систем, основывающихся на несимметричных частотных планах. Это возникает в ADSL, VDSL, HDSL2, но не бывает в ISDN- и HDSL-системах [26, 61]. Характеристики наиболее известных видов DSL приведены в [26].

Администратору системы следует учесть, что HDSL-системы используют две пары кабеля, а остальные виды DSL — одну пару.

Из-за различных диапазонов частот, в которых работают разные виды DSL, и ряда других причин возникают проблемы с совместимостью DSL-технологий в одном кабеле. Следует отметить, что согласно спецификациям ADSL и RADSL совместимы с HDSL, ISDN и другими видами ADSL, но несовместимы с передачей данных по каналам E1/T1 [61]. Поэтому администратору системы совместно со службами оператора связи необходимо тестировать предоставляемые линии связи.

Разработаны новые виды DSL — это ADSL2+ и VDSL2. Они призваны решить проблему передачи видео. При разработке технологий исходили из требований высокой скорости на нисходящем потоке и относительно небольшой скорости на восходящей линии. Таким образом, для передачи и приема используются разные каналы, причем для абонента входящий поток обладает гораздо большей пропускной способностью, чем исходящий. Устройствами ADSL2+ задействуются два спектра частот (вверх и вниз), комбинация видов модуляции DMT и QAM, треллис-кодирование и мультиплексирование сигналов, использующих 256 несущих частот. На расстояниях до 4 км скорость передачи достигает 2,2 Мбит/с для нисходящего потока. Устройства VDSL2 на части последней мили (за 2 км от пользователя) используют в качестве кабельной системы оптоволокно и вынесенный оператором в эту точку DSLAM (DSL-мультиплексор). До этого места последней мили передача ведется по кабелю с медными жилами. На расстояниях до 2,4 км медный кабель обеспечивает скорость, соответствующую оптоволокну — 100 Мбит/с симметрично. Достигается это за счет DMT-модуляции, треллис-кодирования, мультиплексирования сигналов с 4096 несущими частотами и, соответственно, множеством спектров частот для восходящих и нисходящих потоков.

Для ISDN ITU-T (МСЭ-Т) разработана серия стандартов I. Свойства xDSL определяются стандартами серии G — системы и среды передачи для цифровых сетей. Так, новые виды VDSL2 и ADSL2+ определяются стандартами G.992.5, G.992.3, G.992.4, с которыми следует ознакомиться администратору системы в случае использования этих технологий.

7.2. Организация последней мили с использованием неограниченных сред

В тех случаях, когда отсутствует техническая или финансовая возможность организовать последнюю милю с помощью медных или оптоволоконных систем, администратору системы следует использовать неограниченные среды и различные беспроводные средства передачи. Кратко охарактеризуем их возможности [26, 62].

Микроволновая передача данных. Микроволновые системы передачи данных существуют в двух вариантах — спутниковые и наземные. Последние организуются, например, с помощью двух параболических антенн на крыше зданий, работают в нижней части гигагерцового диапазона и в условиях прямой видимости. Микроволновые системы являются дешевыми и высокоскоростными. Но они чувствительны к интерференциям, прослушиваниям, атмосферным явлениям.

Лазерная передача данных. Лазерная передача осуществляется с помощью узкого пучка света, генерируемого лазером. Система работает на более высоких частотах, чем микроволновая передача, и является более узконаправленной. В качестве излучателей используют лазеры, а в качестве приемников — фотодиоды. Лазерная передача устойчива к интерференциям, прослушиваниям, но сильно зависит от атмосферных явлений и работает на коротких расстояниях в условиях прямой видимости.

Инфракрасная передача данных. Для передачи используются инфракрасные диоды и фотодиоды с частотой выше 1000 ГГц. Скорости передачи данных близки к оптоволоконным системам, но перекрываемое расстояние не превышает 25 м при прямой видимости.

Радиопередача данных. Под радиопередачей понимают передачу данных в диапазоне частот от 3 МГц до 3 ГГц. Радио системы широко распространены, имеют низкую стоимость и применяются для мобильных технологических приложений, радио (FM-передаваемый диапазон частот до 15 кГц), телевидения (передаваемый диапазон частот до 6 МГц). Скорости передачи данных относительно невысокие, и передача чувствительна к помехам и прослушиваниям.

Беспроводные сети (wireless). Этот вид передачи данных осуществляется в ISM-диапазоне. ISM-диапазон (ISM — Industrial, Scientific and Medical) — это частоты, которые были зарезервированы разработчиками (правительственными органами США в 1985 г. в гражданских целях и в 1950 г. в военных целях) для решения индустриальных задач (диапазон 902—928 МГц), научных задач (диапазон 2400—2483 МГц) и медицинских (диапазон 5725—5850 МГц) задач. Передача данных осуществляется с помощью широкополосного, шумоподобного сигнала. В каждой сети есть свой уникальный код такого сигнала (реализуется с помощью чипа), позволяющий работать в данном регионе только тем, кто имеет такой же чип. Этот код (расширяющая псевдослучайная последовательность) добавляется к любому сообщению.

Каждое сообщение может передаваться в диапазоне спектра частот (spreading spectrum), которые могут быть несущими (spread sequence). Передающие устройства работают со скачкообразной псевдослучайной перестройкой частоты (hops). При получении сигнала из других таких сетей в данной сети он воспринимается как шум. Для беспроводных локальных сетей и решений последней мили утверждены, соответственно, стандарты IEEE 802.11x и 802.16x (технологии Wi-Fi и Wi-MAX). Диапазон используемых частот Wi-MAX расширен до 11 ГГц, скорость — до 135 Мбит/с, а радиус действия до — 50 км. В настоящее время Wi-MAX является часто используемой беспроводной технологией последней мили.

Но при решении воспользоваться беспроводными технологиями, следует учитывать, что большая часть спектра частот используется лицензированными пользователями, такими как провайдеры услуг связи, правительственные организации, военные организации (например, в целях управления авиаполетами или обороны). Выделением частот занимаются правительственные органы. Стоимость аппаратуры и реализованные на ней технологии зависят от используемого диапазона частот.

Администратор системы должен понимать, что его желание применять беспроводную технологию в данном конкретном месте с нужными ему параметрами (скоростью передачи данных) может быть неосуществимо из-за занятости диапазона частот. Кроме того, среда распространения электромагнитных волн может оказывать неблагоприятное воздействие на их энергию. После того как электромагнитные волны начинают

распространяться от передающей антенны к принимающей, на них воздействуют атмосфера, физические процессы и географические особенности местности [26]. К факторам, которые надо учесть администратору системы вместе с оператором связи при применении беспроводных технологий, относятся: потери в атмосфере, дальность прямой видимости, зона Френеля, кривизна поверхности Земли и ряд других [26].

Величина *потери в свободном пространстве* (FSL) является оценкой потерь мощности сигнала на пути к принимающей станции. Это теоретическая величина, при вычислении которой предполагается, что отсутствуют дифракция, рефракция и на пути перемещения волн нет препятствий или рассеивания [26]. Эта величина отражает лишь потери, которые испытывает сигнал при удалении от источника вследствие дивергенции лучей. Она зависит от частоты и дальности передачи сигнала [26]. Существуют FSL-калькуляторы, которые позволяют вычислить значение потери в свободном пространстве и, которыми может воспользоваться администратор системы с помощью Интернета.

Весьма важной характеристикой является и *расстояние прямой видимости* (LOS). Для прямой видимости необходимо, чтобы в так называемой зоне Френеля не было никаких объектов, таких как деревья, дома или поверхность земли. Под *зоной Френеля* понимается область, прилегающая к зоне прямой видимости, в которой распространяются электромагнитные волны после излучения передающей антенной. Эту область надо определить точно, так как вне ее качество сигнала резко падает из-за дополнительного ослабления.

Теоретически количество зон Френеля бесконечно, но на практике рассматривается только первая зона Френеля. Эти зоны имеют эллипсоидальную форму и располагаются вдоль маршрута прямой видимости (LOS). В первой зоне Френеля необходимо, чтобы большая часть имеющейся энергии достигла принимающей антенны, несмотря на ожидаемые потери в свободном пространстве. Для передачи максимального количества энергии необходимо, чтобы препятствия распространению волн занимали не более 40% LOS. Нужно также учесть кривизну Земли, которая является следствием того, что Земля представляет собой эллипсоид. Совместный эффект этих двух факторов часто требует антенны максимальной высоты [26].

Таким образом, администратор системы совместно с оператором связи и, возможно, с внешней компанией (аутсорсинг) должны найти способ добиться того, чтобы зона Френеля была достаточно свободна от препятствий, и учесть кривизну Земли. Возможно, при этом придется поднять антенну на мачту и проанализировать географические особенности местности, выбрав подходящий маршрут распространения сигнала.

7.3. Действия администратора системы по подключению к узлу оператора связи

Для подключения ИС к узлу оператора связи администратор системы должен осуществить следующие основные мероприятия:

- определить наличие различных операторов фиксированной связи на ближайшем к ИС узле связи городской телефонной сети (ГТС);
- выявить возможности передачи данных и наличие свободных каналов последней мили от узла оператора до узла ИС;
- установить возможности какого-либо из операторов, находящегося на ближайшем узле связи (тарифы, наличие у него последней мили до узла ИС), которые устраивают администратора системы; необходимо получить от данного оператора технические условия на подключение (либо соответствующую проектную документацию) и согласовать схемы организации связи;
- если последней мили не существует, а другие условия устраивают администратора системы, необходимо выявить вместе с оператором связи возможность и стоимость организации последней мили;
- если организация последней мили невозможна по техническим причинам или нерентабельна, администратор системы должен обратиться к другим операторам, имеющим свои точки присутствия в данном регионе (уже не на узле связи ГТС), и выявить перечисленные выше условия у них; организация последней мили в беспроводном варианте должна осуществляться в случае невозможности ее реализации по медным или оптоволоконным линиям связи;

-
- после получения технических условий от оператора на присоединение и организации последней мили необходима установка и настройка аппаратуры и программного обеспечения на узле ИС согласно требованиям оператора, например установка соответствующих требованиям оператора модемов и маршрутизаторов и настройка программного обеспечения маршрутизаторов.

Рассмотрим подробнее задачу подключения и настройки оконечного оборудования. Из перечисленных мероприятий эта проблема в большей степени требует самостоятельных действий администратора ИС, например при установке и настройке маршрутизатора ИС [8, 39, 40, 41], использующего в качестве сетевого протокола передачи данных протокол IP. Для этого необходимо:

1. Подключить маршрутизатор ИС к общей сети передачи данных оператора связи.

Подключение и настройка маршрутизатора обычно осуществляются службами сопровождения оператора связи. Эти службы задают базовые настройки, включающие в себя: имя маршрутизатора, имена администраторов системы, установку часов, уровней доступа пользователей, конфигурацию терминалов управления, конфигурацию интерфейсов, конфигурацию различных протоколов и др. Администратор ИС не должен менять физическую конфигурацию маршрутизатора и какие-либо настройки ОС маршрутизатора без согласования с оператором связи. Это приведет или к ликвидации гарантии на обслуживание маршрутизатора или к ухудшению производительности или и к тому и другому.

2. Получить от оператора связи пул IP-адресов, которые администратор системы сможет использовать в своей системе и распределить IP-адреса между пользователями (создать план адресации). Рассмотрим эту проблему далее.

3. Загрузить, например, DHCP-сервер [8, 39, 40, 41] для подключаемого подразделения, если необходим выход во внешний мир каждого пользователя с использованием индивидуального IP-адреса.

DHCP — сервер (Dynamic Host Configuration Protocol) реализует протокол динамического присвоения IP-адреса устройству из пула адресов. Он входит в качестве программного обеспечения в состав ОС (например, Windows NT) и его установка и настройка не представляет собой сложность для админи-

стратора системы. Надо просто следовать инструкциям, находящимся в документации [33].

4. Выполнить соответствующие настройки операционной системы на рабочих станциях пользователей ИС.

Настройка параметров ОС рабочих станций описана в документации по ОС (например, Windows XP) [33], и администратору системы просто им надо следовать.

Выполнение п. 2 в части создания плана адресации предприятия обычно вызывает затруднение служб оперативного контроля или сетевой поддержки администратора системы. Этот процесс будет рассмотрен подробнее, но администраторам системы следует самостоятельно тщательно изучить вопрос выделения и распределения IP-адресов [21, 22, 40] для крупных корпоративных ИС и обратить особое внимание на разработку политики распределения адресного пространства корпорации, так называемый адресный план.

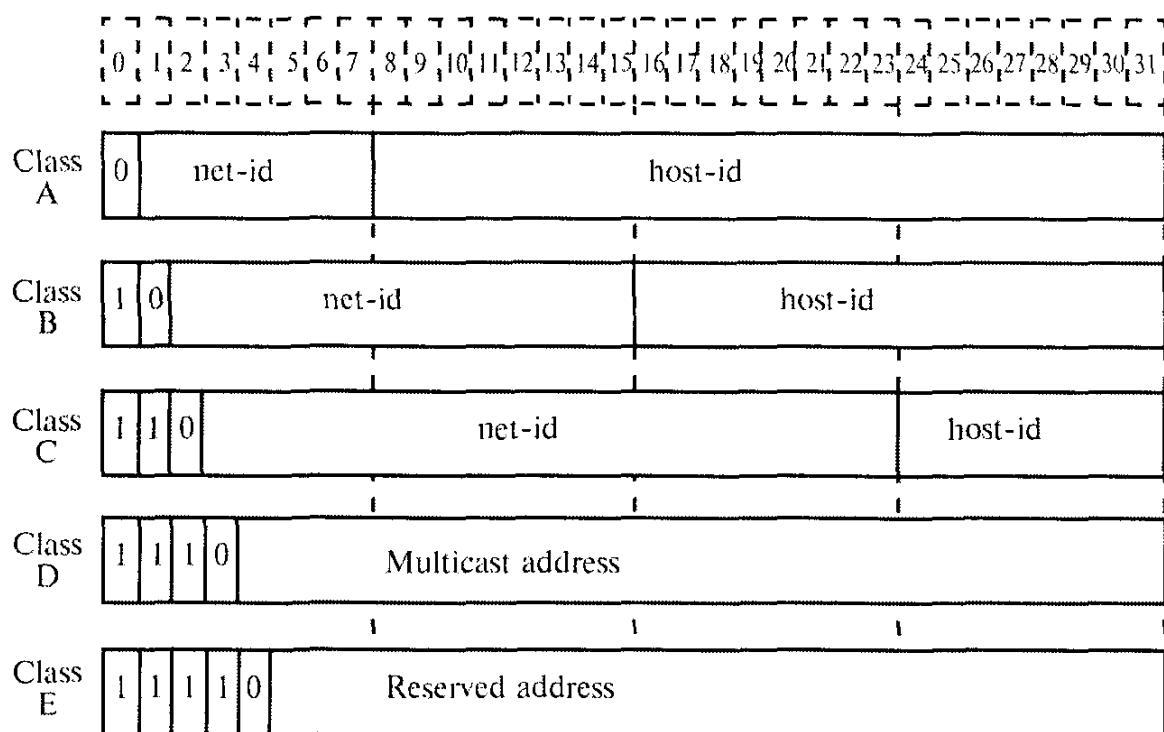
Напомним основные понятия, связанные с IP-адресацией на примере версии IPv4.

7.3.1. Классы IP-адресов (версия IP v.4)

IP адрес — это 32-битный адрес, предназначенный устройствам, которые имеют доступ в Интернет. Эти устройства называют хостами. Это могут быть рабочая станция, сервер, маршрутизатор. Любой, кто хочет иметь присоединение к Интернету, должен получить такой уникальный адрес (или пул адресов) для своего устройства или своей сети. Адреса ведет организация InterNIC Registration Services, Network Solutions. Практически их выдает службам администратора системы оператор связи, к которому присоединяются пользователи ИС для получения доступа к Интернету.

Адрес IPv4 — это 32-битное поле, состоящее из двух частей: адрес (net-id) сети получателя данных и адрес устройства (host-id) получателя данных. Всего существует 5 классов сетей (рис. 7.3).

Адресация Class A нужна, если в сети много хостов. Примером может служить сеть ARPANET. Адресация Class B используется при среднем количестве хостов в сети, адресация Class C при небольшом числе хостов в сети. Class A — адреса присваивались очень давно, а Class B — адреса получить сейчас практически невозможно, эти адреса уже заняты. Class

**Рис. 7.3.** Классы сетей:

net-id — идентификатор сети; host-id — идентификатор хоста;
 multicast address — мультипользовательский адрес;
 Reserved address — резервные адреса

D — адреса зарезервированы для специальных широковещательных сообщений (broadcast), а Class E вообще зарезервированы для дальнейшего использования. Поэтому для обычного использования остаются адреса Class C.

Поскольку записывать адрес в двоичном виде не удобно, его представляют как 4 байта. Каждый байт переводят в десятичное число и разделяют их точками. Например так, как показано в табл. 7.1.

В итоге десятичное представление адреса с точкой выглядит так: 196.220.5.130

Таблица 7.1

Представление числа

| Представление числа | Форма записи | | | | | | | |
|---------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Двоичное | 1100 | 0100 | 1101 | 1100 | 0000 | 0101 | 1000 | 0010 |
| Шестнадцатиричное | C | 4 | D | C | 0 | 5 | 8 | 2 |
| Десятичное | 196 | | 220 | | 5 | | 130 | |

7.3.2. Маски подсетей

Чтобы наиболее эффективно использовать имеющийся ограниченный запас IP-адресов, каждая сеть может быть разделена на подсети меньшего размера согласно RFC 950. Подсети дают адрес подсети внутри сети и адрес хоста внутри подсети. Адрес подсети выделяется администратором из области адресации хостов. Механизм, с помощью которого выделяются подсети, называет маской подсети — это битовая маска, определяющая, какая часть адреса относится к адресу сети, а какая — к адресу хоста в этой сети. Для того чтобы ее определить, все биты адреса сети устанавливаются в «1», а все биты адреса оставшиеся для хоста в «0». Стока бит переводится потом в десятичные значения с точкой, а результат и есть маска подсети. Это показано в табл. 7.2.

Чтобы выделить подсеть, биты хоста должны быть переназначены как сетевые биты посредством деления байта хоста на части. Такой механизм называют заимствованием битов. Процесс деления всегда начинается с крайнего левого бита хоста, положение которого зависит от класса сети.

Помимо повышения управляемости создание подсетей позволяет сетевым администраторам ограничить широковещательные рассылки. Широковещательные пакеты рассылаются всем узлам сети или подсети. Когда широковещательный трафик начинает расходовать значительную часть доступной полосы пропускания канала передачи данных, сетевой администратор должен принять решение об уменьшении широковещательного домена.

Таблица 7.2

Маска подсети

| IP-класс сети | Диапазон адресов Первый байт | Маска по умолчанию | Максимальное количество хостов |
|---------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| Class A | 0—127 | 255.0.0.0 | 16 777 216 |
| Class B | 128—191 | 255.255.0.0 | 65 536 |
| Class C | 192—223 | 255.255.255.0 | 256 |

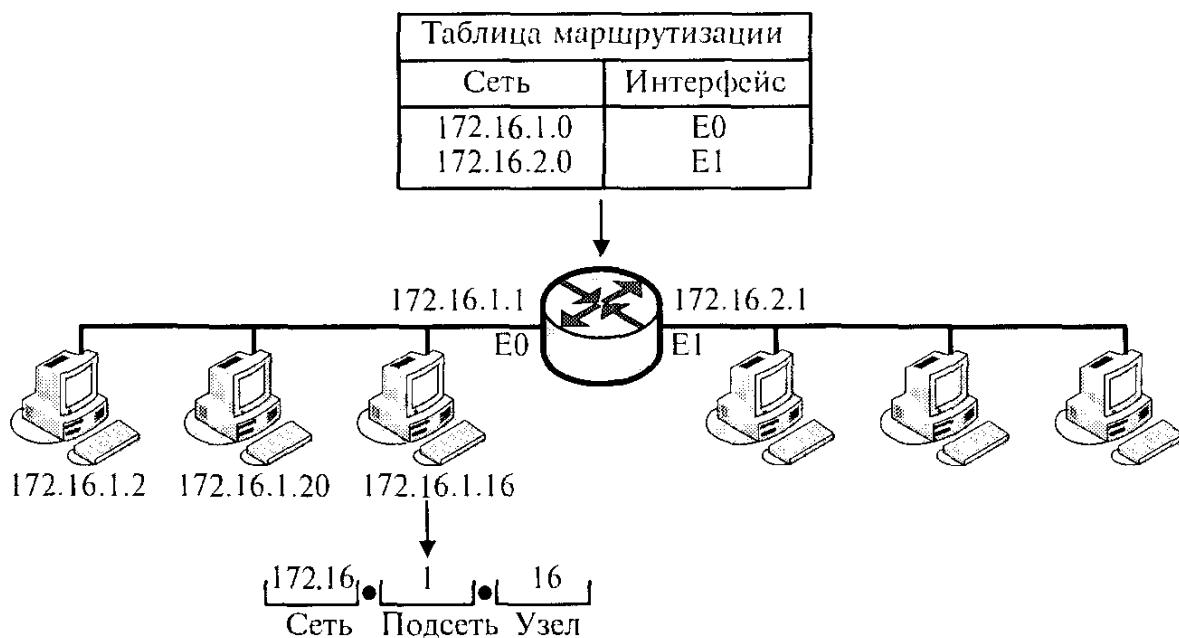


Рис. 7.4. Адреса подсетей

Использование подсетей никак не отражается на том, как внешний мир видит эту сеть, но в пределах организации подсети рассматриваются как дополнительные структуры.

Например, сеть 172.16.0.0 разделена на 4 подсети: 172.16.0.0, 172.16.1.0, 172.16.2.0 и 172.16.3.0. Маршрутизатор определяет сеть назначения, используя адрес подсети, тем самым, ограничивая объем трафика в других сегментах сети (Рис. 7.4).

Сетевые администраторы задают размеры подсетей, исходя из потребностей организации и возможного ее роста.

Администраторам системы следует помнить, что есть определенные соглашения по адресам. Перечислим их:

- биты адреса хоста никогда не устанавливаются во все «0» или все «1». Эти адреса зарезервированы;
- если на месте адреса хоста установлены нули, то это — обращение ко всем хостам в сети, например для сети Class B это выглядит как 145.32.0.0;
- если нули установлены на месте адреса сети, то это — обращение к хосту в сети, например к хосту с адресом 2.3 для сети Class B это выглядит как 0.0.2.3;
- адрес 127.0.0.0 Class A зарезервирован для тестирования. Данные с таким адресом вернутся обратно к передающему устройству. Маршрутизатор или хост не пошлет их в другой сегмент;

- адрес из всех 32 нулей используется хостами при присоединении к сети и инициализации. Он никогда не является адресом назначения. В таблицах маршрутизации коммуникационных устройств он рассматривается как маршрут по умолчанию;
- адрес из всех 32 единиц (255.255.255.255) означает, что это широковещательный пакет для рассылки всем устройствам в сети;
- адрес хоста из всех единиц означает, что этот пакет будет передаваться всем хостам в подсети.

Независимо от класса IP-адреса, последние два бита в последнем байте никогда не могут быть использованы для формирования подсети. Займствование всех доступных битов за исключением двух последних позволяет создать подсеть, которая содержит только два узла. Такой способ используется на практике для адресации последовательных каналов связи «точка—точка» между маршрутизаторами.

Еще одним способом записи маски подсети является способ записи с обратной чертой. Число, указанное после символа обратной черты, представляет собой количество бит, составляющих адрес сети, плюс биты, использующиеся для маски подсети. Данное число также называется префиксом подсети.

Чтобы создать маску подсети, дающую информацию, необходимую для вычисления адреса подсети, которой принадлежит конкретный хост, необходимо выбрать столбец из табл. 7.3 с нужным количеством бит и в качестве значения маски воспользоваться числом строкой выше из того же столбца.

Заметим, что:

- стандартная маска сети Class B, если ни один бит, не заимствован для разбиения сети на подсети, выглядит, как 255.255.0.0;

Таблица 7.3

Два формата записи маски подсети

| Префикс | /25 | /26 | /27 | /28 | /29 | /30 | /31 | /32 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Маска | 128 | 192 | 224 | 240 | 248 | 252 | 254 | 255 |
| Бит | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Значение | 128 | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |

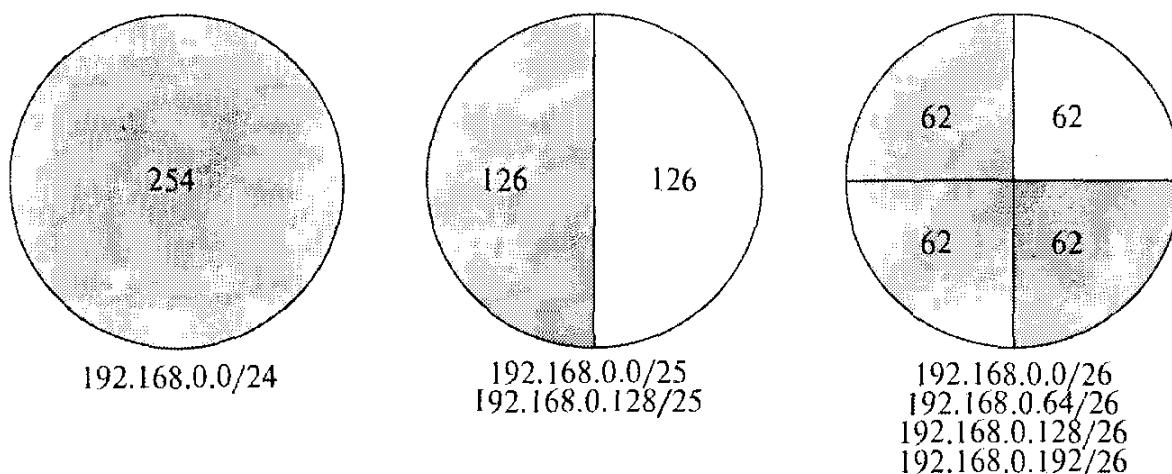


Рис. 7.5. Пример разделения сети класса С на подсети

— в сети Class C используется только 8 бит для поля хоста, следовательно, для задания маски подсети, может быть использовано не более 6 бит;

Каждый раз при заимствовании нового бита из поля хоста количество адресов хостов, которые могут быть назначены, уменьшается вдвое. На рисунке 7.5 приводится пример разделения сети класса С на подсети.

Число адресов для устройств в подсети вычисляется как $2^n - 2$, где n — число бит, выделенное под адресацию устройств. Каждая подсеть имеет два служебных адреса, первый — это адрес подсети, второй — это широковещательный адрес, используемый для обращения ко всем устройствам данной подсети.

Без маски подсети все 8 бит последнего байта используются как поле хоста, следовательно, могут быть использованы 254 ($2^8 - 2$) адреса. Если заимствовать один бит из восьми, поле хоста уменьшится до 7, следовательно, количество хостов в подсети будет равно 126. Если заимствовать два бита, то поле хоста уменьшится до 6, а их количество в подсети будет равным 62.

Необходимо отметить, что изначально маски подсетей были фиксированной длины — FLSM (Fixed Length Subnet Masking). Это означало, что в одной сети все подсети были одинакового размера.

Однако фиксированная длина маски подсети неудобна с точки зрения эффективного распределения адресного пространства. Поэтому для более эффективного использования адресного пространства была разработана технология маски подсети переменной длины — VLSM (Variable Length

Subnet Masking). Данная технология подробно описана в RFC 1219.

Маски подсети переменной длины обеспечивают возможность:

- создания более одной маски подсети в переделах одной сети;
- разбиения на подсети, уже разбитые на подсети группы IP-адресов;
- использования суммированных маршрутов. Например, подсеть 172.16.12.0/22 суммирует все адреса, которые входят в нее, включая подсети 172.16.13.0/24, 172.16.14.0/24 и 172.16.15.0/24.

Суммирование маршрутов производится в таблицах маршрутизации коммутационных устройств. При этом обычно маршрутизаторы применяют механизм иерархического суммирования маршрутов. Благодаря данному механизму одна запись в таблице маршрутизации представляет иерархическую совокупность IP-адресов. Такой механизм обеспечивает использование значительно меньших вычислительных возможностей маршрутизатора, упрощенный поиск и устранение ошибок.

Приведем пример создания адресного плана для подразделения предприятия при присоединении его к центральному офису или к узлу оператора связи. Сделаем этот план иерархическим, перераспределяя оставшиеся при выделении под подразделения адреса.

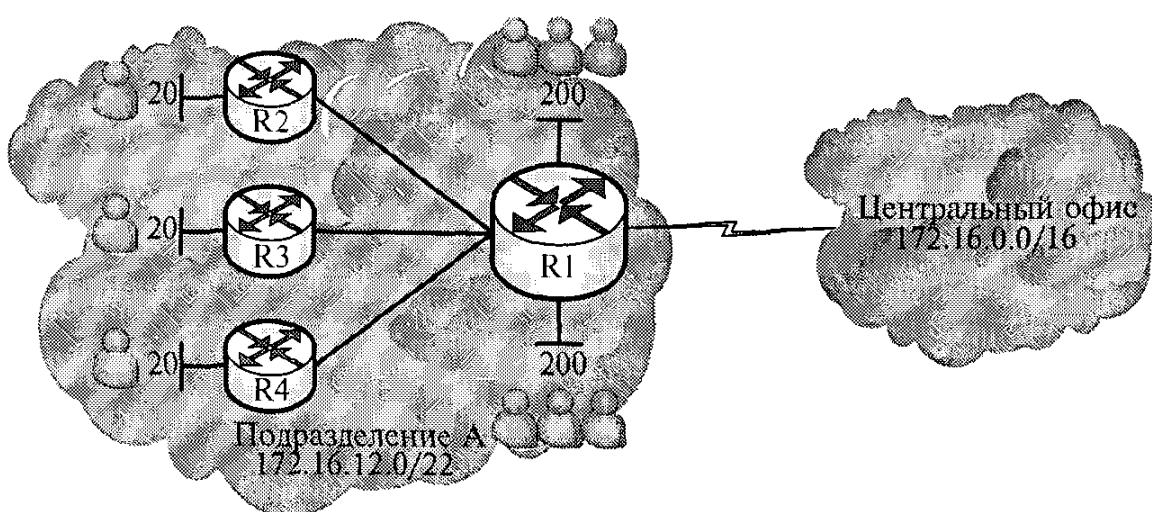


Рис. 7.6. Структура сети передачи данных подразделения А предприятия

Администратором системы или оператором связи для подразделения А был выделен диапазон адресов 172.16.12.0 /22.

Данное подразделение имеет две крупные локальные сети примерно по 200 пользователей каждая, а также три удаленных сети примерно по 20 пользователей. Не следует забывать о том, что для каналов связи до маршрутизаторов удаленных узлов тоже должны быть выделены IP-адреса.

Создание иерархического адресного плана подразделения содержит следующие шаги:

1) Выделение из выделенного адресного пространства адресов для двух локальных сетей на 200 пользователей.

2) Перераспределение оставшегося адресного пространства между тремя сетями по 20 пользователей.

3) Перераспределение оставшегося адресного пространства для адресации каналов связи между маршрутизаторами.

Проведем разделение адресного пространства 172.16.12.0/22.

1. Так как у нас есть две локальные сети по 200 пользователей нам необходимо два блока по 256 адресов. Под локальные сети выделяем подсети 172.16.12.0/24 и 172.16.13.0/24.

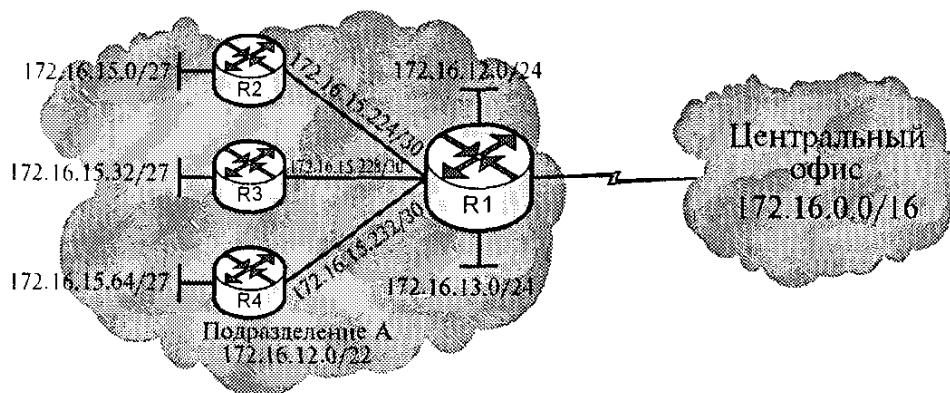
2. Берем последний из оставшихся блоков адресов 172.16.15.0/24 и делим его на блоки по 32 адреса. Получаем подсети для удаленных офисов 172.16.15.0/27, 172.16.15.32/27 и 172.16.15.64/27.

3. Берем последний блок из оставшихся блоков адресов 172.16.15.224/27 и делим его на блоки по 4 адреса для присвоения адресов интерфейсам маршрутизаторов 172.16.15.224/30, 172.16.15.228/30, 172.16.15.232/30.

Получившийся адресный план подразделения А представлен на рис. 7.7.

В больших сетях и в сетях операторов связи помимо иерархического разделения адресного пространства используется и логическое его разделение. Иными словами IP-адреса сетей должны делиться и по виду их применения. Например, сети могут подразделяться на пользовательские, магистральные, сети управления оборудованием и другие.

Кроме того, международные сети должны обслуживать сотни, а то и тысячи сетевых адресов. Поддерживать такой объем сетевых маршрутов в таблицах маршрутизации бывает проблематично для маршрутизаторов. Поэтому операторы связи прибегают к технологии суммирования маршрутов (агрегации



| Адреса подсетей 172.16.12.0/24 | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 172.16.12.0 | 10101100.00010000.00001100.00000000 | Локальная сеть I |
| 172.16.13.0 | 10101100.00010000.00001101.00000000 | Локальная сеть I |
| 172.16.14.0 | 10101100.00010000.00001110.00000000 | Резерв |
| 172.16.15.0 | 10101100.00010000.00001111.00000000 | Удаленные узлы |

| Адреса подсетей 172.16.15.0/27 | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 172.16.15.0 | 10101100.00010000.00001110.00000000 | Удаленный узел R1 |
| 172.16.15.32 | 10101100.00010000.00001110.00010000 | Удаленный узел R2 |
| 172.16.15.64 | 10101100.00010000.00001110.00100000 | Удаленный узел R3 |

| Адреса подсетей 172.16.15.224/30 | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|--------|
| 172.16.15.224 | 10101100.00010000.00001110.11000000 | R1-R2 |
| 172.16.15.228 | 10101100.00010000.00001110.11001000 | R1-R3 |
| 172.16.15.232 | 10101100.00010000.00001110.11010000 | R1-R4 |
| 172.16.15.236 | 10101100.00010000.00001110.11011000 | Резерв |
| 172.16.15.240 | 10101100.00010000.00001110.11100000 | Резерв |
| 172.16.15.244 | 10101100.00010000.00001110.11101000 | Резерв |
| 172.16.15.248 | 10101100.00010000.00001110.11110000 | Резерв |
| 172.16.15.252 | 10101100.00010000.00001110.11111000 | Резерв |

Рис. 7.7. Адресный план подразделения А

маршрута), представляя ряд сетевых адресов как одиночный итоговый адрес.

Не будем рассматривать последние вопросы подробнее, так как в этой главе не обсуждаются вопросы администрирования сетей операторов связи.

С понятием классов адресов связано понятие классовых и бесклассовых протоколов маршрутизации. Когда разрабатывались протоколы маршрутизации, использующие классы адресов (классовые протоколы), сети передачи данных были маленькими, скорость магистральных каналов связи низкой, обновления маршрутной информации незначительными, маршрутизаторы не имели вычислительных ресурсов для обработки маршрутной информации о каждой подсети.

Классовые протоколы маршрутизации не содержат в обновлениях маршрутной информации информацию о подсетях. Поскольку маршрутная информация не содержит информацию о подсетях, то маршрутизатор делает предположение о маске подсети по адресу сети, пришедшему в сообщении об обновлении. Такое предположение основывается на классе IP-адреса. После получения пакета с обновлением маршрутизатор, чтобы определить сетевую составляющую IP-адреса, делает следующее:

- если обновление маршрутизации содержит тот же адрес сети, что настроен на интерфейсе, на который пришло обновление, маршрутизатор добавляет к маршруту маску подсети, определенную для интерфейса при конфигурации;
- если обновление содержит адрес сети отличный от настроенного на интерфейсе, маршрутизатор назначает адресу сети стандартную маску для класса, к которому принадлежит адрес сети.

Все подсети сети Class A, B или C при использовании классового протокола маршрутизации должны иметь ту же маску подсети. Когда производится деление на подсети адресного пространства для классовых протоколов маршрутизации, используются маски подсетей фиксированной длины FLSM. Администратор системы должен помнить, что при несоблюдении этого маршрутизатор может неправильно назначать маску подсети для полученных маршрутов.

Еще одним недостатком классовых протоколов маршрутизации является автоматическое суммирование маршрутов при переходе через границу сети.

Бесклассовые протоколы маршрутизации разрабатывались, чтобы снять ограничения, которые накладывали классовые протоколы маршрутизации. К бесклассовым протоколам относятся такие протоколы, как RIP v2, EIGRP и OSPF.

При использовании бесклассовых протоколов маршрутизации применяется технология VLSM, подсети одной сети могут иметь маски переменной длины. Таблицы маршрутизации также содержат маршруты с указанием масок подсетей. При обработке трафика в качестве маршрута, по которому он будет отправлен, выбирается маршрут с наибольшим совпадением префикса сети и действует принцип наибольшего совпадения маршрута.

В бесклассовых протоколах маршрутизации процесс суммирования маршрутов можно контролировать вручную, создавая суммарные маршруты в ключевых точках сети, причем можно суммировать по любому количеству бит в пределах адреса. Ручное суммирование маршрутов может уменьшить размер таблиц маршрутизации.

Операторами связи применяется целый ряд технологий маршрутизации для работы специальных внешних протоколов, например протокола BGP. В частности, бесклассовая междоменная маршрутизация CIDR (Classes Inter-Domain Routing) представляет собой механизм, разработанный для решения проблемы истощения IP-адресного пространства и роста размеров таблиц маршрутизации. Замысел CIDR-маршрутизации заключается в комбинировании или агрегировании в блоки множества адресов Class C. Это и позволяет создавать большие бесклассовые наборы IP-адресов. Затем эти множества адресов Class C суммируются в таблицах маршрутизации, что в результате уменьшает количество рассылаемых объявлений маршрута, т. е. схема адресации реализует адресную сверхсеть (supernet) для представления множества адресов IP. Маршрутизатор использует адреса в сверхсети, позволяющие анонсировать один маршрут для всех адресатов взамен анонсирования отдельных маршрутов по каждому адресату. Стратегия назначения адресов и агрегирования описана в RFC 1519.

Администраторам систем следует знать, что фактически определение типа протокола маршрутизации дается оператором связи при присоединении к нему ИС предприятия. Требования оператора надо учесть при создании плана IP-адресов и помнить, что не все протоколы могут использоваться в маршрутизаторах вашего предприятия. Например, если у вас уже есть маршрутизаторы, использующие версии протокола BGP ниже BGP v4, то ОС маршрутизатора не поддерживает CIDR-маршрутизацию.

7.3.3. Технология NAT

При получении пула адресов от оператора связи администратор системы может столкнуться еще с одной проблемой — с нехваткой их для своей сети. Для максимально эффективного использования зарегистрированных IP-адресов программное

обеспечение маршрутизаторов использует службу преобразования адресов NAT (Network Address Translation). Соответствующая служба программного обеспечения представляет собой реализацию рекомендаций RFC 1631. Она представляет собой способ использования одних и тех же IP-адресов в нескольких внутренних подсетях, уменьшая тем самым потребность в зарегистрированных IP-адресах.

Технология NAT позволяет корпоративным IP сетям, которые используют незарегистрированные IP-адреса (частные), подсоединяться к открытой сети передачи данных, такой как Internet. Маршрутизатор NAT располагается на границе тупикового домена (внутренней сети) и открытой сети (внешней) и преобразует внутренние локальные адреса в уникальные глобальные IP-адреса перед отправкой пакетов во внешнюю сеть.

Трансляция, выполняемая NAT, может быть статической либо динамической.

Статическая трансляция осуществляется при ручной конфигурации таблицы преобразования адресов. Определенные внутренние адреса преобразуются в указанные внешние адреса. Внутренняя часть таблицы адресов однозначно отображается во внешнюю часть таблицы.

Динамическое преобразование происходит, когда на границе маршрутизаторе сконфигурирован пул внешних адресов, в которые можно транслировать внутренние адреса. Может применяться несколько пулов внешних адресов.

Множество внутренних хостов могут использовать один внешний IP-адрес для экономии адресного пространства. Совместное использование адреса выполняется мультиплексированием порта или заменой исходного порта на исходящих пакетах таким образом, чтобы ответные пакеты смогли быть отправлены на соответствующий хост. Эта возможность называется трансляцией адреса на основе порта PAT (Port Address Translation) или перегрузкой.

Чтобы разобраться с концепцией и конфигурацией NAT, необходимо понять терминологию, используемую NAT.

Все IP-адреса могут быть классифицированы как внутренние и внешние или как местные (локальные) и глобальные (рис. 7.8.)

Внутренние и внешние IP-адреса определяют физическое расположение хостов относительно устройства NAT.

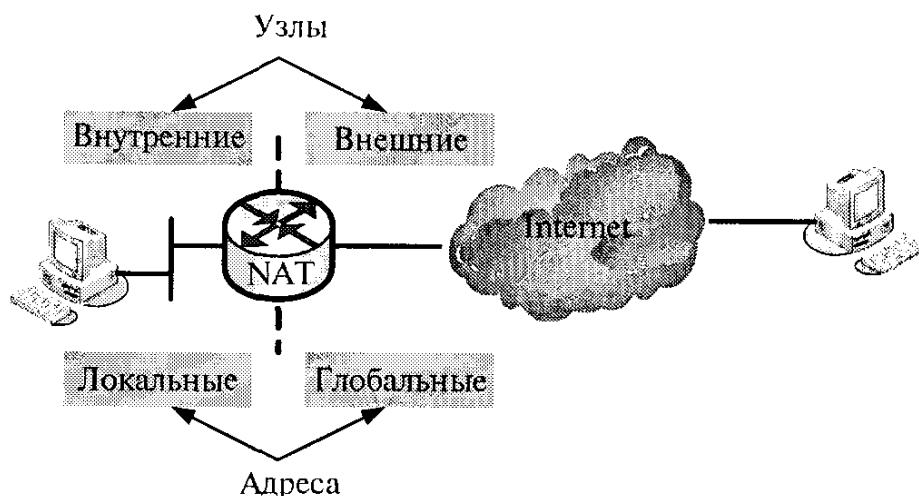


Рис. 7.8. Классификация IP адресов в технологии NAT

Локальные и глобальные IP-адреса определяют местоположение пользователя относительно устройства NAT.

Например, внутренний глобальный адрес является адресом хоста в локальной сети, с точки зрения пользователя, находящегося в глобальной сети. Это тот адрес, которым воспользуется пользователь глобальной сети, чтобы обратиться к ресурсам хоста в локальной сети.

Внутренняя, или локальная, — это одна сторона устройства NAT, которая обычно обозначает внутреннюю, или частную, сеть. Внешняя, или глобальная, — это сторона NAT-устройства, обычно обозначающая внешнюю, или общедоступную, сеть.

Ключевым отличием является то, что термин внутренний/внешний применяется к местоположению хоста, а локальный/глобальный — к местоположению пользователя.

Маршрутизатор NAT осуществляет трансляцию внутренних локальных адресов в глобальные зарегистрированные адреса перед отправкой их во внешнюю сеть. Служба NAT использует факт, что относительно немногие хосты тупикового домена ИС выходят во внешнее пространство домена в одно и то же время. По этой причине лишь немногие IP-адреса тупикового домена должны транслироваться в глобальные уникальные IP-адреса.

Приведем пример конфигурации службы динамического NAT на маршрутизаторах Cisco с операционной системой IOS.

Службам администратора системы необходимо выполнить следующие шаги.

Шаг 1. В качестве подготовительного этапа сконфигурировать на маршрутизаторе IP-маршрутизацию и указать соответствующие IP адреса.

Шаг 2. Далее необходимо задать стандартный IP список доступа с помощью команды access-list.

Шаг 3. Указать пул адресов для службы NAT протокола IP с помощью команды ip nat pool.

Шаг 4. Выполнить привязку списка доступа к пулу службы NAT с помощью команды ip nat inside source list.

Шаг 5. Включить службу NAT, по крайней мере, на одном внутреннем и на одном внешнем интерфейсе с помощью команды ip nat {inside | outside}.

Транслироваться будут только пакеты, перемещающиеся между внутренними и внешними интерфейсами. Например, если пакет получен на внутреннем интерфейсе и не направляется во внешний интерфейс, то его адрес не будет преобразован.

Приведем пример команд IOS Cisco:

```
ip nat pool dyn-nat 192.168.2.1 192.168.2.254 netmask 255.255.255.0
ip nat inside source list 1 pool dyn-nat
!
interface Ethernet 0
ip address 10.1.1.10 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Serial 0
ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
ip nat outside
!
access-list 1 permit 10.1.1.0 0.0.0.255
!
```

Теперь рассмотрим пример конфигурации перегрузки внутренних глобальных адресов.

Шаг 1. В качестве подготовительного этапа сконфигурировать на маршрутизаторе IP-маршрутизацию и указать соответствующие IP-адреса.

Шаг 2. Сконфигурировать службу динамического преобразования адресов.

Шаг 3. После того, как сконфигурирован список доступа для пула адресов службы NAT, необходимо ввести команду ip nat inside source list

Шаг 4. Включить службу NAT на соответствующих интерфейсах с помощью команды ip nat {inside | outside}.

```
ip nat pool ovrlid-nat 192.168.2.2 192.168.2.2 netmask 255.255.255.0
ip nat inside source list 1 pool ovrlid-nat overload
!
interface Ethernet 0/0
ip address 10.1.1.10 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Serial 0/0
ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
ip nat outside
!
access-list 1 permit 10.1.1.0 0.0.0.255
access-list 2 permit 10.1.1.127
```

Администратор системы должен проверить результаты своей деятельности. Для этого в ОС IOS можно использовать специальные команды show ip nat translation show. Приведем пример вывода информации для статической конфигурации адресов

```
r1#show ip nat translation
Pro Inside global Inside local Outside local Outside global
--- 92.2.2.1 10.1.1.1 ----
--- 192.2.2.2 10.1.1.2 ----
r1#
```

Сервисы NAT могут быть использованы и в целях защиты от несанкционированного доступа ИС. Но эта проблема в рамках решения ее для ИС в целом обсуждается в главе 10.

Еще раз обращаем внимание на то, что даже самая простая задача из всех задач последней мили — создание плана адресов требует подробного изучения сетевых технологий и технологий Интернет [10, 21, 22, 26].

Дополнительная информация

1. www.wimaxforum.org
2. www.broadbandforum.com
3. www.adsl.com
4. www.paradyne.com
5. www.mobilecomputing.com
6. www.wirelessdata.org
7. www.broadband-guide.com — Международные акты и постановления по беспроводным технологиям
8. www.ti.com/cs/data/wireless/panos1.pdf — Обзоры и технологии беспроводных систем
9. www.ti.com/cs/docs/wireless/cellterm.htm — Толковый словарь беспроводных технологий

Контрольные вопросы

1. Что принято называть последней милей?
2. Что такое базовый доступ и первичный доступ?
3. Какова архитектура сети xDSL-доступа?
4. Когда следует использовать технологию HDSL?
5. Когда следует использовать технологии ADSL и VDSL?
6. В каких частотных диапазонах работают беспроводные сети?
7. Какие проблемы при организации беспроводного доступа должен учесть АС?
8. Какие основные действия должен осуществить администратор системы по подключению к узлу оператора связи?

Глава 8

АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОИСКА И ДИАГНОСТИКИ ОШИБОК

Процесс поиска и диагностики ошибок в ИС может быть чрезвычайно сложным и многосторонним. В данном случае он будет рассматриваться на основе поиска и диагностики ошибок сетевых систем. Но поскольку практически любой специалист по информационным технологиям сталкивается в настоящее время со средой протоколов TCP/IP, особое внимание и место в этой главе уделено практическому решению проблем, возникающих при их использовании. Как уже отмечалось, администрирование систем осуществляется на основе различных моделей управления, а администрирование сетевых систем — на основе модели FCAPS, согласно которой, все аспекты управления сетью могут быть описаны с помощью пяти областей управления.

Как уже отмечалось, рекомендации ITU-T X.700 и близкий к ним стандарт ISO 7498-4 делят задачи системы управления на пять функциональных групп:

(F) Fault Management (управление отказами) — обнаружение отказов в устройствах сети, сопоставление аварийной информации от различных устройств, локализация отказов и инициирование корректирующих действий.

(C) Configuration Management (управление конфигурированием) — возможность отслеживания изменений, конфигурирования, передачи и установки программного обеспечения на всех устройствах сети.

(A) Accounting Management (управление учетом) — возможность сбора и передачи учетной информации для генерации отчетов об использовании сетевых ресурсов.

(P) Performance Management (управление производительностью) — непрерывный источник информации для мониторинга показателей работы сети (QoS, ToS) и распределения сетевых ресурсов.

(S) Security Management (управление безопасностью) — возможность управления доступом к сетевым ресурсам.

В данной главе рассматриваются вопросы первой группы — управление администрацией системы отказами и соответствующие действия по поиску и диагностике ошибок системы, приводящих к отказам или ухудшению производительности системы.

8.1. Задачи функциональной группы F. Двенадцать задач управления при обнаружении ошибки

Эта группа задач включает выявление, определение и устранение последствий сбоев и отказов в работе сети. На этом уровне выполняется не только регистрация сообщений об ошибках, но и их фильтрация, маршрутизация и анализ на основе знаний и опыта администратора системы [64]. Фильтрация позволяет выделить только важные сообщения из весьма интенсивного потока сообщений об ошибках, который обычно наблюдается в большой сети. Маршрутизация обеспечивает их доставку нужному элементу системы управления, а корреляционный анализ позволяет найти причину, породившую поток взаимосвязанных сообщений. Например, обрыв кабеля может быть причиной большого количества сообщений о недоступности сетей и серверов.

Устранение ошибок в системе может быть автоматическим и полуавтоматическим. При автоматическом устранении ошибок ИС непосредственно управляет оборудованием или программными комплексами и обходит отказавший элемент за счет резервных каналов или специальных технологий, например протоколов. В полуавтоматическом режиме основные решения и действия по устранению неисправности выполняют службы администратора системы, а специализированная система управления MS (Management System) только помогает в организации этого процесса, например, оформляет квитанции на выполнение работ и отслеживает их поэтапное выполнение. Система MS — это специализированное программное обеспечение (ПО), например HP Open View, которое ведет журнал ошибок, собирает статистику, фиксирует конфигурации средств системы, опознает тревожные ситуации. Но это ПО только помогает администратору системы и не устраняет

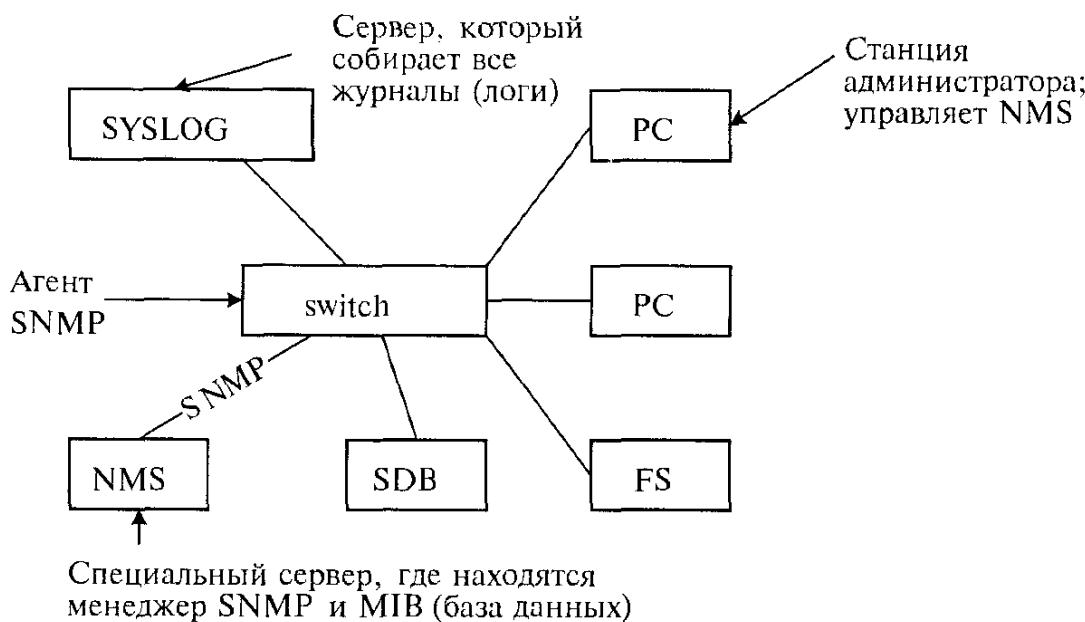


Рис. 8.1. Функциональная схема работы NMS
 SDB — сервер БД; FS — файл-сервер; switch — коммутатор

аппаратные или кабельные проблемы. Для управления только сетевыми системами используют NMS (Network Management System). Обычно при реализации своих функций NMS использует протокол SNMP. На рис. 8.1 приведена функциональная схема работы NMS.

Дадим пояснения к схеме работы NMS. SYSLOG — это сервер, который собирает все журналы (логи) системы, например журнал ошибок, журнал сообщений. На коммутаторе работает программный продукт — SNMP-агент, который посылает информацию о своей деятельности по протоколу SNMP специальному серверу NMS, где работает другой программный продукт — SNMP-менеджер. Агенты SNMP могут работать и на файл-сервере (FS) и на сервере БД (DBS). Информация собирается менеджером в БД MIB для дальнейшего анализа и соответствующих действий администратора системы и NMS.

В группе задач F иногда выделяют особую подгруппу задач управления проблемами, подразумевая под проблемой сложную ситуацию, требующую для разрешения обязательного привлечения квалифицированных администраторов систем и технических служб для решения вопросов в ручном режиме. То есть проблема разрешается без NMS с использованием дополнительных программных и аппаратных средств (прото-

кольных анализаторов, генераторов сетевого трафика, эмуляционных продуктов).

В модели FCAPS идентифицировано 12 задач управления администратора системы как необходимых для успешной работы по управлению отказами и поиску ошибок [64]. К ним относятся:

- определение ошибки;
- коррекция ошибки;
- изоляция ошибки;
- восстановление после ошибки;
- поддержка тревожных сигналов (alarms);
- фильтрация тревожных сигналов;
- генерация тревожных сигналов;
- проблема объяснения ошибки (корреляция);
- проведение диагностических тестов;
- ведение журнала ошибок;
- сбор статистики ошибок;
- сопровождение ошибок.

Эти задачи обычно в том или ином объеме решаются системой управления, используемой администратором системы. Однако АС должен понимать, что управляющая система помогает ему, *а не думает* за него. Помимо управляющей системы, а также в ситуации, когда она не используется вовсе (либо небольшая ИС, либо сложная ситуация), АС должен пользоваться моделью поиска ошибок, которую рекомендуют обычно разработчики операционных систем (например, Novell Netware). Рассмотрим модель поиска ошибок подробнее.

8.2. Базовая модель поиска ошибок

Базовая модель поиска ошибок предусматривает последовательное выполнение администратором системы следующих действий [30].

1. Убедиться в том, что ошибки действительно есть. Другими словами после сообщения пользователя о некорректной работе ИС надо убедиться в том, что этот пользователь выполняет все процедуры корректно и правильно оценивает работу ИС. Например, некая операция действительно занимает много времени, а пользователь считает, что ИС медленно работает.

2. *Провести инвентаризацию.* Это означает, что необходимо выяснить, все ли части ИС на месте: все кабели существуют, все части ИС взаимодействуют и правильно соединены. При этом NMS может помочь провести автоматический опрос параметров работы оборудования и программного обеспечения, дать план системы. У администратора системы должна быть исполнительная документация по ИС с картой сети и списками всех параметров загрузки серверов, рабочих станций, коммутационного оборудования (worksheet). Нужно убедиться в том, что «все на месте» и соответствует документации.

3. *Сделать копии ИС (backup).* Причем желательно это делать «быстрыми средствами» (например не утилитой копирования СУБД, а утилитами ОС «тот в том» или «диск в диск»).

4. *Сделать перезагрузку всех компонент ИС (restart).* Есть два режима перезагрузки: холодный режим (с отключением питания) и горячий режим (без отключения питания). При холодном рестарте заново загружается все ПО оборудования, все драйверы, все процессы ОС и СУБД, заново инициализируется память серверов. Поэтому при ошибочных ситуациях надо использовать холодный рестарт. Однако если есть ошибки оборудования, то оно после этого может вообще не загрузиться. Перед перезагрузкой нужно не забыть завершить работу всех процессов различных ОС и СУБД (обычно команды типа Down или Shutdown).

5. *После перезагрузки необходимо упростить работу ИС,* например, завершить работу всех резидентных программ, не обязательных для работы в простейшем варианте ИС.

6. Если система загрузилась, нужно проверить права и привилегии работающих пользователей (например, одно приложение запускается и работает нормально с данными правами пользователя, а другое нет).

7. *Надо убедиться, что версии программного обеспечения являются текущими.* Следует работать не на последней версии продуктов, а на стабильной, хорошо отлаженной. Нужно убедиться в том, что никто из пользователей не поставил себе никаких обновлений программного обеспечения. Хотя при правильных действиях АС и NMS такой возможности у пользователя не должно быть.

8. Только *после всех перечисленных действий надо собирать информацию об ошибке*. Для этого следует проанализировать журналы ИС (логи). Выявить симптомы проблемы, а также тех, кто был ею затронут, проанализировать использование процессов во время возникновения ошибки, изменения, произошедшие в системе, после которых появились сообщения об ошибке в журналах.

9. *Необходимо разработать план по изоляции ошибки*. Для этого строятся гипотезы о причинах ошибки в ИС. Это могут быть ошибки каналов связи (80% всех ошибок), аппаратные ошибки, ошибки системного программного обеспечения, прикладного программного обеспечения. Всегда следует учитывать, что тираж аппаратных средств больше, чем тираж программных продуктов. Например, процессоров Intel выпускается больше, чем установок какой-либо одной ОС, поэтому аппаратных ошибок будет меньше, чем программных. Аналогично тираж системного программного обеспечения больше, чем тираж прикладного ПО, поэтому в первом меньше ошибок, чем в последнем. Просто чем больше тираж продукта, тем лучше он отлажен.

10. После разработки плана по изоляции ошибки *следует ранжировать гипотезы по вероятности их подтверждения*. Начинать проверку целесообразно не с самой вероятной гипотезы, а с той, которую можно быстрее всего проверить. Тем самым можно быстро отсечь часть гипотез и сузить процесс проверки.

11. Затем *гипотезы проверяются по очереди* (строго по одной в единицу времени), в определенной последовательности. В восходящем направлении — от рабочей станции к коммуникационной аппаратуре или серверу либо в нисходящем направлении — от сервера или коммуникационной аппаратуры к рабочей станции. Для проверки используются только специальные проверенные версии программных продуктов, специальные тестовые кабели и проверенные надежные тестовые диагностические средства.

12. Наконец, последним действием является *документирование проблемы и способа ее решения* в специальном журнале. Обязательно должны быть созданы инструкции службам администратора системы по действиям, предотвращающим повторное появление проблемы.

8.3. Стратегии определения ошибок

Существуют два подхода к поиску неисправностей — теоретический и практический.

При теоретическом подходе специалист-теоретик анализирует ситуацию до тех пор, пока не будет найдена точная причина ошибки. При таком решении, например, сетевой проблемы требуется современный высокопроизводительный протокольный анализатор для набора и анализа огромного количества сетевого трафика в течение значительного времени. Затем сетевому специалисту необходим длительный теоретический анализ данных. Этот процесс надежен, однако не многие компании могут себе позволить, чтобы их ИС или сеть не функционировала в течение нескольких часов или даже дней.

При практическом подходе опыт специалиста-практика подсказывает, что при возникновении неисправности целесообразно начинать менять сетевые платы, кабели, аппаратные средства и программное обеспечение до тех пор, пока система не начнет работать. Это вовсе не означает, что все компоненты системы функционируют должным образом, главное, что они вообще функционируют. К сожалению, во многих руководствах по эксплуатации в разделе поиска неисправностей фактически рекомендуется прибегнуть к стилю специалиста-практика, вместо предоставления подробной инструкции по устранению технических неисправностей. Этот подход быстрее предыдущего. Однако он очень ненадежен и первопричина неработоспособности системы может быть так и не устранена.

Ни тот, ни другой метод чаще всего не дают желаемых результатов при поиске и устранении неисправностей. Поэтому действия администратора системы должны базироваться на *стратегии управления ошибками* [64].

Стратегия управления ошибками может быть *проактивной* либо *реактивной*. С ростом объема ИС возрастает потребность в ее надежности и, соответственно, возрастает потребность в предварительном мониторинге производительности системы, предупреждениях пользователям о возможных проблемах, постоянной бдительности администратора системы. Такая стратегия предупреждения ошибок называется проактивной. Стратегия, при которой АС не предупреждает появление ошибок, а разбирается с ошибками по мере их возникновения,

называется реактивной. АС должен приложить усилия и воспользоваться средствами MS или NMS для перехода от реактивной стратегии к проактивной.

Обычно системы управления отказами (ошибками) — NMS разбивают сложную задачу идентификации и диагностики ошибки на четыре подзадачи [64]:

- определение ошибки;
- генерация тревожного сигнала;
- изоляция ошибки;
- коррекция ошибки.

Эти подзадачи проиллюстрированы на рис. 8.2.

При этом возможны две технологии работы NMS — пассивная и активная.

Пассивная технология. С помощью протокола SNMP устройства оповещают управляющую систему о выполнении заранее предусмотренного и заданного параметрами системы условия, например отличие какого-либо параметра от номинального значения. Эта технология должна применяться администратором системы при идентификации проблем, не связанных с аппаратными сбоями, на-

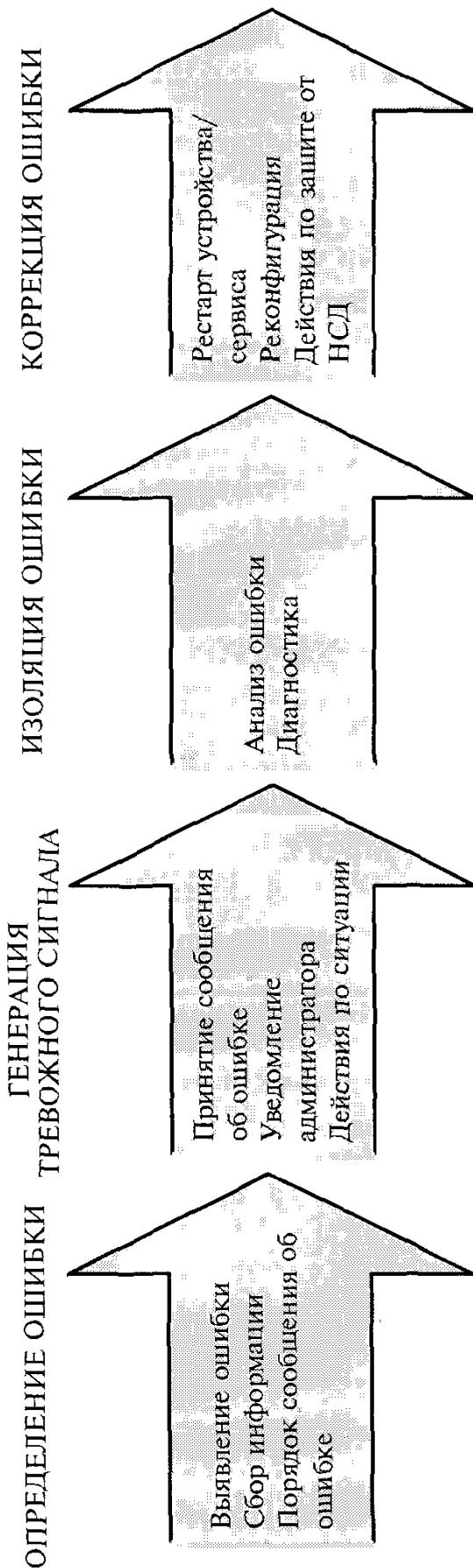


Рис. 8.2. Идентификация и диагностика ошибок

пример, при изменении производительности, проблемах интерфейсов и т. д.

Активная технология. Система NMS тестирует ИС (например, с помощью утилиты PING) и опрашивает каждое из устройств на регулярной основе. Если какое-либо устройство не реагирует в заданный администратором системы интервал времени или его параметры отличаются от желаемых, посыпается сообщение администратору системы о сбое устройства. Иногда этот процесс называют up/down monitoring.

AC должен выбрать систему управления, позволяющую использовать *обе стратегии*. Кроме того, правильно спроектированная система управления дает возможность администратору системы выполнять далее перечисленные логические действия по управлению ошибками [64].

1. *Выбрать время, когда управление ошибками осуществляется полностью, не осуществляется вовсе или осуществляется частично.* Время работы ИС определяется в специальном документе — соглашении об уровне сервиса SLA (Service Level Agreement). И это время может отличаться от часов работы данного предприятия. Например, предприятие работает с 9.00 до 18.00, а ИС работает 24 часа, 7 дней в неделю и 365 дней в году. Часть времени ИС может быть занято под специальные действия, не требующие контроля над возможными ошибками. Это можно указать в параметрах настройки MS. Например, мониторинг ошибок проводится в течение 20 из 24 часов. Если это требование выполняется, считается, что ошибок нет.

2. *При настройке MS создать специальные триггеры*, определяющие, какую ситуацию в данной системе следует рассматривать как ошибочную. В некоторых случаях надо подавлять сообщения об ошибках. Например, сообщение о том, что производительность упала на 0,5%, что не существенно для большинства систем.

3. *Настроить параметры автоматической перезагрузки системы и переустановки параметров (reset).* Можно настроить параметры MS так, чтобы в определенных случаях система сама перезагружалась и устанавливалась определенные параметры в номинальные значения.

4. *Установить подавление предупреждений об ошибках в некоторых случаях.* Например, если известен дефект работы устройства, но он не влияет на работу ИС.

8.4. Средства администратора системы по сбору и поиску ошибок

Помимо управляющих систем (MS и NMS) существует ряд средств диагностики ошибок, необходимых службам администратора системы. Рассмотрим эти средства.

Средства ОС и СУБД. В составе любой ОС и СУБД всегда есть специализированные утилиты (возможно, модули ядра) или утилита «Монитор». Это программные продукты, запускаемые на файл-сервере либо на сервере БД, либо на специализированных выделенных серверах под управлением ОС. Монитор или мониторы позволяют собирать статистику ошибок, анализировать их, выдавать предупреждения администратору системы о сбоях и т.д. Эти утилиты частично выполняют функции MS или NMS. Загружаются они при загрузке ОС либо при запуске приложения (сессии приложения), либо при запуске ядра СУБД.

Средства эмуляции предназначены для эмуляции системной консоли оборудования в удаленном варианте. Они обычно входят в состав любой операционной системы и используются, например, для управления консолью любого сетевого оборудования с персонального компьютера администратора системы. Существует промышленный стандарт на такую эмуляцию, реализованный в программах Telnet (TELEtype NET-work) и SSH (Secure Shell) [52]. Программное обеспечение *Telnet* первоначально использовалось на UNIX-серверах и предназначено для конфигурации и администрирования сетевых устройств с машины администратора системы.

Работает продукт на третьем и четвертом уровнях модели OSI. Его можно применять в целях удаленного управления только в том случае, если АС уверен в отсутствии сетевых ошибок или в отсутствии необходимости обновления параметров. SSH используется в тех же целях, но в продукте реализована часть функций защиты от несанкционированного доступа при его применении. Для инициализации параметров устройств и при первоначальной загрузке ОС сетевых устройств, а также при исправлении ошибочной ситуации следует пользоваться утилитами serialного порта, которые работают на первом уровне модели OSI, например HyperTerminal. Они используют

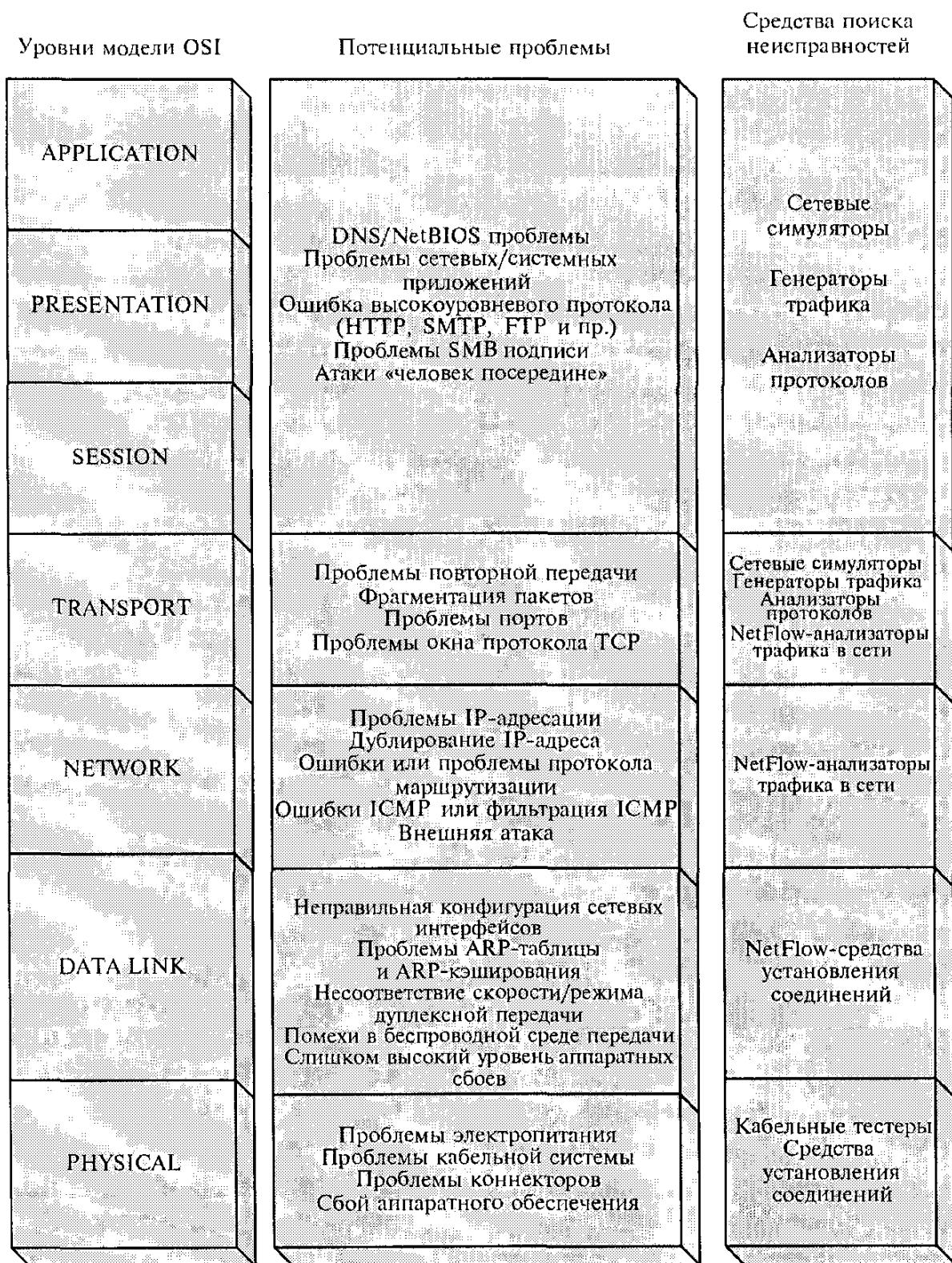


Рис. 8.3. Сетевые проблемы и средства поиска неисправностей в ИС и их соответствие уровням модели OSI

в своей работе только возможности серийного порта и кабеля, запускаются на станции администратора системы, присоединяемой непосредственно по интерфейсу физического уровня модели OSI к сетевому устройству. В этом случае нет вероятности сетевой ошибки, которая в свою очередь помешала бы исправлению ошибки, обнаруженной администратором системы.

Дополнительные продукты используются для активного поиска ошибок в быстром режиме, например: анализаторы протоколов для сетевых систем, эмуляторы трафика (для эмуляции загрузки ИС), симуляторы атак (для проверки защиты от НСД), симуляторы ошибок (для проверки защищенности ИС от ошибок).

Специализированные утилиты используются для тестирования ИС с помощью средств ОС или СУБД, например утилиты Ping или Tracert.

На рис. 8.3 приведены примеры потенциальных сетевых проблем и соответствующих средств их диагностики.

8.5. Метрики работы информационной системы

Чтобы определить, что такая безошибочная работа ИС, нужны критерии — метрики. Рассмотрим так называемые бизнес-метрики, т. е. те критерии безошибочной работы ИС, которые интересны компании с точки зрения осуществления ее производственной деятельности.

Существуют три основные бизнес-метрики работы ИС [64].

Ожидаемое время восстановления системы MTTR (Mean Time to Restore). Эта метрика задается бизнес-подразделениями компаний службам администратора системы. Есть виды бизнеса, которые могут просуществовать без ИС только несколько минут, а затем цена простоя за минуту станет критически высокой.

Другие виды бизнеса могут ждать восстановления системы несколько дней без финансовых потерь. Это критическая метрика для планирования процедуры восстановления. Стоимость по применению превентивных мер для восстановления системы растет в геометрической прогрессии в зависимости от значения MTTR.

Ожидаемое время между отказами MTBF (Mean Time Between Failures), или наработка на отказ, — это метрика работы оборудования, задаваемая производителем. Так как современное компьютерное оборудование работает достаточно надежно (очень часто производителемдается пожизненная гарантия), то часть производителей не приводит эту метрику в своей технической документации. Администратору системы следует в этом случае брать ее из *публикуемых* аналитических данных по данному виду оборудования.

Время подъема системы Uptime — это результирующая метрика, которая говорит о том, сколько времени пользователь не пользуется ИС из-за проблем диагностики ошибки и восстановления системы, т. е. это совокупность времени для поиска ошибок, их диагностики, времени восстановления и запуска ИС в промышленном режиме. Эта метрика задается бизнес-подразделениями службам администратора системы в SLA. Определяется она исходя из финансовых возможностей предприятия и, соответственно, его оснащенностью средствами диагностики и восстановления. Для служб администратора системы эта метрика является отчетной и определяет их возможность поддерживать ИС в работоспособном состоянии.

8.6. Диагностика ошибок Ethernet

Практически 99% всех ИС реализованы с использованием технологии Ethernet и протоколов TCP/IP. Поэтому в данном разделе рассмотрим, с какими ошибками может встретиться АС при использовании средств Ethernet [51, 65], а вопросы диагностики ошибок в среде протоколов TCP/IP будут изложены далее (в подразделе 8.7).

Коллизии в Ethernet [51] возникают при одновременном доступе к среде передачи двух устройств (node — нода), а также из-за задержек сигнала в устройствах, находящихся между источником и приемником. При возникновении коллизии очень рано (на уровне передачи преамбулы) может быть не передан даже разделитель фреймов SFD. Коллизию при передаче преамбулы (до SFD) не распознают большинство диагностических средств, так как микросхемная база Ethernet обычно не передает информацию протоколам второго уровня модели OSI, пока не «увидит» SFD.

При обнаружении коллизии станцией или коммутатором, посыпается «пробка» (JAM), которая представляет собой нестандартизированный 32-битный фрейм. Часто это просто сигнал тактовой частоты 10 МГц. Если он посыпается слишком рано, то уничтожается (затирается) часть заголовка фрейма, и адрес источника или получателя искажается. Коммутаторы, обнаружив коллизию на одном из портов, разошлют пробку всем остальным портам, чтобы коллизия стала известна станциям.

В современных коммутируемых сетях с топологией кабельной системы типа «звезда» коллизия обнаруживается нодой сети при одновременном сигнале на пинах пары приема (RC) и пинах пары передачи (TR). Если коммутатор обнаруживает такую коллизию на своем порту, то распознает ее как локальную. Если такая коллизия обнаруживается на порту рабочей станции, то передача фрейма прерывается, и он передается как короткий фрейм до 64 байт с неправильной контрольной суммой (FCS). Он настолько короткий, что заголовок не передается целиком, а пробка занимает четыре последних байта. Коммутатор распознает этот фрейм как удаленную коллизию. Практически все коллизии в современных Ethernet-сетях воспринимаются как удаленные. Все это необходимо понимать администратору системы при анализе Ethernet-сети.

Коллизии не являются ошибкой, они обязательны в сетях с конкурентным методом доступа. Вопрос только в их количестве. По рекомендациям компаний-производителей диагностических средств существует специальный вид проверки на ошибки длительностью в одну минуту [51]. Рассмотрим ее подробнее.

Проверка Ethernet «1 минута» предполагает следующий анализ:

- если потери производительности пропускной способности канала составляют менее одного процента, считается, что ошибок нет;
- процент средней утилизации (использования) канала (на сколько процентов в единицу времени загружен канал) должен быть до 40%. При этом необходимо следить, чтобы не было долговременных всплесков утилизации более 60%. В противном случае администратору системы следует принимать меры по сегментации сети;

- средний процент коллизий не должен быть больше 5% от общего числа переданных фреймов. Превышение данного значения означает либо проблемы устройств физического уровня модели OSI, либо превышение количества станций в коллизионном домене;
- широковещательный трафик (Broadcast) не может составлять более 5–10% пропускной способности канала.

При правильной работе ошибок не должно быть обнаружено.

Теперь рассмотрим основные ошибки, которые могут произойти в сетях Ethernet [51, 65]. К ним относятся поздняя коллизия, короткий фрейм, неверная контрольная сумма (FCS), «болтовня» (Jabber), «карлики» (Runts), «привидения» (Ghosts), ошибки выравнивания.

Поздняя коллизия (late collision) — это коллизия, которая фиксируется уже после того, как устройство передало в канал связи первые 64 байта фрейма, но обнаружило сигнал одновременного приема и передачи на соответствующих пинах. При этом регистрируется неправильная контрольная сумма, а в последних четырех байтах содержится пробка. Так как коллизия происходит после того, как 64-ый байт был передан, то автоматически фрейм повторно не передается. Вместо этого протокол верхнего уровня (например, TCP или SPX) должен среагировать на то, что данные отсутствуют, и послать запрос на повторную передачу данных.

Как правило, поздняя коллизия вызвана дефектным сетевым оборудованием.

Короткий фрейм — это фрейм длиной менее 64 байт (после 8-байтной преамбулы) с правильной контрольной суммой (последовательностью FCS). Наиболее вероятная причина появления коротких фреймов — неисправная сетевая плата или неправильно сконфигурированный сетевой драйвер.

Неверная контрольная сумма (FCS). Когда фрейм данных пересыпается от одного сетевого устройства к другому, передающая станция вычисляет контрольную последовательность фрейма (FCS- или CRC-контрольную сумму) и добавляет ее в конец фрейма. Принимающая станция повторно вычисляет FCS и сравнивает его с FCS, которая была добавлена во фрейм данных передающей стороной. Если два значения совпадают, то считается, что фрейм был передан без ошибок. Если они

отличаются друг от друга, это означает, что данные были искашены в процессе передачи. Эта ситуация называется ошибкой FCS. Большое число ошибок FCS от одной станции указывает на работающий со сбоями сетевой адаптер (NIC) либо на неправильно сконфигурированные драйверы NIC, либо на плохое кабельное подключение. Если ошибки FCS регистрируются от многих станций, то это может указывать на неполадки в кабельной системе, неправильные версии драйвера NIC, дефектный порт коммутатора или внешние электрические помехи (шумы).

Карлики (Runts). Многие анализаторы протоколов и сетевых мониторов подсчитывают фреймы-карлики. К сожалению, термин Runt не стандартизирован, и его определение имеет разные значения в различных продуктах. Runt может быть любым типом фрейма, который короче, чем разрешенный минимум в Ethernet (48 байт), включая локальные удаленные коллизии или коллизии на этапе передачи преамбулы с хорошей или плохой FCS.

Привидения (Ghosts) — это фреймы длиной не менее 72 байт с неправильной контрольной последовательностью. Впервые данный термин был введен компанией Fluke в целях определения фреймов, пораженных шумами, и дифференциации их отличий от удаленных коллизий. Для администратора сети очень важно, что в этом случае результаты диагностики зависят от *сегмента*, где происходят измерения.

Ghosts являются «коварными» ошибками, так как они не распознаются программными анализаторами протоколов (как и коллизии на этапе передачи преамбулы). Некоторые типы шума воспринимаются нодами как получение фреймов. На самом деле никакой информации не передается. Различные сетевые интерфейсы будут реагировать на это по-разному. Не существует стандартов реагирования на шумы в сегментах сети. Коммутаторы будут иногда передавать эти сигналы в другие сегменты сети.

Характерный признак ghosts — сеть, которая работает медленно без видимой причины. Оборудование, контролирующее сеть, показывает очень низкие показатели утилизации сети, но пользователи жалуются администратору сети, что сеть работает медленно или полностью не функционирует. Симптомы могут ограничиваться территориально.

Обычно причиной появления *ghosts* являются электротехнические проблемы.

Болтовня (Jabber) определяется как длинный фрейм (long frame), длиннее 1518 байт. Длинный фрейм может иметь правильную или неправильную контрольную последовательность. Длинные фреймы с неправильной контрольной последовательностью обычно называют *Jabber*. Обнаружение длинных фреймов с правильной контрольной последовательностью указывает чаще всего на некорректность работы сетевого драйвера. Ошибки типа *Jabber* свидетельствуют об неисправности активного оборудования или наличии внешних помех.

В соответствии со спецификациями IEEE 802.3 сетевые устройства (например, коммутатор) должны отключить порт при обнаружении большого числа фреймов *Jabber*. После краткого промежутка времени, порт будет повторно включен, если *Jabber* отсутствует. В действительности не все сетевые устройства осуществляют эту часть спецификации. Некоторые устройства вообще не обнаруживают *Jabber*, в то время как другие устройства могут обнаружить и отключить проблемные порты, но повторно их не активируют. Наличие большого числа фреймов *Jabber* приведет к повышению занятости канала и резкому замедлению работы сети.

Ошибки выравнивания. Если фрейм не заканчивается на границе байта, то такая ошибка определяется как ошибка выравнивания. Обычно это проблема драйвера или коллизия, сопровождаемая неверной контрольной суммой.

8.7. Диагностика ошибок в среде протоколов TCP/IP

Основные проблемы протоколов TCP/IP обычно связаны с неправильной адресацией и настройками [51, 65]. При поиске ошибок на компьютере, где используется набор протоколов TCP/IP и операционная система Microsoft, АС может легко увидеть настройки TCP/IP, используя следующие команды:

- *Winipcfg* — для компьютеров с операционной системой Windows 9x;
- *Ipconfig/all* — для компьютеров с операционной системой Windows NT.

Рассмотрим подробнее основные проблемы адресации [8, 51, 65].

Неправильный IP-адрес. В сети TCP/IP все компьютеры и сетевые устройства должны иметь уникальный IP-адрес [14, 9]. Когда компьютеры сконфигурированы так, что в сети встречается дублирующий адрес, то они не могут в ней взаимодействовать. При появлении в сети двух станций с одинаковыми IP-адресами их отслеживание может быть довольно затруднительным. Тестирующее устройство может помочь предоставлением списка IP-адресов и соответствующих им MAC-адресов, но затем поиск неисправностей переходит в утомительное занятие — «сходить» к нужной рабочей станции и посмотреть настройки сети.

Некоторые операционные системы, такие как Microsoft Windows 9x и Windows NT, сами определяют дублирование адреса при включении компьютера и отключают набор протоколов TCP/IP на этом компьютере, пока эта проблема не разрешится.

Кроме дублирования IP-адрес может быть неверным, если компьютер переносили из одной сети в другую. Присвоение адресов динамически с помощью DHCP-сервера позволяет избежать этой проблемы. Но если адреса присваиваются статически, то они должны быть изменены, когда компьютер перемещают из одного сегмента сети в другой. В этом случае поиск ошибок сравнительно прост, так как компьютер с неверным IP-адресом не сможет подсоединиться к сети. Быстрое сравнение его настроек с другими в этой же сети идентифицирует проблему.

Неверная маска подсети. Маска подсети используется станцией, чтобы определить, принадлежит ли адрес получателя к локальному сегменту сети или к удаленному. Если получатель находится в локальном сегменте, станция пытается отыскать MAC-адрес отправителя с помощью широковещательной рассылки, используя протокол ARP (Address Resolution Protocol) [9]. Если получатель находится в удаленном сегменте, то станция использует внутреннюю таблицу маршрутизации, чтобы определить, на какой маршрутизатор следует передать пакет для доставки.

Если маска подсети неверна, тогда в самом худшем варианте станция будет считать, что получатель, находящийся в уда-

ленном сегменте, находится в локальном сегменте. Тогда станция будет передавать широковещательные пакеты в локальный сегмент в поисках получателя. Первый признак этого — станция может связаться с остальными компьютерами в локальном сегменте сети, но *не может связаться с удаленными хостами*.

Неверный адрес шлюза. Станция, работающая с протоколами TCP/IP, определяет, где находится получатель — в локальном или в удаленном сегменте. Если получатель находится в удаленном сегменте, то станция обращается к внутренней таблице маршрутизации. Если станция не находит определенный маршрут к сети получателя, то она передает пакеты шлюзу, определенному по умолчанию для организации доставки. Шлюз по умолчанию — это маршрутизатор, соединяющий локальную сеть с другими сетями TCP/IP. Если шлюз по умолчанию неправильно сконфигурирован или отсутствует, станция не сможет установить связь с удаленными сетевыми устройствами.

Проблема разрешенных имен. Пользователи предпочтуют использовать в качестве имен хостов символьные, а не цифровые имена. Если со станции можно определить с помощью утилиты Ping IP-адреса, но нельзя соединиться (или «пинговать» те же компьютеры по их именам), необходимо проверить, что DNS-сервера в настройках протоколов TCP/IP корректны для этой сети. Система доменных имен (DNS — Domain Name System) — это главный механизм, использующийся в сетях TCP/IP для преобразования имен сетевых устройств в их IP-адреса [8, 9].

По рекомендациям компаний-производителей диагностических средств существует специальный вид быстрой проверки *«1 минута» на ошибки TCP/IP*. Рассмотрим ее подробнее.

При быстрой проверке TCP/IP администратор системы должен произвести ниже перечисленные действия [51, 65].

1. *Составить список устройств, работающих как хости.*
2. *Проверить по списку устройств, не могли ли случайно активироваться маршрутизирующие функции на компьютерных станциях, серверах, коммутаторах, где эти функции должны быть отключены. А также проверить, действительно ли работают именно те протоколы маршрутизации, которые были заранее выбраны.*
3. *Проверить по списку мосты/коммутаторы, работающие по протоколу STA-Spanning Tree.*

4. Проверить правильность именования подсетей. Для большинства сетей обычно задается только одна подсеть. Если их несколько, необходимо понять причину их появления. Обычно это свидетельство того, что в сети есть неправильно сконфигурированные IP-устройства.

5. Проверить по списку устройства, предоставляющие сервисы DNS, BOOTP, DHCP. Убедиться, что они правильно сконфигурированы.

Проверить устройства, управляемые по SNMP протоколу и работающие SNMP-агенты.

Проверить список устройств в локальном сегменте. Убедиться, что нет хостов с адресами, не относящимися к адресам подсети, нет станций, недоступных работе DNS, а также нет слишком большого числа станций в сегменте.

При правильной работе ошибок вообще не должно быть обнаружено.

8.8. Предупреждение ошибок в среде протоколов TCP/IP

Существуют несколько шагов, которые могут помочь предотвратить или уменьшить вероятность возникновения ошибок в среде TCP/IP. Главное — это составление и последующее ведение полной документации сети, вне зависимости от ее размеров. Наиболее частые проблемы TCP/IP относятся к IP-адресам и соответствующей конфигурации параметров. Поэтому изначальная организационная работа при создании сети необходима для быстрого поиска неисправностей в последующем.

Рассмотрим такие мероприятия, как администрирование IP-адресов и документирование конфигурации хоста и сетевых устройств [51, 65].

Администрирование IP-адресов. Следует задать IP-адреса таким образом, чтобы они не повторялись в сети. Если машину со старым IP-адресом переносят в новую сеть, нужно изменить IP-адрес. Необходимо создать систему присвоения IP-адресов легкую в администрировании и обслуживании. Также нужно предупредить всех пользователей, чтобы они не меняли IP-адреса самостоятельно, а обращались к администра-

тору системы для получения нового IP-адреса. В некоторых случаях необходимо использовать DHCP-сервер (Dynamic Host Configuration Protocol), для того чтобы IP-адреса автоматически присваивались сетевым устройствам из пула IP-адресов [9]. Таким образом, проблема дублирования IP-адресов будет полностью исключена. Создание DHCP-серверов в последних версиях сетевых операционных систем занимает незначительное время.

Если сеть конкретной компании подключена к Internet, то администрирование IP-адресов еще более важно, так как сетевые проблемы в этой сети теоретически могут повлиять на сети других компаний.

Документирование конфигурации хоста и сетевых устройств. Необходимо документировать текущую конфигурацию каждого хоста. Эта документация должна *включать* в себя: информацию об IP-адресе, маске подсети, маршрутную конфигурацию по умолчанию, конфигурацию станции, информацию о конечном пользователе, его контактах и информацию о физическом расположении хоста. Если возникнет какая-нибудь проблема, эта информация будет востребована и сократит время на поиск неисправности.

Иногда хосты работают, несмотря на ошибки конфигурации. Однако когда происходят некоторые изменения в сети, эти хосты с незаконченной и некорректной конфигурацией могут перестать функционировать. Проверка конфигурации хоста — это часто последнее подозрение. Оценка документированной конфигурации хоста может решить проблему или указать, что источник проблемы не в конфигурации сетевых настроек. Также процесс документирования конфигурации хостов часто выявляет незаконченную конфигурацию.

Хосты конечных пользователей — это не единственные хосты, которые имеют проблемы конфигурации. Изменения в настройках коммутаторов, мостов и шлюзов также могут вызвать такие проблемы. Контроль изменения конфигурации уменьшает число проблем и значительно сокращает время поиска неисправностей. Все изменения обязательно должны документироваться с указанием времени. Желательно, чтобы файлы конфигурации «до» и «после» были скопированы или распечатаны для включения в сетевую документацию. Сохранение сведений об изменениях и их последовательности позволит совершить «откат» неудачных изменений, возвратившись к прежним настройкам, и быстро восстановить работоспособность сети.

8.9. Решения проблем в среде протоколов TCP/IP

8.9.1. Проблемы установления соединения

Не следует изначально быть уверенным в том, что появившаяся проблема относится к проблеме протокола IP, пока нет уверенности, что отсутствуют проблемы более низкого уровня сетевых протоколов модели OSI. Также нужно убедиться, что необходимый сервер или сервис работает нормально.

При проблеме установления соединения требуется провести холодную перезагрузку хоста (после горячей перезагрузки сетевые адаптеры не всегда перезагружаются) и убедиться в том, что:

- хост не имеет каких-либо аппаратных проблем;
- все необходимые кабели присутствуют и корректно подключены;
- все необходимые драйверы сетевых адаптеров установлены и при их установке не зафиксировано ошибок;
- на данном хосте не было произведено никаких изменений, которые могли бы привести к этой проблеме, например изменение конфигурации, добавление программного обеспечения или оборудования;
- нет ошибок на MAC-уровне.

Необходимо проверить документацию сети и убедиться в том, что:

- хост верно сконфигурирован и имеет верный IP-адрес;
- предоставленный IP-адрес подходит под данную маску подсети;
- нет другой станции, использующей тот же адрес;
- адреса маршрутизатора по умолчанию и шлюза корректны и правильно сконфигурированы;
- адрес DNS-сервера корректен и правильно сконфигурирован, т. е. проблемы локальны;
- DNS-сервер загружен и выбранный хост доступен из этого соединения (проблемы глобальны).

Для устранения локальных проблем установления соединения необходимо совершить попытку той же самой операции в сети, но с другой станции, расположенной неподалеку и работающей корректно. Это самый быстрый способ отде-

ления ошибки пользователя от ошибок сети. Если попытка успешна, следует начать поиск ошибки с сетевого соединения пострадавшего пользователя, оборудования и конфигурации программного обеспечения. Если попытка неудачна, надо воспользоваться другим именем пользователя, чтобы выполнить ту же операцию. Если операция, осуществленная под именем другого пользователя, успешна, значит, имеют место проблемы с первым пользователем на хосте.

Для устранения глобальных проблем установления соединения, необходимо выполнить ту же самую операцию на станции, которая находится в другом сегменте сети. Также нужно проделать эту операцию с именем другого пользователя. Если операция выполняется, следует искать ошибки в адресации, в маршрутизаторе или в шлюзе, который предоставляет сервисы данному локальному сегменту. Если попытка оказалась неудачной, следует убедиться в том, что необходимый сервер или сервис функционирует, т. е. работает DNS-сервер, необходимый сервер или сервис доступен с какой-нибудь другой станции. Можно также воспользоваться утилитой Traceroute, чтобы определить неработающий маршрутизатор или сегменты между этой рабочей станцией и хостом-получателем.

8.9.2. Проблемы конфигурации IP, дублируемого IP-адреса и некорректной маски подсети

Если хост использует недопустимый адрес в данной подсети, он будет рассыпать пакеты, но не будет получать ответа.

Необходимо проверить конфигурацию, описанную в документации, чтобы убедиться, что сконфигурированный адрес ошибочен, так как не входит в диапазон адресов этой подсети. Также нужно проверить конфигурацию ближайшей станции в этой же подсети, чтобы убедиться, что документированная подсеть точна.

Дублируемый IP-адрес — это, возможно, самая известная проблема в TCP/IP-сетях. Две станции с одинаковым IP-адресом будут вызывать проблемы соединения для обеих станций либо будут проблемы в работе одной из станций до тех пор, пока ее не выключат. Если позже снова загрузить обе машины, проблемы повторятся.

Не редкость, когда одному MAC-адресу соответствует больше, чем один IP-адрес. Особенно это касается маршрутизаторов. Однако недопустимо, чтобы одному IP-адресу соответствовало больше одного MAC-адреса. Чтобы найти станции с дублируемым IP-адресом, надо послать ARP-пакеты по их IP-адресам [9]. Все станции с дублируемым адресом ответят на ARP-запрос, указав свой MAC-адрес.

Возможны также проблемы, обусловленные некорректной маской подсети.

Маска подсети сообщает хосту, сколько бит из 32-битного IP-адреса используется для адреса подсети и сколько используется для адреса хоста. Наиболее распространенная проблема маски подсети возникает, когда употребляются нестандартные подсети, или когда диапазон адресов модифицирован, чтобы задействовать дополнительные сегменты. Если хост использует ошибочную маску подсети, он может решить, что он не принадлежит этому сегменту сети в отличие от других локальных хостов и не сможет с ними корректно взаимодействовать.

8.9.3. Некорректные маршруты по умолчанию и DNS-сервера

Если хост не имеет маршрута по умолчанию (иногда называемого шлюзом по умолчанию), все связи в данной подсети будут для него недоступны. Гораздо чаще проблемы происходят из-за того, что адрес маршрутизатора фактически не является таковым или является адресом неоптимального маршрутизатора, который получил название «немаршрутизатор». Если немаршрутизатору послан пакет для дальнейшей передачи, то одним из вариантов его действий будет возвращение отправителю ICMP [9] — сообщения «Узел назначения недоступен. Сеть недостижима». Другим вариантом действия немаршрутизатора может быть передача этих пакетов своему маршрутизатору по умолчанию. При этом немаршрутизатор будет активно использовать ресурсы центрального процессора и оперативной памяти. Некоторые рабочие станции с операционной системой Unix и другие IP-хосты позволяют функционировать протоколам маршрутизации и выглядят как маршрутизаторы в локальном сегменте сети.

Хосты могут быть не способны общаться с другими хостами на том же физическом сегменте сети, когда на этом сетевом сегменте находится множество подсетей. Локальный маршрутизатор должен быть сконфигурирован таким образом, чтобы поддерживать множество сетей на одном порту или поддерживать Proxy ARP, который позволяет найти обходной путь для этой ситуации и дает возможность всем станциям общаться друг с другом. Если маршрутизатор поддерживает Proxy ARP, он будет отвечать на ARP-запросы, в тех случаях, когда знает маршрут до IP-адреса получателя, даже если этот IP-адрес получателя находится в том же локальном сегменте сети. С включенным Proxy ARP многие узлы, имеющие некорректную конфигурацию, все равно будут функционировать.

Главным результатом работы Proxy ARP является то, что он позволяет функционировать нестабильным конфигурациям. Также это значительно увеличивает размер ARP-кэша и в некоторых случаях вызывает неточные результаты. Proxy ARP часто включен по умолчанию и может быть при желании выключен. Многие системные администраторы отключают Proxy ARP, внедряя использование корректных конфигураций.

Существует также проблема некорректных DNS-серверов [8, 9].

Желательно, чтобы хосты имели возможность обращения более, чем к одному DNS-серверу. Технология DNS позволяет дополнительным серверам сохранять информацию первичных серверов. Если хост сконфигурирован так, чтобы использовать хотя бы два DNS-сервера, которые можно подсоединить разными путями, вероятность ошибок приложений из-за недоступности DNS будет *ниже*.

Существует несколько тестов, которые помогут идентифицировать проблему некорректных DNS-серверов. Чтобы убедиться в том, что установленный DNS-сервер доступен, обычно используется утилита Ping. Если сервер недоступен, утилита Traceroute (или похожая по названию утилита ОС) поможет определить, где возникла проблема соединения.

8.9.4. Физические проблемы. Проблемы DNS

Если хост носылает ARP-запросы выбранному хосту или следующему узлу, если хост находится в другой подсети и не получает ответа, скорее всего искомого хоста не существует в этой сети. Возможны следующие причины этого:

- запрашиваемый IP-адрес некорректен;
- существует физическая проблема в сети;
- запрашиваемый хост или маршрутизатор не работает.

Для того чтобы исследовать данную проблему, надо использовать утилиту Ping.

Когда появляется ICMP-сообщение «Удаленный хост недоступен. Сеть недостижима», утилита Traceroute может показать, на каком маршрутизаторе произошла ошибка. При условии, что все IP-адреса корректны, причина заключается в проблемах на физическом уровне модели OSI. Многие IP-сети могут функционировать с несколькими такими неисправностями. Они не всегда имеют топологию, в которой можно обходить отказавшие сегменты.

Остановимся на проблемах DNS [8, 9], которые уже частично рассматривались в подразделе 8.9.3.

Одна из самых частых проблем для хостов, обращающихся к DNS, — это трудность связи с серверами DNS. Протоколы IP/UDP обычно используют DNS-запросы, которые должны пройти такие же процессы коммуникации, как и все другие IP-соединения типа «точка-точка». Многие конфигурации IP-хостов позволяют иметь более одного сервера DNS. Чтобы увеличить вероятность достижения сервера, многие установки имеют два DNS-сервера в различных сетях.

Одна из самых неприятных проблем для сетевых специалистов при поиске неисправностей возникает, когда информация базы данных DNS некорректна или противоречива. DNS-сервер может содержать данные не только об именах хостов и их адресах, но и информацию об электронной почте. Большинство проблем, с которыми сталкиваются хости, связано с соотношением имен-адресов. Основная проблема состоит в том, что поиск имени по адресу не согласуется с информацией, полученной от поиска адреса по имени. Обычная база данных DNS состоит из двух отдельных файлов. Один файл — таблицу соответствия имени адресу, а второй файл содержит

таблицу соответствия адреса имени. Очень велика вероятность того, что эти файлы не будут соответствовать друг другу из-за ошибки.

В ОС Unix, например, утилита NSLOOKUP и утилиты DIG, HOST помогут выявить эту проблему. Для предупреждения ошибок необходимо дублировать DNS-сервер.

8.9.5. Проблемы маршрутизации и конфигурации сервера

Несмотря на то что оба хоста правильно сконфигурированы, помешать установке соединения между ними может множество **проблем маршрутизации**. Маршрутизаторы, которые составляют IP-сеть, должны обмениваться между собой маршрутной информацией. Если при этом процессе возникает проблема, противоречивая информация в таблицах маршрутизации может помешать установлению сквозного соединения. Наиболее вероятные причины противоречивой информации в таблицах маршрутизации — это проблемы физического канала (проблемы «линка») и некорректная конфигурация маршрутизатора. Когда LAN- и WAN-соединения включаются и выключаются, маршрутизаторы посылают сообщения об обновлении маршрутной информации друг другу при обнаружении изменения статуса линка. Пока эта информация передается, некоторые маршрутизаторы не имеют корректного представления о сети. Попытки связи, совершенные в течение этого промежутка времени, могут потерпеть неудачу, потому что часть сети может быть временно недоступной. Такие проблемы маршрутизации обычно проявляют себя отсутствием ответа или появлением ICMP-сообщения «Удаленный хост недоступен. Сеть недостижима».

Утилита Traceroute очень эффективна для определения маршрутизатора, на котором произошла данная ошибка. Но не стоит полностью полагаться на результаты этой утилиты. Если маршрутизатор неправильно обрабатывает данные, то это не значит, что источник проблемы в нем. Часто виноват другой маршрутизатор, и это он посылает неверные данные в сеть.

Если у порта маршрутизатора или у подключенного LAN-или WAN-сегмента есть проблемы, также потребуется работа утилиты Traceroute. Если все сообщения от узлов до некоторой точки доходят нормально, а после этой точки пакеты начина-

ют пропадать, следует проанализировать таблицы маршрутизации маршрутизаторов, которые находятся дальше этой точки. Если существует другой маршрут, необходимо, например, увеличить RIP — «стоимость» проблемного соединения. Это заставит маршрутизаторы искать новый маршрут к узлу назначения.

Другая проблема, связанная с маршрутизацией, заключается в том, что у маршрутизатора может быть некорректная ARP-таблица. Каждый маршрутизатор строит таблицу, показывающую соответствие IP-адреса MAC-адресу. Если хост присоединяется к локальному сегменту сети с дублируемым IP-адресом, то он заставляет изменяться таблицу маршрутизации. В соответствие этому IP-адресу вместо корректного MAC-адреса ставится MAC-адрес ошибочно сконфигурированного хоста. Трафик, который предназначался для настоящего хоста, пойдет ко второму, неверно сконфигуированному. Чтобы временно устранить неисправность, необходимо удалить существующую таблицу маршрутизации и создать новую. Если проблемы останутся, и ничего не изменится, нужно сократить время кэш-таймаута ARP. Параметр кэш-таймаут ARP определяет, как долго маршрутизатор будет «доверять» данным в ARP-таблице. Маршрутизатор отменит записи, которые существуют в таблице большее время, чем указанный кэш-таймаут ARP.

Утилита Traceroute очень эффективна для определения маршрутизатора, на котором произошла данная ошибка. Возможны случаи, когда ARP-таблица заполняется некорректно, тогда необходимо удалить ее и создать новую.

Кратко рассмотрим **проблемы конфигурации сервера** [51, 65].

После того как IP пакеты дошли до хоста назначения или сервера, IP-протокол передает данные протоколам более высокого уровня модели OSI, таким как TCP или UDP. Эти протоколы передадут данные приложениям FTP или Telnet. Если сетевые приложения не ждут сообщений с данными от TCP- или UDP-портов, придет ICMP-сообщение «Узел назначения недоступен. Порт недостижим». Такие сообщения используют приложения для поиска неисправностей, например, утилиты Traceroute. Если такие сообщения продолжают приходить, это часто означает, что сетевые процессы сервера разрушены и надо перезагружать сетевые процессы или перезапускать сервер.

8.9.6. Проблемы безопасности доступа

Так же как неисправные сегменты сети или отказавшее оборудование могут помешать IP-пакетам дойти до узла назначения, помешать соединению могут также конфигурации маршрутизатора или сервера. Часто в целях защиты от несанкционированного доступа службы администратора системы устанавливают множество фильтров или фаэрволов [8, 28], чтобы предотвратить возможность подключения к сети неавторизованных пользователей. Эти средства безопасности могут также мешать и зарегистрированному пользователю получать доступ к сети. Рассмотрим эти ситуации.

Фильтрование маршрутизатором. Ряд современных маршрутизаторов обладает возможностями фильтрации. Эти фильтры могут быть основаны на IP-адресах или на протоколах более высокого уровня и портах сервисов. Фильтрование маршрутизатором вероятно стоит на первом месте из всех средств контроля НСД в сети. Однако важно отметить, что они не используются для замены компьютерных или прикладных средств контроля безопасности.

Наиболее частая ошибка в установке фильтров — это неполное понимание иерархии фильтров и битового маскирования, что часто бывает необходимо. Правильно сконфигурированные и протестированные фильтры предназначены для того, чтобы обойти разрушение сетевых сервисов.

Утилиты Traceroute и Ping — это достаточно эффективные средства, чтобы определить, включено ли фильтрование в целях безопасности на маршрутизаторах или нет. Утилита Traceroute покажет, отбрасывает (отвергает) ли маршрутизатор IP-пакеты. Утилита Ping удобна для рассылки IP-пакетов на разные интерфейсы маршрутизатора, чтобы определить на каких из них включены фильтры.

Часто контроль безопасности в результате ничего не запрещает неавторизованным пользователям. Такие утилиты, как Ping и Traceroute, являются эффективными методами тестирования фильтрования на IP-уровне в маршрутизаторах и позволяют удостовериться, что установленный контроль безопасности корректен.

Фильтрование на сервере. Так же как и маршрутизаторы, многие серверы, особенно серверы UNIX, могут фильтровать

пакеты. Контроль доступа к данным в комбинации с другими методами контроля может эффективно отслеживать, кто подключился к системе и к каким именно приложениям он подключился.

Фильтрование по IP-адресу. Фильтры по адресу предоставляют список, показывающий, какие хосты или какие IP-сети разрешены для доступа. В этих списках, кроме того, можно отмечать, какие сетевые приложения разрешены, например, FTP. Так же как и в специализированных маршрутизаторах, наиболее распространенные ошибки возникают из-за отсутствия понимания, как правильно настроить фильтры.

Вход в систему или защита паролем. После того как IP-пакет пришел и был передан для обработки сетевой операционной системе, ОС запрашивает пароль или использует некоторые другие варианты авторизации и аутентификации пользователей (см. главу 6) до того, как будет предоставлен доступ. Фактически многие приложения, в свою очередь, предлагают похожую защиту с помощью пароля.

Многие сетевые операционные системы и системы управления разрешают администраторам блокировать пользователей, вводивших 2 и более раз подряд неверный пароль. Важно правильно поставить в NMS низкий уровень для сообщений о тревоге, чтобы администратор системы мог быстро обнаружить попытку взлома пользователя. Прежде чем подозревать умышленное нарушение правил, необходимо убедиться, что пользователь не испытывает проблем входа в систему, что пользователь действителен и не заблокирован.

8.9.7. Периодический отказ соединения

Если MAC-протокол работает корректно и хост работал нормально до появления периодических отказов соединения, необходимо выполнить операции по устранению проблем установления соединения, перечисленные в подразделе 8.9.1.

Другими причинами периодического отказа соединения могут быть потери пакетов и колебания маршрута.

Потери пакетов. Когда теряются пакеты, протоколы верхних уровней пытаются повторно передать их хосту. Однако если связь не может быть восстановлена, соединение будет прервано. Чтобы выяснить, значительны ли потери пакетов,

необходимо использовать непрерывный Ping-тест. Бывает, что IP-хост не в состоянии ответить на первый Ping, но на все последующие пакеты Ping должен быть получен ответ.

Колебание маршрута. Если LAN- и WAN-лиинки (каналы) имеют серьезные проблемы, они будут постоянно включаться и выключаться каждые несколько секунд. Когда один из таких линков меняет свое состояние, он может вызвать изменения в протоколе маршрутизации. Как только сетевые протоколы покажут изменившийся маршрут, маршрутизаторы могут внести изменения в своей маршрутной информации, что приведет к появлению «черных дыр». *Черные дыры* — это части сети, которые в течение нескольких секунд могут быть недоступны для всей сети или для ее части. Через определенное время протокол маршрутизации выполняет трассирование сети и возвращение ее обратно к стабильному состоянию. Если сетевые сегменты (LAN или WAN) меняют свой статус линка каждые несколько секунд, сеть не стабильна и маршрутная информация постоянно противоречива. Это «колебание маршрутов» будет впустую тратить ресурсы центрального процессора маршрутизатора.

Для обнаружения этой неисправности АС необходимо провести Traceroute-тест на разные станции в удаленных сегментах сети.

8.9.8. Низкая производительность сети

В работе сети обязательно есть узкие места. Иногда на них необходимо обращать внимание, например увеличивая пропускную способность канала от 64 Кбит/с до 1,5 или 2 Мбит/с. В правильно работающей (без сбоев) сети *главными узкими местами* будут пропускная способность WAN-каналов и производительность компьютерных систем. Не стоит предполагать, что низкая производительность сети объясняется медленным локальным соединением (Ethernet или Token Ring), и надеяться, что увеличение скорости локального соединения или установка нового коммутатора решит эту проблему. На самом деле наиболее частые причины низкой производительности — это рабочая станция или медленный WAN-канал.

При рассуждениях о производительности сети следует учитывать пропускную способность и задержки (латентность).

Пропускная способность — это количество бит, передаваемых по каналу в единицу времени.

Латентность — это задержка прохождения данных через компоненты системы или через систему в целом.

Выделенные ресурсы, такие как WAN-канал «точка—точка», имеют неизменную латентность. Однако общие ресурсы — локальные сети, компьютерные системы, маршрутизаторы и разделяемые ресурсы WAN — имеют изменяющуюся латентность. При высокой загрузке общих ресурсов время ожидания проходящих через них данных увеличивается, поскольку пакеты должны ожидать в очереди передачи или прохождения участка в системе.

Работа в направлении улучшения производительности сети без понимания причин может обойтись очень дорого и при этом не приведет к ее повышению. Выводы по улучшению производительности можно сделать только после тщательных и длительных измерений.

Рассмотрим факторы, влияющие на производительность сети.

Мониторинг использования протоколов. Основная задача при поиске ошибок заключается в определении, какие сетевые протоколы используются в сети и какой процент трафика сети создается каждым из протоколов. В то время как отдельная сеть может работать только с одним сетевым протоколом, крупные сети могут использовать множество протоколов.

Например, из-за ранней популярности ОС Novell NetWare большая часть серверов использует набор протоколов IPX/SPX. Однако по мере развития Internet добавился набор протоколов TCP/IP.

Кроме того, некоторые сети могут потребовать такие протоколы, как NetBEUI, AppleTalk или DLC. По существу, сеть может работать с множеством различных протоколов.

Если пользователи жалуются на низкую производительность сети, то администратору системы необходимо определить используемые протоколы и проанализировать, для чего каждый из них нужен. Несмотря на то что нет ничего критичного в использовании множества протоколов, сокращение их числа может повысить производительность сети.

Это особенно актуально в сетях, использующих операционные системы и сетевые утилиты Microsoft. Сетевое программное обеспечение Microsoft очень интенсивно пользуется сетью,

чтобы составить список доступных сетевых ресурсов — *browse list*. Этот список пользователи могут увидеть, открыв сетевое окружение.

Результатом составления *browse list* является генерация значительного количества широковещательного трафика (*broadcast traffic*). Кроме того, отдельный *browse list* составляется для каждого протокола, используемого в сети. Так, если сеть имеет рабочие станции с операционной системой Microsoft, использующей стеки протоколов TCP/IP, IPX/SPX и NetBEUI, сетевое программное обеспечение создает три отдельных *browse lists* и зачастую генерирует три разных набора широковещательных пакетов. По этой причине АС должен уменьшить число протоколов, используемых в сети.

Выявление чрезмерного широковещательного трафика. Пакеты, пересылаемые в сети, могут быть нескольких типов. Они могут быть однодirectionalными (Unicast) и широковещательными (Broadcast).

Однодirectionalные, или прямые пакеты посылаются в сети от одной станции к другой. Пакет содержит сетевой адрес отправителя и адрес получателя. Все сетевые адаптеры в сети получают пакеты, но только один адаптер компьютера-получателя передает пакет сетевому программному обеспечению для обработки. Однодirectionalные пакеты используются для связи компьютер—компьютер например, для операции сохранения файлов на сервере.

Широковещательные пакеты посылаются от станции-источника всем станциям в сети. Все сетевые адаптеры получают пакет и передают его на обработку сетевому программному обеспечению. Широковещательные пакеты используются в различных контекстах. Например, когда компьютер включили первый раз, он подключается к сети и рассыпает широковещательные пакеты, чтобы идентифицировать себя и зарегистрировать свое имя в сети. Сервера периодически рассыпают широковещательные пакеты, информируя о своих сервисах. Когда пользователи хотят сохранить маршрут до конкретного сервера, их компьютеры могут посылать широковещательные запросы для определения местоположения компьютеров в сети. Некоторые сетевые протоколы, такие как NetBEUI, полностью работают через Broadcast- пакеты, чтобы установить соединение между компьютерами.

Недостаток широковещательных пакетов в том, что все компьютеры должны потратить время, обрабатывая каждый из них. Если значительный процент сетевого трафика составляют широковещательные пакеты, сетевые адаптеры на каждом компьютере могут быть настолько загружены обработкой Broadcast-трафика, что будут медленно рассылать или получать свой собственный трафик.

Большинство тестирующего оборудования имеет механизм измерения количества Broadcast-трафика. Допустимое количество широковещательного трафика варьируется в зависимости от конфигурации сети. Обычно Broadcast-трафик *не превышает 5–10%* всего трафика в сетях Ethernet [51].

При обнаружении в сети станции, которая генерирует большое количество широковещательного трафика, необходимо проанализировать ее конфигурацию. Поврежденный драйвер сетевого адаптера, неправильная работа оборудования могут быть вызваны неверной конфигурацией программного обеспечения, что в свою очередь ведет к чрезмерному росту Broadcast-трафика. Также необходимо проанализировать, какие протоколы используются на этой станции и какие из них могут быть удалены. Кроме того, стек протоколов TCP/IP предоставляет возможность рассылки multicast-пакетов, где один пакет отправляется только группе компьютеров в сети, тем самым уменьшая широковещательный трафик.

Выбор протокола маршрутизации. Маршрутизаторы IP-пакетов используют различные протоколы, чтобы обмениваться данными друг с другом и обеспечивать самый быстрый способ перемещения IP-пакетов по сети. Интерпретация сетевой топологии маршрутизирующим протоколом зачастую сильно влияет на производительность сети.

Одни протоколы маршрутизации, например RIP, используют метод дистанционно-векторной маршрутизации. При этом считается, что самый короткий путь, содержащий наименьшее число промежуточных маршрутизаторов, является лучшим путем. Но иногда это не лучший выбор, потому что пакеты на этом коротком пути могут пересылаться через один низкоскоростной и перегруженный WAN-канал, вместо, например, последовательной передачи через два свободных WAN-канала.

Другие протоколы, такие как OSPF и IGRP и EIGRP (см. например главу 4), рассматривают другие параметры оптимиза-

ции пути передачи, такие как скорость соединения, загруженность LAN- или WAN-сегментов. Протокол OSPF принимает во внимание и такие параметры, как надежность, задержка и пропускная способность. Как правило, эти протоколы принимают лучшие решения маршрутизации в сложных сетях.

Утилита Traceroute может показать путь IP-пакетов, проходящих через сеть. Сравнение пути Traceroute со скоростями каналов может помочь в определении ошибок маршрутизации, возникающих из-за некорректного использования каналов передачи.

Низкая пропускная способность WAN-каналов. Локальные и глобальные сети, в которых периодически возникают проблемы физического уровня, могут создать проблемы низкой производительности во многих реализациях, разрушая пакеты. Потеря пакетов приводит к их повторной передаче, создает заторы на маршрутизаторах, т. е. очередь трафика на передачу в канал.

Кроме того, физические проблемы могут вызвать проблемы маршрутизации, называемые маршрутными колебаниями. Эта проблема уже упоминалась в подразделе 8.9.5. Если каналы (линки) постоянно включаются и выключаются, они часто меняют свой статус. Протоколы маршрутизации шлют обновления, реагируя на статус линка, и воздействуют на рабочие маршрутизаторы. Эти обновления могут негативно сказаться на производительности маршрутизатора и соответственно на производительности сети, так как процессор маршрутизатора будет все время пересчитывать маршруты.

Понимание топологии сети. Понимание топологии сети и пути, по которому IP-пакеты перемещаются из одной сети в другую, очень важно при распознавании проблем, связанных с производительностью.

Во многих сетях процесс соединения сегментов начинается с использования каналов с низкой скоростью. Этих «медленных» каналов может быть достаточно для начальных (простых) приложений и для небольшого числа пользователей. Однако чем больше установлено критических приложений и чем больше пользователей генерируют трафик, тем в большей степени использование низкоскоростных каналов становится узким местом для увеличения производительности. Утилита Traceroute может помочь идентифицировать медленные, пере-

груженные каналы. Тест покажет время ответа от каждой таблицы маршрутизации (нор) по пути к узлу назначения.

Перегруженные каналы. Пока трафик, проходящий по сегменту сети, меньше чем доступная пропускная способность, система должна справиться с нагрузкой без каких-либо проблем. Когда поступающая нагрузка становится больше, чем доступная пропускная способность, маршрутизаторы начнут формировать очередь пакетов для передачи их по мере освобождения канала. Пакеты будут отвергнуты, если буфер ввода-вывода маршрутизатора переполнится данными очереди. Кроме того, приложения более высокого уровня, такие как NFS (см. главу 5) или TCP, приостановятся (*timeout*) и приготовятся повторить передачу данных. Это может только усугубить проблему, так как в результате в сеть будет отправлено еще больше данных. Специальные усовершенствованные алгоритмы в реализациях TCP используются, чтобы замедлить ретрансляцию данных и предотвратить дополнительную загрузку.

Медленные маршрутизаторы. LAN- и WAN-маршрутизаторы являются очень важной частью сети TCP/IP. Относительно легко добавить функцию IP-маршрутизации персональному компьютеру или серверу. Это будет дешевое и простое решение. Однако передача IP-пакетов от одного интерфейса к другому требует затрат оперативной памяти и времени центрального процессора. Производительность будет ухудшаться, если эти ресурсы будут использоваться и другими приложениями. Всегда лучше пользоваться специализированными маршрутизаторами в виде отдельно стоящих устройств.

Когда несколько LAN- и/или WAN-каналов подсоединены к специализированному, отдельно стоящему маршрутизатору, ему почти всегда хватает оперативной памяти и ресурсов главного процессора для обработки трафика. В случаях, когда один маршрутизатор имеет множество высокоскоростных LAN-интерфейсов с большим количеством трафика на них, центральный процессор или память маршрутизатора могут быть перегружены. Большинство таких проблем может быть решено с помощью мультиинтерфейсных карт, которые маршрутизируют трафик без дополнительной загрузки центрального процессора.

Индикацией загрузки канала на маршрутизаторе является пакет протокола ICMP Source Quench Packets. Маршрутизатор

отправляет эти пакеты хосту, сигнализируя, что хост должен понизить скорость передачи. Следует учитывать, что многие реализации TCP/IP игнорируют такие пакеты. Чтобы понять, отвергаются ли пакеты маршрутизатором из-за перегруженных каналов, наиболее полезны ICMP эхо-пакеты утилиты Ping.

8.9.9. Медленные хосты

Неважно насколько быстра сеть и насколько быстрыми являются сервера, если сам хост работает медленно. Необходимо убедиться, что хост может обеспечить требуемую производительность. Здесь возможны следующие проблемы.

Устаревшие интерфейсы и драйверы. Периодически необходимо проверять по спецификациям производителя, не внесены ли какие-нибудь значимые обновления по производительности в новом программном обеспечении. В таком случае нужно *своевременно* обновлять драйверы и программное обеспечение.

Перегруженный сервер. Сервер с более быстрым центральным процессором, с большим объемом оперативной памяти и быстрыми жесткими дисками может работать намного быстрее, чем слабая система. Однако важно понимать, что не все приложения одинаковы и, соответственно, имеют разные требования к производительности системы и сети. Администратор системы должен учитывать, что слабость даже небольшой части системы отражается на всей системе и будет ее узким местом. Возможна ситуация, когда более быстрая сетевая карта или более быстрый интерфейс ввода-вывода (например, SCSI) улучшат производительность больше, чем замена центрального процессора.

Необходим особый контроль над приложениями, к которым могут подключаться много пользователей, а также над приложениями, которые загружают систему намного больше, чем локальные приложения. Примером является приложение, которое позволяет пользователям удаленно управлять сервером (X-окна). При этом конечный пользователь получает графическое отображение окон серверных приложений у себя на мониторе. Обычно приложение X-окна задействует намного больше ресурсов центрального процессора и намного больше перегружает оперативную память, чем обычное удаленное управление через Telnet.

Дополнительная информация

1. www.fluke-networks.ru — Информация о диагностике ошибок и средствах поиска ошибок
2. www.fluke.ru — Информация о диагностике ошибок и средствах поиска ошибок
3. www.netqos.com — Информация о NMS
4. nexus.realtimepublishers.com — Публикации по вопросам диагностики и поиска ошибок
4. www.solarwinds.com — Информация о средствах поиска ошибок

Контрольные вопросы

1. В чем суть автоматического режима устранения ошибок?
2. Перечислите 12 задач управления при обнаружении ошибок.
3. Какие действия предусматривает базовая модель поиска ошибок?
4. В каком порядке проверяются гипотезы о причинах возникновения ошибки?
5. В чем заключается проактивная стратегия поиска ошибок?
5. Когда администратором системы применяется пассивная технология работы NMS?
7. Какие действия по управлению ошибками позволяет администратору системы осуществлять система управления?
8. Какие средства диагностики ошибок входят обычно в состав операционной системы?
9. Перечислите средства эмуляции системной консоли администратора системы, ставшие промышленным стандартом.
10. Какие три бизнес-метрики работы ИС чаще всего применяются? Что такое метрика работы MTTR, метрика UPTIME, метрика MTBF?
11. Что такое коллизия в современных версиях Ethernet? Является ли она ошибкой?
12. В чем заключается минутная проверка Ethernet?
13. Перечислите ошибки Ethernet.

14. Приведите пример основных ошибок адресации протоколов TCP/IP.
15. Что надо сделать администратору системы для предупреждения ошибок TCP/IP?
16. Что надо сделать АС для решения локальных проблем установки соединения? Глобальных проблем установки соединения?
17. В чем суть проблемы дублирования IP-адреса?
18. В чем суть проблемы некорректных DNS-серверов?
19. Каковы признаки отсутствия нужного хоста в сети?
20. В каких случаях эффективна утилита Traceroute при решении проблем маршрутизации?
21. В каких случаях средства безопасности доступа могут помешать зарегистрированному пользователю получить нужный доступ к сети?
22. В чем суть проблемы колебания маршрута?
23. Какие факторы влияют на производительность сети?
24. В чем заключаются проблемы медленных хостов?

Глава 9

АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНФИГУРАЦИИ

9.1. Необходимость администрирования процесса конфигурации. Последовательность процесса конфигурации

Под конфигурацией ИС будем понимать разработку и реализацию концепции, позволяющей администратору системы быть уверенным в непротиворечивости, целостности, проверяемости и повторяемости параметров системы [64].

Считается, что в организации, имеющей 250 пользователей ИС (250 рабочих станций), для функционирования ИС требуется 25 серверов (сервер БД, файл-сервер, сервер управляющей системы, сервер архивирования, факс-сервер, принт-сервер и пр.) и около девяти коммутационных устройств (коммутаторы, маршрутизаторы, шлюзы и т.д.) [64]. Операционная система каждого из устройств имеет приблизительно 300 параметров. Таким образом, только для конфигурации операционных систем коммутационных устройств в средней компании требуется указать около 3000 параметров и 7500 параметров для конфигурации операционных систем серверов. В критической ситуации ни один АС не в состоянии быстро возобновить конфигурацию параметров системы и оперативно ее загрузить. Необходима организация и администрация процесса конфигурации.

Для небольшой и несложной ИС конфигурация ее параметров обычно осуществляется администратором системы вручную. По мере роста ИС и увеличения сложности ее реализации необходимо администрирование процесса конфигурации ИС с помощью управляющих систем. И обычно требуется переход к управлению процессом конфигурации с помощью управляющих систем (MS и NMS) от ручного управления.

Для этого необходимо предпринять ряд шагов. Сначала следует установить базовую конфигурацию и задокументировать ее. Затем нужно определить механизм изменения и модификации базовой конфигурации. После этого внедрить процесс проверки текущей конфигурации на соответствие заданным базовым параметрам (аudit конфигурации).

Для первого шага следует установить некоторую текущую конфигурацию как базовую и соответствующую ей связь между устройствами и программными продуктами. Это не столько техническая, сколько организационная процедура по фиксированию текущих параметров и функциональных схем взаимодействия устройств и программ в некотором журнале. Время проведения этой процедуры и дата ее окончания определяются администратором системы. После этой даты все изменения параметров должны проводиться по новым процедурам, установленным администратором системы.

Вторым шагом является организация централизованной БД, хранящей параметры устройств и программных продуктов. Обычно такие централизованные БД поддерживаются управляющими системами. Управляющая система создает схемы взаимодействия устройств (например, карты сети) и программных продуктов. Но для небольшой ИС администратор системы может использовать средства любой СУБД для организации такого хранилища данных. Обычно процесс документирования конфигураций частично выполняется MS, частично вручную администратором системы.

Третьим шагом в администрировании конфигураций является выработка механизма опроса конфигураций, подтверждения их и документирования изменений. Этот механизм должен дать администратору системы уверенность в том, что изменения конфигураций прошли корректно, и о модификации параметров извещены соответствующие службы администратора системы, разработчики прикладных систем и (при необходимости) производственные структуры организации. АС должен быть уверен, что проинформированные службы обоснованно приняли (либо отвергли) эти изменения. Этот процесс показан на рис. 9.1.

Некоторые сетевые управляющие системы позволяют сначала изменить параметры у себя, а затем распространить их по устройствам ИС с помощью процесса модификации. После

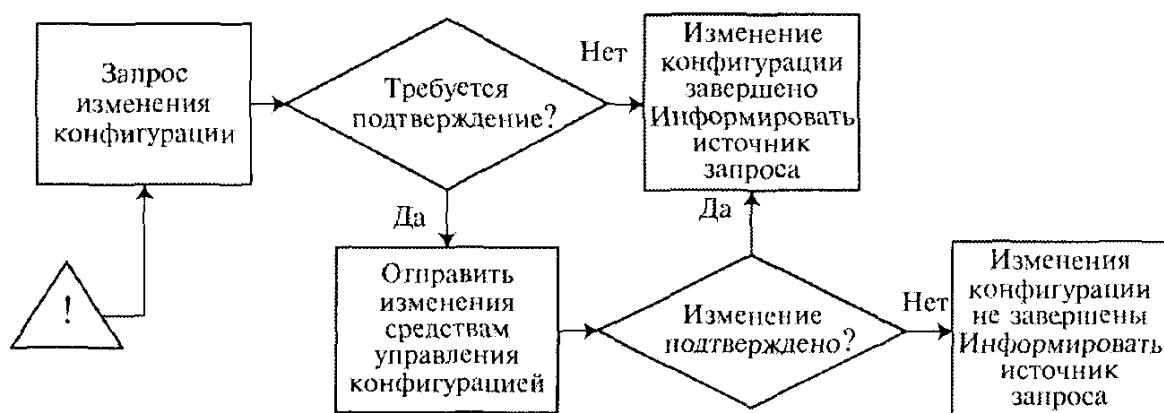


Рис. 9.1. Простейшая процедура управления формализованными изменениями конфигурации

этого NMS получают подтверждение о произошедших обновлениях и изменяют функциональные схемы взаимодействия устройств. В любом случае изменения параметров ИС должны быть известны пользователям и подхвачены средствами сопровождения с тем, чтобы АС был уверен в соответствии реальных изменений и задокументированной информации.

Четвертым шагом является реализация процесса аудита параметров относительно базовых, поскольку, вне зависимости от способа изменения параметров (автоматически или вручную) существует вероятность того, что внесены некорректные обновления или изменения параметров, не синхронизированные между собой. Процесс аудита ножож на процесс документирования, но с обнаружением ситуаций и оповещением о них администратора системы (если процесс управляет, например, NMS). Аудит может производиться автоматически через регулярные интервалы времени или инициироваться администратором системы.

9.2. Задачи и проблемы конфигурации

Различные аппаратные средства и разные программные продукты имеют наборы сходных параметров и одинаковые принципы их задания. Поэтому можно выделить ряд стандартных проблем и задач конфигурации, к ним относятся следующие: стандартизация параметров, задание параметров при инициализации ресурсов, обеспечение загрузки компонент, восстановление параметров, инвентаризация параметров и до-

кументирование функциональных схем работы компонент системы, конфигурация параметров согласно политике организации.

Рассмотрим эти задачи [64].

Стандартизация параметров. АС должен создать стандарт на задание параметров для каждого вида коммуникационных устройств, серверов, ОС, СУБД и модулей прикладных систем. Такой стандарт должен стать стандартом организации, где функционирует ИС. Например, АС должен создать стандартную для всех коммутаторов конфигурацию, где коммутаторы названы соответственно switch1, switch2, ..., а виртуальные сети Vlan1, Vlan2, ..., и у всех коммутаторов не кодируется пароль доступа. Отличия в конфигурациях будут проявляться на уровне описания портов. Пример такой конфигурации приведен на рис. 9.2. При этом необходимо учитывать, что стандарты данной организации не должны противоречить отраслевым стандартам. Пример такого отраслевого стандарта будет приведен далее.

```
!
version 12.1
no service pad
service timestamps debug uptime
service timestamps log uptime
no service password encryption
!
hostname switch1
!
!
ip subnet-zero
!
vtp domain [smartports]
vtp mode transparent
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
vlan 2
name VLAN _ 2
!
vlan 3
name VLAN _ 3
```

Рис. 9.2. Пример стандартной конфигурации сетевых устройств

В примере продемонстрировано, что наименование хоста стандартизировано `switch1`, кодирование пароля не разрешено, идентификация виртуальных сетей стандартизована `VLAN_2`, `VLAN_3`.

Задание параметров при инициализации ресурсов. Задание параметров работы оборудования, ОС, СУБД или ИС при установке продукта администратором системы практически определяет дальнейшую эффективность, а часто и работоспособность системы. АС в процессе первоначальной загрузки модулей ИС должен внимательно относиться к умолчаниям (`default`), которые рекомендовали разработчики компонент ИС. Умолчания следует обязательно документировать (отражать в документации базовой конфигурации) и менять только в случае необходимости при понимании сути производимых компонентами ИС действий.

Обеспечение загрузки компонент (provision/deprovision). Новые устройства или программные компоненты ИС должны легко загружаться или удаляться вместе с их параметрами. Современные ИС быстро развиваются и требуют постоянных изменений. Длительный процесс таких изменений приведет к финансовым потерям. Поэтому АС должен иметь возможность (вручную или автоматически) быстро загрузить/выгрузить в БД управляющей системы соответствующие параметры (стандартизованные и соответствующие определенной политике). В автоматическом режиме это может быть произведено, например, с использованием протокола SNMP, по которому включаемая/выключаемая компонента ИС посредством агента оповестит управляющую систему об изменениях. Последняя, в свою очередь, посредством пересылки и загрузки/выгрузки конфигурационных файлов у данной компоненты ИС быстро и стандартно обеспечит процесс изменений.

Восстановление параметров. В некоторых ситуациях программным обеспечением могут быть потеряны параметры его загрузки. Перезагрузка их администратором системы вручную (пользуясь документацией) приведет к очень медленному восстановлению системы. Поэтому АС должен иметь архивные копии БД всех параметров компонент ИС. Современные управляющие системы предоставляют возможность регулярно копировать базу данных параметров и хранить копии за различные даты. В ситуациях неработоспособности ИС, которые

могут быть вызваны неправильными обновлениями параметров, восстановление определенной версии параметров системы приводит к восстановлению ИС.

Инвентаризация параметров и документирование функциональных схем работы компонент системы. Эта задача обсуждалась ранее. Укажем только, что АС при ее решении должен проверять версии установленных компонент ИС, иметь графическое представление о взаимодействии всех аппаратных и программных компонент, производить аудит работы всех сетевых протоколов. Следует также отметить, что инвентаризация системы входит в регламентные работы администратора системы и должна выполняться *регулярно* по выработанному им расписанию регламентных работ.

Конфигурация параметров согласно политике организации. В процессе стандартизации параметров АС должен учитывать и отражать в конфигурации корпоративные технологические стандарты, сетевые стандарты, стандарты безопасности, отраслевые стандарты. В этом случае при изменениях в этих стандартах все конфигурации различных компонент ИС меняются одинаково и одновременно по единым правилам (политике).

9.3. Оценка эффективности конфигурации ИС с точки зрения бизнеса

С точки зрения производственных подразделений предприятия важны влияния действий администратора системы по конфигурации ИС на время восстановления системы и на защиту ИС от несанкционированного доступа. Эффективность конфигурации ИС определяется *успехом* администратора системы в решении этих двух задач. Рассмотрим их подробнее.

9.3.1. Метрики систем

В предыдущей главе уже описывались метрики работы ИС. Одной из трех метрик является MTTR (минимальное время восстановления). Если эта метрика измеряется в минутах, то АС имеет немного времени на восстановление параметров ИС. Поэтому при создании стратегии архивирования параметров и конфигурации системы необходимо учитывать их влияние на метрику MTTR.

9.3.2. Защита от несанкционированного доступа

Защита от несанкционированного доступа является одной из основных проблем для всех ИС. Более подробно она будет рассмотрена главе 10. В этой главе будет определено, как ее решение связано с задачей конфигурации параметров. Администратору системы необходимо создать профайл (список) параметров данной организации, влияющих на защиту от несанкционированного доступа. На этот список параметров обычно влияют не только технологические требования организации или требования руководства, но и отраслевые или федеральные требования.

Политика безопасности с точки зрения конфигурации должна включать в себя [2, 64]:

- способ задания паролей пользователей и способ задания паролей АС;
- политику доступа к ИС;
- политику доступа мобильных пользователей;
- политику кодирования информации;
- политику использования антивирусов и антиспамов.

После конфигурации ИС администратор должен проверить свою работу, задав себе простые вопросы и ответив на них:

- информация в ИС доходит по назначению и не попадает куда-либо еще?
- в ИС циркулирует только авторизованная информация?
- информация записывается на известные и разрешенные администратором системы тома?
- информация искажается?
- нет ли неопознанной, «ничейной» информации?
- информация, требующая кодирования, так кодированной и осталась?

АС должен регулярно осуществлять превентивные тесты ИС на присутствие в системе хакеров, например пользователей, позиционирующих себя сотрудниками организации, в то время как они таковыми не являются. Эти проверки надо сопровождать отчетами для анализа слабых мест в конфигурации параметров безопасности.

Наконец, АС должен иметь доступ к официальным сайтам компаний-разработчиков компонент, используемых в ИС. Администратор должен иметь подписку на официальную рассылку изменений к компонентам ИС (например, версии драй-

веров, исправления ошибок — patch). Все изменения конфигураций следует получать только из официальных источников (обычно платных). Только в этом случае можно гарантировать систему от некорректной конфигурации компонент.

Изменения некоторых параметров системы могут привести к ошибкам, особенно если они осуществляются вручную. Поэтому АС необходимо постоянно следить за соответствием действующих параметров требованиям, сформулированным в профайле безопасности. Причем речь идет о том, что нужно исключить доступ неправильно работающих компонент, т. е. тех устройств или программ, которые становятся источниками ошибок или угроз.

Еще одной проблемой защиты от НСД являются сотрудники, заканчивающие работу в организации по различным причинам. Известно, что они являются *основным* источником раскрытия системы защиты от НСД. Администратор системы обязан *централизовано* хранить все идентификаторы и пароли пользователей, сведения о разрешенных ему правах доступа к различным компонентам ИС с тем, чтобы быстро и в едином месте их блокировать в случае увольнения сотрудника.

9.4. Технологии конфигурации и практические рекомендации

Для реализации задач по конфигурации параметров в ОС, СУБД, прикладных системах существуют собственные средства. К этим средствам АС должен добавить дополнительные программные продукты, позволяющие выдавать по расписанию отчеты о конфигурациях, архивировать согласно расписанию и восстанавливать параметры. Помимо этого необходимо использовать специальные системы защиты от НСД, например сетевые средства RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service)/TACAS (Terminal Access-Controller Access Control System), позволяющие централизовать сетевую защиту. Например, вместо того чтобы задавать пароль на каждом устройстве, можно централизовано хранить идентификатор пользователя, его пароль и права доступа.

Более подробно об этом следует прочитать в документах IETF RFC 2865, 2866, 2618, 2619, 2620.

Приведем **пример конфигурации** для подключения устройства к серверу RADIUS в целях централизации администрирования (рис. 9.3).

```
!
aaa new-model
aaa authentication login default group RADIUS local
aaa authentication login CONSOLE local
username root privilege 15 secret MyP@ssword
!
no enable password
no enable secret
!
!
ip radius source interface Fa0/0
!
radius-server host 10/0/0/1 auth-port 1645 acct-port
1646 key P@ssword2
!
Line console 0
logging synchronous
login authentication CONSOLE
!
line vty 0 15
Privilege level 15
Login authentication default
!
```

Рис. 9.3. Пример подключения устройства к серверу RADIUS для централизованной администрации

Подробное описание параметров запуска, приведенных в примере, следует смотреть в технической документации по продукту RADIUS, входящему в состав операционных систем коммуникационных устройств.

Приведем еще один пример — **пример профайла** параметров и **отраслевых требований** защиты от НСД для компаний, обслуживающей платежные банковские карты [18].

Уровень защиты повышается с увеличением числа банковских транзакций и числа пользователей. А потери от неверной конфигурации даже для одного пользователя могут быть очень ощутимы. Отрасль регулируется специальным стандартом PCI DSS, требованиями Центрального банка Российской Федерации (ЦБ РФ), требованиями платежной системы Visa International, требованиями платежной системы MasterCard Worldwide. Администратору системы для составления профай-

ла необходимо изучить все эти требования. Для того чтобы предоставить объем необходимых сведений для грамотной работы администратора системы, кратко опишем регулирующие документы.

В 1998 г. ЦБ РФ было принято Положение № 23-П «О порядке эмиссии кредитными организациями банковских карт и осуществления расчетов по операциям, совершаемым с их использованием». Этим положением были установлены требования к кредитным организациям по эмиссии банковских карт, правила осуществления расчетов и порядок учета кредитными организациями операций, совершаемых с использованием банковских карт. Указанный нормативный акт отразил практически все аспекты организации и осуществления расчетов с использованием банковских карт. Это позволило кредитным организациям получить ответы на многие вопросы, возникающие в их практической деятельности.

В декабре 2004 г. ЦБ РФ было выпущено Положение № 266-П «Об эмиссии банковских карт и об операциях, совершаемых с использованием платежных карт», дополняющее Положение № 23-П и действующее до настоящего времени. Требования к членам платежной системы MasterCard Worldwide, описываются в периодически обновляемой группе документов Member Service Provider Rules Manual («Руководство по правилам для членов»). К этой группе документов ежегодно выходят дополнения и изменения в виде документа MSP Rules Manual Update.

Платежная система Visa International также периодически выпускает инструкции по организации процесса работы с ее картами. Требования Visa выпускаются в виде двух документов: Visa International Operating Regulations и Visa Regional Operating Regulations.

Первый документ содержит глобальные правила участия в платежной системе, правила по управлению рисками, требования к эмитентам карт, правила по выпуску карт, проведения торговых операций и способы разрешения споров. Второй документ вносит изменения и дополнения к первому для каждого из регионов. Россия входит в выделенный Visa регион СЕМЕА (Central and Eastern Europe, Middle East, and Africa — Центральная и Восточная Европа, Средний Восток и Африка).

Соответственно правила работы в системе Visa для России регулируются документом Visa Regional Operating Regulations for CEMEA. Также, специально для России, выпущен документ Visa Russian Domestic Operating Regulations, который уточняет Visa Regional Operating Regulations. В этом документе указаны суммы лимитов транзакций и платежей в рублях, внесены отдельные поправки к правилам проведения транзакций (например, разрешены в большинстве случаев транзакции в валюте, отличной от рублей).

О стандарте PCI DSS. Этот термин наиболее часто используется в связи с деятельностью Payment Card Industry Security Standards Council (Совет по стандартам в области безопасности платежных карт). Это независимый совет, первоначально сформированный American Express, Discover Financial Services, JCB, MasterCard Worldwide и Visa International в целях управления развитием стандартов по безопасности данных PCI (Payment Card Industry Data Security Standard — PCI DSS). Компании, занимающиеся процессингом, т. е., выпуском платежных карт, хранением данных о картах, передачей данных о платежах с использованием платежных карт, должны соблюдать требования PCI DSS. Иначе они рискуют быть оштрафованными и лишенными лицензии. Организации, работающие с платежными картами, должны периодически подтверждать свое соответствие требованиям PCI. Эта проверка соответствия проводится аудиторами — людьми, которые являются сертифицированными экспертами PCI DSS (QSAs). Текущая версия стандарта определяет 12 требований, разделенных на 6 логически связанных групп. Перечислим эти группы и требования.

Построение и обслуживание безопасной сети:

- установите и поддерживайте средства межсетевой защиты, чтобы защитить данные о владельцах платежных карт;
- не используйте поставляемые продавцом значения по умолчанию для системных паролей и других параметров безопасности.

Защита данных о владельцах платежных карт:

- защитите хранящиеся данные о владельцах платежных карт;
- зашифруйте данные о владельцах платежных карт при передаче их через открытые сети общего пользования.

Поддержка программ мониторинга уязвимостей:

- используйте и регулярно обновляйте антивирусное программное обеспечение;
- разрабатывайте и поддерживайте устойчивые системы и приложения.

Контроль доступа к информации:

- ограничите доступ к данным о владельцах платежных карт по принципу необходимого знания (предоставление доступа только к тем данным, которые безусловно необходимы сотруднику для выполнения его функций);
- назначьте уникальный идентификатор (логин) для каждого пользователя для доступа к компьютерам;
- ограничьте физический доступ к данным о владельцах платежных карт.

Использование средства мониторинга и тестирования сетей:

- следите за доступом ко всем сетевым ресурсам и данным о владельцах платежных карт;
- регулярно тестируйте системы безопасности.

Поддержка политики информационной безопасности:

- разработайте и поддерживайте политику, направленную на осуществление информационной безопасности.

Соответственно стандарту PCI DSS в параметрах конфигурации сетевых компонент ИС должны быть указаны:

- конфигурация параметров фаерволла;
- отсутствие использования умолчаний для системных паролей и других параметров защиты от НСД;
- защита хранимой информации во время передачи транзакций;
- кодирование информации при передаче через публичные сети;
- использование и регулярное обновление антивирусов, например, для устройств под управлением ОС IOS;
- предоставление уникального идентификатора каждому пользователю на сетевом устройстве;
- контроль доступа к сетевым ресурсам;
- регулярный запуск тестов системы защиты от НСД возможными средствами управляющей системы.

При конфигурации ИС с точки зрения безопасности следует помнить, что лучший способ ее обеспечения — выполнять правильно все ее процедуры, определенные во всех компонентах ИС.

Дополнительная информация

1. www.huawei.com/products/datacomm/catalog — техническая документация «command reference, configuration guide» по коммуникационным устройствам с описанием процесса конфигурации

Контрольные вопросы

1. Дайте определение процесса конфигурации.
2. В чем суть каждого из четырех шагов по переходу от ручной конфигурации системы к автоматической?
3. В чем суть задачи инвентаризации параметров ИС?
4. Дайте пример стандартизации параметров.
5. Какая метрика показывает, насколько правильна технология архивирования параметров?
6. Что собой представляет профайл безопасности, и какие параметры в нем должны быть, например, для платежной карточной системы?
7. Что должна включать в себя политика безопасности с точки зрения конфигурации?
8. Почему АС должен брать значения параметров только из официальных сообщений об их изменении?

Глава 10

АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УЧЕТА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Данная глава посвящена вопросам управления процессами учета ресурсов ИС и вопросам обеспечения информационной безопасности. В разделе 10.1 определяются основные задачи учета, в подразделе 10.2.1 рассматриваются наиболее типичные виды угроз безопасности, в подразделе 10.2.2 — средства, мероприятия и нормы защиты безопасности.

Особое внимание удалено практическим рекомендациям администратору системы по обеспечению информационной безопасности. Так, для понимания конкретных мер, которые осуществляет администратор системы для обеспечения информационной безопасности ИС, в подразделе 10.3 рассматривается их реализация на примере системы обслуживания банкоматов. При этом излагаются аппаратные, программные и организационные средства защиты от несанкционированного доступа.

Поскольку современная информационная система — это всегда сетевая система, в подразделе 10.4 приводится пример реализации средств безопасности сетевой подсистемы ИС.

Подраздел 10.5 посвящен вопросам организации удаленного доступа к сети предприятия на основе безопасной VPN-технологии, для чего рассматриваются различные типы частных виртуальных сетей (подраздел 10.5.1) и технология IPSec (подраздел 10.5.2).

10.1. Задачи учета

Задача учета ресурсов ИС и управление учетом — это относительно простые проблемы из тех, которые стоят перед администратором системы. Обычно средства, входящие в состав ОС, СУБД, прикладных систем и коммуникационных систем достаточны для ее решения. Кроме того, средства учета (аудита) находятся и в составе систем MS или NMS.

Основные задачи учета перечислены ниже [64]:

- отслеживание исполняемых сервисов и затрачиваемых ресурсов;
- отслеживание цены сервисов, используемых в системе;
- учет лимитов пользователя в системе;
- учет квот ресурсов, которые выдавались процессам и пользователям ИС;
- получение отчетов о результатах решения всех предыдущих задач;
- получение отчетов о жульничестве;
- интеграция различных отчетов и учет совокупной цены использования различных ресурсов.

Так, например, в ОС Windows XP существует возможность аудита объектов (файлов и директорий) [29]. В журнал безопасности ОС вносятся сведения об определенных действиях пользователя: когда и кто открыл, изменил или удалил файл. Можно провести учет (аудит успехов) всех успешных доступов к объекту и всех неудачных попыток доступа с выдачей соответствующих отчетов. Подробная информация о конкретных возможностях учета содержится в технической документации по ОС или СУБД (Technical reference, User's Guide и т.п.).

Администратор системы может пользоваться *общими средствами учета* управляющих систем ИС. В случае отсутствия MS или NMS возможно использование средств учета ОС или СУБД. В сложных случаях, например, диагностики причин несанкционированного доступа к данным, возможно комбинированное использование всех имеющихся средств учета.

10.2. Защита от угроз безопасности

Угрозой является любая ситуация, вызванная преднамеренно или ненамеренно, которая способна неблагоприятно повлиять на систему [1].

Преднамеренные угрозы всегда осуществляются пользователями системы или прикладными программистами.

К основным преднамеренным угрозам относятся [1]:

- использование прав доступа другого пользователя сети;
- несанкционированный доступ к данным и их чтение, удаление, модификация или ввод;

- модификация программного продукта без санкции администратора системы;
- несанкционированное копирование данных;
- несанкционированный доступ к зашифрованным данным, вскрытие системы кодирования данных или паролей;
- внедрение компьютерных вирусов;
- электронные помехи;
- несанкционированное подключение к кабельной системе;
- несанкционированный доступ к консолям серверов баз данных, систем управления информационных систем.

Непреднамеренная угроза всегда вызывается сбоями питания, сбоями аппаратных или программных средств, неквалифицированными действиями персонала.

К непреднамеренным угрозам можно отнести следующий ряд событий [1]:

- разрушение данных в результате отключения питания серверного или сетевого оборудования;
- разрушение данных из-за сбоев оборудования серверов операционной системы, серверов баз данных или коммутационного оборудования;
- разрушение данных в результате сбоев операционной системы;
- разрушение данных в результате сбоев СУБД;
- ввод неправильных данных из-за ошибок прикладного обеспечения;
- нарушение целостности данных или их разрушение из-за ошибок прикладного математического обеспечения;
- нарушение целостности данных из-за сбоев системного прикладного математического обеспечения или аппаратных средств;
- недостаточный профессионализм персонала или его нехватка;
- разрушение кабельной системы или аппаратуры;
- пожары по причине коротких замыканий;
- электростатические проблемы;
- неквалифицированные действия администратора системы, что обычно является наиболее частой и самой опасной причиной всех проблем с информационной системой.

Идеальная система безопасности ИС должна обеспечить полностью прозрачный санкционированный доступ к дан-

ным и непреодолимые трудности при попытках несанкционированного доступа [2]. Помимо этого необходимы средства управления санкциями и средства отслеживания всех попыток несанкционированного доступа. Система MS или NMS должна предоставить администратору системы, занимающемуся проблемами безопасности, средства для фиксации активности процессов ИС и фиксации перехода этих процессов в аномальное состояние. Основными для управляющей системы должны быть следующие возможности:

- контроль над различными журналами или интегрированным журналом системы (системными логами для анализа доступа пользователей и приложений);
- контроль над доступом к ресурсам (возможно, выборочный);
- проверка прав пользователей;
- проверка информации на ее частную принадлежность пользователю;
- ведение отчетов о ситуациях, связанных с тревогами (alarm/event);
- ведение журнала проверок;
- распространение информации, связанной с защитой безопасности, соответствующим службам администратора системы и пользователям.

Обеспечение безопасности — чрезвычайно сложная проблема. До настоящего времени не разработана единая и связная теория обеспечения безопасности ИС [2]. Это объясняется не только сложностью, но и неоднозначностью задачи. Несанкционированный доступ к системе может быть получен не только посредством взлома пароля пользователя, но и посредством физического похищения носителя или при помощи нелояльного сотрудника компании, имеющего доступ к данным. На практике на достаточно полное решение проблемы безопасности не хватает денег, у администратора системы недостаточно соответствующих полномочий, а у служб безопасности нет соответствующих технических знаний.

10.2.1. Виды угроз безопасности

Наиболее типичными видами угроз безопасности являются несанкционированный доступ, низкий уровень аутентификации, взлом паролей, атаки приложений, вирусы, черви и «тロjanские кони», подделка IP-адресов, атаки вида «отказ в обслуживании», захват контроля над системой [2].

Рассмотрим эти виды угроз безопасности [2, 6, 29].

Несанкционированный доступ. В руководящих документах Государственной технической комиссии РФ доступ к информации определен как ознакомление с информацией, ее обработка, в частности копирование, модификация или уничтожение информации. Под несанкционированным доступом (НСД) к информации понимается доступ, нарушающий правила разграничения доступа с использованием штатных средств, предоставляемых средствами вычислительной техники или автоматизированными системами [6]. Защита от несанкционированного доступа заключается в предотвращении или существенном затруднении последнего. Несанкционированный доступ к информационной системе — это использование ИС (или ее подсистемы) без согласия владельца. Примером является использование сети компании, использование программного обеспечения сервера в неразрешенных целях или похищение личной информации пользователя. Администратору системы следует реализовать контроль доступа средствами ИС и аудит потоков данных.

Низкий уровень аутентификации. Эта угроза существует, если ИС не имеет средств аутентификации (т. е. средств задания и проверки паролей пользователей) или эти средства неэффективны. Администратор системы должен в обязательном порядке использовать имеющиеся средства аутентификации, причем в наиболее строгом варианте, например все средства, предоставляемые сетевыми устройствами. Если требуется особенно надежная аутентификация, АС должен применить дополнительные средства, например биометрический анализ.

Взлом паролей. При вскрытии систем безопасности часто используется неосторожность пользователей, выбирающих себе слишком простые пароли или действующих по легко распознаваемой схеме их создания. Как уже говорилось, обычно операционная система или ИС генерируют пароли пользова-

телей по специальным алгоритмам, например MD5. При попытке их взломать применяются произвольные комбинации букв, цифр, специальных символов, которые генерируются по тем же алгоритмам, либо используются списки слов (словари) для генерации пробных паролей. АС должен дать пользователям рекомендации по длине пароля и его сложности. Надежный пароль должен иметь длину 7 — 14 байт (символов), не включать в себя сленговые слова или наиболее вероятные комбинации, а также слова из словарей ОС. Следует установить срок действия паролей.

Атаки с использованием сетевых анализаторов пакетов. Анализаторы пакетов (Sniffers), или сетевые анализаторы, — это программно-аппаратные комплексы, перехватывающие пакеты, проходящие по кабельной системе. Они применяются для поиска неисправностей, определения сетевых проблем, измерения характеристик трафика. Но хакерское сообщество разработало анализаторы пакетов, позволяющие перехватывать пароли для вскрытия систем доступа к ИС. Поэтому администратору системы следует использовать шифрование паролей (а иногда и данных), например, по протоколу IP Security (IPSec), а также применять одноразовые пароли (One Time Password — ОТР-пароль).

Атаки приложений. Атаки приложений представляют собой попытки атаковать уязвимые места в прикладном программном обеспечении. Например, атаки против серверов приложений. Администратору системы следует подписаться на официальную информационную рассылку производителя для получения информации об уязвимых местах приложений, устанавливать рассылаемые программные заплатки, связанные с защитой приложений, контролировать ресурсы серверов.

Вирусы, черви и «троянские кони». АС должен использовать антивирусное программное обеспечение на рабочих станциях, а также ограничить возможность записи пользователем на жесткие диски или внешние устройства несанкционированных продуктов. На серверах могут быть использованы специальные средства контроля и фильтрации доступа, например сетевые экраны — фаерволлы или host-based IDS.

Подделка IP-адресов. При подделке IP-адресов хакер пытается представиться санкционированным пользователем путем

использования адреса из внутреннего диапазона IP-адресов или авторизованного внешнего адреса, с которого возможен доступ к некоторым ресурсам. АС должен руководствоваться рекомендациями RFC 2827 и RFC 1918 для организации фильтрации адресов.

Атаки вида «отказ в обслуживании» (Denial of Service, DoS). Эта атака заключается в приведении атакуемой системы или ее части в неработоспособное состояние. Результат достигается, например, путем взлома пароля и блокирования учетных записей пользователя, либо ищется неквотируемый ресурс, нужный прикладному процессу, или некорректно обрабатываемая ошибка в программном коде, приводящая к «зависанию» программы. Этот тип атак может привести к потере доходов предприятия. Вместе с входной и выходной фильтрацией АС должен согласовать свои действия с оператором связи, например, по ограничению скорости передачи на пограничном маршрутизаторе корпоративной системы, а также контролировать число соединений, разрешенных рабочей станции.

Захват контроля над системой в целях атаки на другие системы. Это *наиболее опасные* атаки. Трудно найти рабочую станцию под управлением ОС Windows, которая ни разу не была бы заражена вирусом и не представляла бы угрозу для остальных пользователей. По-видимому, проблему можно решить, если владелец, использованной таким образом системы, будет нести гражданско-правовую ответственность. Но тогда решение надо возложить (хотя бы частично) на разработчиков прикладного и системного ПО. Однако это противоречит бизнес-моделям поставщиков программного обеспечения. В первую очередь это касается корпорации Microsoft, поставляющей программное обеспечение в коробочном варианте (*shrink-wrap software*) без контракта на поддержку [2].

10.2.2. Средства, мероприятия и нормы обеспечения безопасности

К средствам, мероприятиям и нормам обеспечения безопасности процессов переработки информации, которые используются администратором системы, относятся аппаратные и программные средства, организационные мероприятия, законодательные и морально-этические нормы [6].

Аппаратные средства реализуются в виде электронных или электрических устройств. Они могут быть встроены непосредственно в вычислительную технику или реализовываться автономно, например, электронные замки на дверях помещений.

Программные средства выполняют функции защиты процессов обработки информации (например, сетевые экраны — фаерволлы). Обычно все программные продукты включают средства AAA (Авторизация пользователей, Аутентификация пользователей и Аудит системы), которые уже были рассмотрены в главе 6.

Организационные мероприятия представляют собой организационно-технические и организационно-правовые мероприятия, осуществляемые администратором системы в процессе установки или эксплуатации ИС. Организационные мероприятия являются *наиболее действенными и существенными* средствами. Они охватывают все этапы жизненного цикла ИС, а именно: строительство помещений, проектирование ИС, монтаж и настройка оборудования, эксплуатация системы. Организационные мероприятия включают ограничение доступа к частям объекта, где работает ИС, разграничение доступа к ресурсам, разработку документации и инструкций пользователям, сертификацию средств защиты, контроль выполнения правил.

Законодательные нормы определяются законодательными актами страны, регламентирующими правила пользования и обработки информации и устанавливающими меры ответственности за нарушение этих правил [6]. Законодательное регулирование осуществляется в России на основании Федерального закона от 25.01.95 № 24-ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации», Закона РФ от 21.07.93 № 5485-1 «О государственной тайне». Установлено 9 государственных стандартов и нормативов в сфере обеспечения информационной безопасности: ГОСТ 28147—89, ГОСТ Р 34.10—94, ГОСТ Р 34.11—94, ГОСТ 29.339—92, ГОСТ Р 50752—95, ГОСТ РВ 50170—92, ГОСТ Р 50600—93, ГОСТ Р 50739—95, ГОСТ Р 50922—96. Кроме того, существует 12 ГОСТов, связанных с системами тревожной сигнализации, около 200 ГОСТов, связанных с сертификацией БД, телекоммуникационных, программных и аппаратных средств, аттестационным тестиро-

ванием взаимосвязи открытых систем, более 100 ГОСТов по системам качества (стандарты серии ISO 9000) [6]. АС должен обратить особое внимание на ГОСТы, связанные с криптографической защитой информации (ГОСТ 28147—89, ГОСТ Р 34.10—94, ГОСТ Р 34.11—94), и ГОСТ Р 50739—95 «Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Общие технические требования». Кроме того, АС должен быть знаком с нормированием и стандартизацией процессов безопасности иностранными производителями. Данные нормы и стандарты отражены в Оранжевой книге Агентства компьютерной безопасности США (7 уровней безопасности TCSEC) и в Красной книге Министерства обороны США, а также ITSEC стран ЕС («Критерии оценки защищенности информационных технологий», или Белая книга, 10 классов безопасности) [6].

Морально-этические нормы реализуются в виде сложившихся норм, которые не являются обязательными, но приняты в профессиональных сообществах. Несоблюдение этих норм ведет к потере возможности взаимодействия внутри сообществ. К таким нормам относится, например, Кодекс профессионального поведения членов ассоциации пользователей ЭВМ США.

Более подробно материал изложен в [6].

10.2.3. Обычные меры организационной защиты для борьбы с преднамеренными угрозами

Как уже было отмечено, организационные меры являются наиболее действенными средствами по обеспечению информационной безопасности ИС. Администратор системы должен обязательно *предусмотреть* меры организационной защиты. Это могут быть *ограничения на доступ в помещения* с помощью компьютерных средств (замков), *журналы контроля доступа*, которые ведутся техническим персоналом, разбиение помещений на зоны доступа по категориям персонала. Необходимо обязательное *ограничение доступа* к телекоммуникационным клозетам и телекоммуникационным шкафам. Они должны запираться администратором системы. К мерам организационной защиты можно отнести и *запрещение использовать* на компьютерах пользователей устройства ввода-вывода, такие как диско-

воды или USB-порты, и разрешение работать *только в сетевом варианте*. При этом вся общая информация или программные продукты загружаются только администратором системы.

Примером еще одного способа организационной защиты является *запрет выхода во внешний мир* из корпоративной сети организации, если конечно, это позволяет деятельность организации. При этом возможно *физическое разделение кабельных систем* для внутренней сети организации и для сети, из которой разрешен выход во внешний мир (например, в Интернет). Сеть для выхода во внешний мир должна быть *отдельной*, и на ее серверах *не должно быть* корпоративной информации.

Наконец, еще одной мерой организационной защиты является разрешение пользователям работать исключительно на персональных компьютерах, которые *выдаются на период работы* (например, ноутбуках) и подключаются по разрешению администратора системы к портам корпоративной сети.

Отдельно следует остановиться на защите кабельных систем. Администратор системы должен следить за тем, чтобы вся *кабельная система прокладывалась в закрытых коробах*. А в случае прокладки кабелей по специальным лоткам они должны находиться *вне пределов* простой досягаемости, например на большой высоте под фальш-потолком. Еще раз напомним, что доступ к телекоммуникационным клозетам должен быть строго ограничен. Они должны запираться и быть *доступными только администратору системы*. Функциональные схемы сети и кабельной системы *не должны быть* доступны пользователям и прикладным программистам. Обычно их помещают в аппаратных помещениях центральных телекоммуникационных клозетов.

10.3. Пример реализации защиты от НСД для системы поддержки банкоматов

Работа с таким финансовым инструментом, как платежная карта, требует особого подхода к организации безопасности в области передачи пользовательской информации и выдачи денег [18]. Ниже перечислены основные проблемы, возникающие при эксплуатации банкоматов, и мероприятия по их разрешению:

- обеспечение сохранности информации, которая передается между банкоматом и системой управления, и не-

возможности ее фальсификации; проблема решается за счет использования шифрования и цифровой подписи, используется аппаратная реализация;

- физическая защита банкомата от грабежа и мошенничества, связанного с кражей информации о картах и с использованием поддельных карт; используются устройства, обеспечивающие безопасность терминалов и аппаратная реализация;
- использование программных ограничений, препятствующих мошенничествам;
- организационные мероприятия по обеспечению безопасности, которые реализуются на базе международных отраслевых стандартов и нормативов.

Рассмотрим эти проблемы и их решение подробнее [34, 35, 44].

10.3.1. Аппаратные средства защиты

Использование шифрования и цифровой подписи. Основным механизмом авторизации клиента как владельца платежной карты является проверка PIN-кода, запрашиваемого банкоматом перед проведением очередной операции. Передача PIN-кода между банкоматом и системой управления осуществляется в зашифрованном виде. Согласно требованиям платежных систем Visa и MasterCard в терминалах используется шифрование по симметричному алгоритму Triple DES.

Терминалы, например банкоматы компании Diebold, оборудуются устройством шифрования, объединенным в единый блок с клавиатурой. Это устройство называется EPP (Encrypting PIN Pad — клавиатура для ввода PIN-кода с шифрованием). EPP хранит ключи шифрования на своем носителе и передает PIN-код системному блоку банкомата в уже зашифрованном виде. Таким образом, повышается защищенность PIN-кода, поскольку установка мошеннического устройства, ведущего запись PIN-кода, возможна только непосредственно на поверхности клавиатуры. Это единственная точка, где код вводится в незашифрованном виде. Использование EPP также позволяет ускорить процесс шифрования и дешифрования, поскольку аппаратное решение будет работать быстрее аналогичного программного.

Сервера, где хранится вся информация по платежной системе, например HP Non-Stop, также оборудованы шифрующим

устройством, называемым HSM (Host Security Module), которое хранит в своей памяти ключи шифрования для всех терминалов и производит генерацию новых ключей. При проведении транзакции PIN-код шифруется ЕРР на терминале, затем передается в зашифрованном виде на специальный сервер. Модуль авторизации сервера передает зашифрованный PIN-код устройству HSM с указанием номера терминала и кодом банка-эмитента карты (кодом бек-офиса, куда будет отправлена карта на авторизацию). Устройство HSM с помощью ключа из таблицы терминальных ключей осуществляет дешифрацию PIN-кода, после чего шифрует PIN соответствующим ключом, необходимым для передачи бек-офису, и возвращает модулю авторизации снова в зашифрованном виде. Соответственно, PIN-код нигде не передается в открытом виде.

Для подтверждения подлинности сообщения, пришедшего от банкомата, может использоваться электронная цифровая подпись. Например, для терминалов Diebold она называется MAC (Message Authentication Code — код аутентификации сообщения). Генерация MAC осуществляется следующим образом: сообщение разбивается на 8-байтные блоки, каждый блок шифруется ключом DES, складывается со следующим, снова шифруется и т.д. Для избежания атаки повторением сообщения добавляется поле Message Coordination Number, которое является последовательным номером транзакции, проведенной через это устройство. Таким образом, два последовательных сообщения с одинаковыми данными по транзакции будут иметь разные MAC-ключи, а сообщение с неправильным Message Coordination Number будет отброшено.

Устройства, обеспечивающие безопасность терминалов. Терминалы (в качестве примера описаны терминалы компании Diebold) оснащаются специальными устройствами, предотвращающими кражи денег из банкоматов. Штатными устройствами такого рода являются датчики, срабатывание которых ведет к переключению банкомата в «закрытый» режим и отправке системе управления сообщения «неожидаемый статус» с информацией о сработавшем датчике. Приведем примеры таких датчиков:

- термодатчик, который реагирует на резкое повышение температуры, как правило, являющееся результатом попытки вскрыть банкомат (резка корпуса циркулярными пилами, газосваркой);

- сейсмодатчик, который реагирует на резкое сотрясение корпуса и изменение его положения, возникающее при попытке передвинуть банкомат;
- датчик повышенной напряженности электромагнитного поля, который предотвращает попытки разблокировать какой-либо из замков банкомата электромагнитом или стереть данные с носителей;
- датчики попытки проникновения в щель диспенсера (устройства выдачи денег) и картридера (устройства принятия банковской карты), препятствующие соответственно попытке извлечь деньги из диспенсера или захваченные карты из картридера с помощью специальных устройств.

При поступлении извещений от таких датчиков дежурные инженеры получают в системе мониторинга сообщение о попытке взлома.

Также к устройствам, обеспечивающим защиту от мошенничества, можно отнести механизм картридера, закрывающий щель ввода карт при проведении операции с ней, препятствуя тем самым попытке извлечь карту при вводе неверного PIN-кода.

Одним из популярных в настоящее время способов мошенничества является так называемый скимминг. Скимминг означает установку на картридер и клавиатуру банкомата сканирующих устройств, которые ведут запись карт, вводимых в картридер, и PIN-кодов, набираемых на клавиатуре. Для противодействия этому виду мошенничества на картридер и клавиатуру устанавливают специальные накладки, препятствующие установке поверх них сканирующих устройств.

10.3.2. Программные ограничения, препятствующие мошенничеству

Немаловажную роль в обеспечении безопасности операций, осуществляемых через банкомат, играют ограничения, вводимые системой управления [44, 58]. В первую очередь, это ограничения на вывод номеров карт. Как показывает практика, мошеннику не составляет труда подсмотреть набираемый PIN-код и узнать номер карты, который может быть выведен на чеке, выброшенном клиентом. Возникает возможность сделать копию карты. Поэтому номер карты на выводимом чеке усекается.

Следующим важным ограничением является ввод лимитов на выдачу денег при использовании карт «чужих» банков, контроль за которыми осуществляет модуль авторизации. Это ограничение связано с тем, что при троекратном вводе неверного PIN-кода «чужие» карты не задерживаются банкоматом (поскольку механизм возврата карт банку-эмитенту не оговорен), а блокируются на сутки системой авторизации. Это дает возможность подобрать PIN-код с помощью банкоматов различных банков, отличных от банка-эмитента. Поэтому запрос большой суммы при использовании карты, выпущенной банком, не входящим в группу определенного банка, расценивается как потенциальная попытка снятия всех денег со счета, связанного с украденной картой.

Для предотвращения грабежа клиента система управления формирует экран с балансом счета таким образом, чтобы при выводе его на банкомате была затруднена возможность чтения на расстоянии.

Во избежание грабежей банкоматов суммы, доступные для снятия со счета, которые фактически свидетельствуют о наличии, хранящейся внутри банкомата, появляются на экране только после авторизации клиента. Таким образом, потенциальный грабитель при попытке запросить большую сумму денег на выдачу будет вынужден оставить в журналах (логах) системы управления номер своей карты.

10.3.3. Организационные мероприятия по обеспечению безопасности

Организационные мероприятия по обеспечению безопасности осуществляются на базе рекомендаций отраслевого стандарта PCS DSS и включают следующие требования [50, 66]:

1. Ввод различных ключей шифрования в один банкомат согласно требованиям Visa осуществляется минимум двумя различными уполномоченными людьми, каждый из которых знает только те ключи, которые вводит.

2. Доступ в помещение с оборудованием (серверная), связанным с управлением банкоматами, разрешается строго определенным лицам при получении ими разрешения у двух инженеров по безопасности. Оформляется однократный до-

пуск к оборудованию, который проверяется сотрудниками охраны при входе.

3. Каждый сотрудник процессингового центра (компания, обслуживающая работу с банковскими картами) имеет уникальную учетную запись для работы с персональным компьютером и при необходимости отдельную персональную учетную запись для работы на сервере.

4. Права доступа к каждому файлу с исходным текстом настраиваются с помощью средств ОС и закреплены не более чем за двумя людьми, которым разрешена модификация и компиляция элементов системы управления.

5. Права доступа к отдельным файлам настроек и к командам для банкоматов, задаются специализированными средствами и специально уполномоченным сотрудником. Доступ к средствам распределения прав разрешен не более чем двум сотрудникам.

6. Регулярно проводится смена паролей и ключей шифрования.

7. Запрещено подключение оборудования к промышленной и тестовой системам одновременно.

10.4. Пример реализации средств безопасности сетевой подсистемы ИС

Без реализации системы безопасности сети доступ к информационной системе могут получить как обычные пользователи, так и хакеры. При этом никакие средства серверов, СУБД, ОС не могут так же успешно, как сетевые средства контролировать безопасность и доступ к ресурсам ИС. С быстрым развитием возможностей удаленного доступа потребность усиления сетевой безопасности еще более возрастает из-за возможного вторжения в сеть ИС посторонних пользователей.

Безопасность сети определяется мерами, предусмотренными администратором системы. Чтобы реализовать различные меры безопасности, администратор системы должен создать *политику* (правила) безопасности в сети. Политика безопасности определяет цели и способы обеспечения безопасности в сети. Создание политики безопасности организации позволит зафиксировать ее в соглашениях об уровне обслуживания

(SLA) на основе применяемых стандартов безопасности. Подробнее соглашение SLA рассматривается в главе 11.

Политика безопасности доступа включает следующие аспекты [20, 21, 22]:

1. *Политика допустимого использования сети* определяет, какие действия пользователя являются разрешенными и ответственность авторизованных пользователей, например, ежедневный запуск антивирусных программ.

2. *Политика использования паролей* определяет частоту смены паролей, их длину, группы администратора системы, имеющие системные пароли.

3. *Политика использования электронной почты и выхода в Интернет* определяет, каким пользователям ИС разрешено пользоваться электронной почтой и дано право выхода в Интернет. Например, такие права даны только тем сотрудникам, которым это необходимо для выполнения служебных обязанностей.

4. *Меры, предпринимаемые в случае инцидентов в сети*, например, администратор системы предусматривает, что должны делать пользователи в случае заражения вирусом их компьютера или обнаружения попытки несанкционированного доступа к их данным или сети.

5. *Политика доступа удаленных пользователей к сети* определяет, как сотрудники компании получают доступ к корпоративной сети из другой сети. Например, администратор системы может потребовать, чтобы доступ к корпоративной сети с домашнего компьютера осуществлялся с помощью программного обеспечения виртуальных частных сетей (VPN) и с использованием одноразовых паролей (OTP) [20].

6. *Политика экстранет (extranet) соединений* определяет, как создаются соединения с корпоративными сетями партнеров по бизнесу. Например, администратор системы может потребовать, чтобы партнерам было разрешено соединение с корпоративным сайтом только путем создания между сайтами VPN-туннеля с использованием стандарта тройного шифрования (Triple Data Encryption Standard — 3DES) [20].

7. *Политика использования общедоступных служб* определяет, какие сетевые службы доступны в сети Интернет, например FTP, SMTP, HTTP, DNS.

Каждый уровень сети (магистральный, распределения, доступа) имеет различные функции, и на каждом из них различным образом осуществляется политика безопасности.

10.4.1. Политика безопасности магистрального уровня

Применение политики безопасности на магистральном уровне увеличивает задержку в сети, а оборудование и программное обеспечение магистрального уровня должно передавать пакеты настолько быстро, насколько это возможно. Поэтому администратор системы должен стараться реализовывать политику безопасности на более *низких уровнях* — уровне доступа и уровень распределения. А магистральный уровень должен полагаться на политику безопасности и фильтрования этих уровней.

Например, компания Cisco рекомендует, чтобы политика безопасности магистрального уровня касалась только функций качества обслуживания (QoS), которые меньше всего за- действуют процессор коммутатора. Такой подход гарантирует заданный уровень обслуживания для конкретного соединения и предотвращает перегрузку сети.

10.4.2. Политика безопасности уровня распределения

Уровень распределения является основным уровнем для осуществления политики безопасности доступа. На этом уровне происходит объявление правильных маршрутов, блокирование трафика определенного типа и ограничение объема данных, посылаемых на магистральный уровень.

Четкая политика на уровне распределения гарантирует, что ненужный трафик или неправильные маршруты не будут распространяться на уровень магистрали. Осуществляется эта политика с помощью средств операционной системы коммутаторов данного уровня и определяет следующие аспекты:

- определение пакетов пользователей, которые могут передаваться другим виртуальным сетям; соответствующее ранжирование достигается применением списков доступа к конкретным портам, чтобы пропускать или уничтожать определенные пакеты данных;
- определение маршрутов, доступных магистральным коммутаторам согласно спискам распределения;
- определение сетевых служб, которые будут использоваться во всей сети, например DNS и DHCP.

На уровне распределения политика безопасности сети реализуется с помощью следующих средств:

- списков доступа;
- ограничения доступа через управляющие программы эмуляции терминала (Telnet, SSH, HyperTerminal) к управляющей консоли устройства;
- конфигурирования пользователей и паролей на физических устройствах;
- ограничения доступа к средствам ОС коммутаторов с помощью уровней привилегий;
- обеспечения безопасности доступа к порту коммутатора.

Последние четыре способа могут быть реализованы на уровне распределения и на уровне доступа. Более подробно рассмотрим их реализацию именно на уровне доступа, где они применяются чаще всего.

Список доступа — это список условий, задаваемый средствами ОС сетевого устройства, которые управляют доступом к коммутатору или маршрутизатору. Списки доступа для протоколов IP, AppleTalk или IPX управляют доступом к различным сегментам сети. После того как список доступа создан, он может применяться на входящем или исходящем интерфейсе. Все, что не включено в список, — запрещено.

Фильтрация пакетов осуществляется сравнением значений их полей. Полученная из пакета информация (адрес источника и адрес получателя) сравнивается со значениями в списке доступа. Если зафиксировано совпадение, список в установленном порядке разрешает или запрещает передачу данных. Если обнаруживается запрет на передачу, то на порт отправителя пакета посыпается сообщение ICMP о запрещении доступа.

Список доступа обрабатывается в порядке его задания. Как только найдено совпадение, обработка списка прекращается.

Например, в ОС IOS Cisco есть два типа списков доступа: стандартный и расширенный. Оба типа разрешают или запрещают что-либо на основании определенных критериев.

Стандартный список доступа дает разрешение или накладывает запрет на передачу пакетов при использовании только адреса источника. Расширенный список доступа позволяет фильтровать пакеты на основании адреса источника, адреса получателя, типа протокола, приложения или номера порта транспортного протокола TCP.

Тип списка доступа определяется назначенным ему номером. В документации ОС производителя коммуникационного оборудования указываются разрешенные соответствия типов списков доступа номерам списков.

Команды расширенных списков доступа IP (IP указывает на все типы протоколов TCP/IP) более сложны, чем команды стандартных списков, и содержат намного больше опций. АС может с помощью команды записи информации в журнал *протоколировать* информацию о всех пакетах, которые соответствуют списку доступа. Включение этой функции потребляет ресурсы процессора, поэтому ее необходимо использовать *только* в целях поиска неисправностей.

Списки доступа создаются различными способами. Как только они созданы, можно распространить их применение на порты различных типов с помощью соответствующих команд. Управляя таблицами маршрутизации, можно ограничить размер таблиц в сетевых устройствах. Это позволит коммутаторам более быстро обрабатывать данные, не давать пользователям подключаться к сетям, к которым нет статических маршрутов или маршрутов по умолчанию, и поддерживать целостность информации маршрутизации.

10.4.3. Политика безопасности на уровне доступа

Политика безопасности на уровне доступа управляет физическим доступом к компонентам сети. На этом уровне администратору системы целесообразно обеспечить *наибольшую защиту* от несанкционированного доступа. Физический доступ подразумевает следующее.

Конфигурирование пользователей и паролей на физических устройствах. Пароли должны быть *заданы* для персонала служб администратора системы при любом способе доступа к коммутатору — через управляющую консоль или через эмуляторы консоли. Пароли должны быть *зашифрованы* средствами ОС коммутатора.

Ограничение доступа через программы эмуляции терминала (Telnet, SSH, HyperTerminal). Администратор системы должен *задать тайм-аут* для работы в этих продуктах. Операционная система коммутатора, не получая ввод символов от администратора в течение установленного

времени, закрывает сессию и «выкидывает» пользователя-администратора.

Ограничение доступа к средствам ОС коммутаторов с помощью уровней привилегий. Уровни привилегий могут быть назначены, чтобы разграничить функции администраторов системы. При этом АС должен дать кому-то из группы администраторов *системный уровень* для полного доступа к командам коммутатора с возможностью изменения конфигурации и параметров. Другие лица получают пользовательский уровень с возможностью выполнять ограниченное подмножество команд, которое не включает команды изменения конфигурации или функций отладки. Например, разрешаются только команды Display для просмотра параметров.

Обеспечение безопасности порта подразумевает *ограничение* прав доступа к порту коммутатора (Port Based Network Access Control) и означает идентификацию пользователя и контроль доступа устройства к порту коммутатора на уровне доступа. Пользователь получает доступ к ресурсам сети, если проходит процесс идентификации. В случае неподтверждения подлинности пользователя, он не получает доступа к ресурсам сети, что эквивалентно его физическому отключению. Правила такого контроля были предложены в стандарте IEEE 802.1x в 2001г. Стандарт определяет правила контроля доступа к порту коммутатора и предполагает, что все производители оборудования будут следовать им в целях стандартизации методов AAA. Но производители сетевого оборудования в значительной степени расширяют этот стандарт и вносят дополнения в реальных продуктах.

Так, производители обычно вводят *контроль по MAC-адресу* устройства, подключаемого к коммутатору, и возможность подсоединения к данному порту не одного, а нескольких портов пользователей (для осуществления перекоммутации).

Стандарт 802.1x различает два вида портов:

- *неконтролируемый порт* (к порту может подключиться любой пользователь);
- *контролируемый порт* (к порту может подсоединяться только порт со специальным паролем).

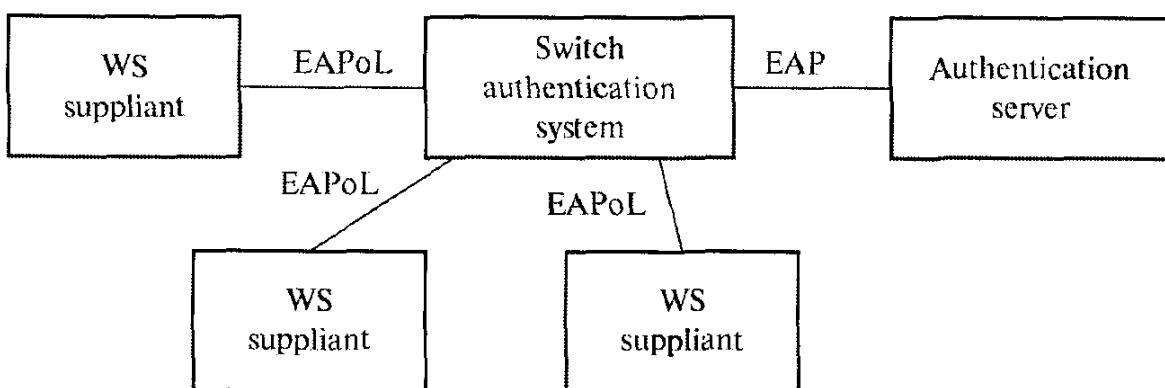


Рис. 10.1. Архитектура системы аутентификации

Согласно этому же стандарту существуют два вида контроля портов:

- *физический контроль* (только один порт рабочей станции или сервера может подключиться к данному порту аппаратуры);
- *логический контроль* (к порту могут подключаться разные физические порты).

Для поддержания механизма аутентификации был разработан протокол EAP [26] и его реализация с помощью технологии RPC (рис. 10.1).

На рабочей станции WS находится программный продукт, называемый агентом (*suppliant*). На коммутаторе работает программный продукт — аутентификационная система (*authentication system*, аутентификатор). Информация для аутентификации хранится на специальном сервере (*authentication server*), который может находиться под управлением службы администратора информационной системы предприятия или у оператора связи в центре аутентификации.

Сервер и аутентификатор работают по протоколу EAP (Extensible Authentication Protocol, расширяемый протокол аутентификации), а агент и аутентификатор взаимодействуют по протоколу EAPoL (Extensible Authentication Protocol over LANs).

Пакет EAP содержит (по стандарту) специальную информацию для аутентификации. Приведем примеры пакетов EAP:

- EAP-пакет: пакет содержит информацию аутентификации;
- EAPoL-start: пакет инициализации аутентификации, генерируется запрашивающей стороной;

- EAPoL-logoff: пакет запроса об окончании сеанса, передает состояние аутентификации;
- EAPoL-key: пакет, содержащий ключ для кодирования EAP-пакетов.

Агент запрашивает у аутентификатора разрешение доступа к порту. Аутентификатор проверяет права доступа на сервере аутентификации и разрешает доступ при наличии прав у запрашивающего порта. Контролируемый порт может начать работу только после успешного завершения процедуры аутентификации.

При этом к задачам администратора системы *относятся*:

- задание параметров контроля доступа к портам (разрешить или запретить доступ к порту, выбрать тип контроля порта, задать пул портов и адресов);
- проверка права доступа к портам;
- контроль числа попыток аутентификации, периода рукопожатия (handshaking), периода принудительного «выбрасывания» из системы, если аутентификация не пройдена.

Недостатком стандарта IEEE 802.1x является то, что в нем не предусмотрена работа удаленных пользователей (например, соединение по dial-up).

Как уже отмечалось, часть производителей сетевой аппаратуры вводит контроль доступа по MAC-адресам. В этом случае администратору системы необходимо *помнить* следующие моменты [21, 22, 37, 39]:

- безопасность порта нельзя применять к магистральным (транковым) связям, потому что они аккумулируют данные от нескольких виртуальных сетей VLAN и MAC адресов;
- функция безопасности порта не может быть активирована на порту получателя или источника SPAN — анализатора коммутируемого порта;
- на безопасном порту нельзя сконфигурировать динамическую или статическую запись CAM (connect addressable memory) [37, 39];
- после включения функции безопасности порта, все статические или динамические записи CAM, связанные с портом, удаляются, а любая постоянная запись CAM рассматривается как безопасный MAC адрес [37, 39];
- коммутаторы не всех производителей поддерживают безопасность порта.

По умолчанию установки коммутатора разрешают доступ со всех MAC-адресов на все порты коммутатора. При включении функции безопасности порта необходимо явно указать MAC-адреса, которым разрешается доступ к портам коммутатора. Портам разрешается использовать статические или динамические назначения MAC-адреса.

При динамическом назначении MAC-адреса и включении функции безопасности порта узел, первым пославший пакет со своим MAC-адресом, задает тем самым безопасный адрес порта. Если на порт коммутатора поступит фрейм от другого узла, соответственно, с другим MAC-адресом, то порт автоматически перейдет в выключеный режим.

При статическом назначении MAC-адреса сетевому администратору необходимо *вручную* его назначить. Это наиболее безопасный способ создания списка адресов источников. Однако он требует много времени и усилий, особенно в больших сетях.

Внедрение средств управления. При первой установке операционной системы на коммутатор все порты коммутатора назначаются виртуальной сети VLAN1. Обычно эта виртуальная сеть сохраняется как виртуальная сеть управления. В результате, если порты не были перенастроены или были повторно установлены по умолчанию, то любой пользователь, войдя в виртуальную сеть VLAN1, автоматически попадает в виртуальную сеть управления. Для решения этой проблемы целесообразно *переместить* виртуальную управляющую сеть VLAN1 в другую виртуальную сеть.

Более подробно вопросы о предлагаемых средствах защиты безопасности рассматриваются в технической документации по ОС производителей коммуникационных средств, например в [37, 39].

10.5. Обеспечение безопасности при удаленном доступе к сети предприятия

В настоящее время для получения удаленного доступа к сети предприятия наиболее часто используется технология VPN — технология частных виртуальных сетей. Сеть VPN представляет собой логическую сеть, которая функционирует в уже существующей физической инфраструктуре [20, 26]. При

этом каналы выделяются отдельным пользователям, которые могут иметь свою собственную систему IP-адресации, свои схемы маршрутизации и проводить свою политику безопасности. Определение «частная» в терминологии VPN-сетей может рассматриваться также в контексте обеспечения безопасности. В качестве мер безопасности используют *туннельные технологии и алгоритмы шифрования*.

Все современные VPN-технологии делят на две категории: *надежные и безопасные*. К надежным VPN-технологиям относят технологии на базе MPLS-коммутации с использованием протоколов BGP или L2VPN [26], к безопасным — технологии IPSec, L2TP или L2TP с применением протоколов IPSec и PPTP. Рассмотрим только безопасные технологии (более подробно см. [20, 26]).

Виртуальная частная сеть VPN создается в открытой сетевой инфраструктуре, например в глобальной сети Интернет, и обеспечивает:

- поддержку удаленного доступа;
- поддержку нескольких удаленных друг от друга узлов, соединенных между собой выделенными линиями;
- возможность провайдеру VPN разметить на своих серверах различные службы для пользователей VPN-сети (например, Web-страницы);
- поддержку не только соединений внутри VPN-сети, но и связь между разными VPN-сетями, а также выход в сеть Интернет.

10.5.1. Типы виртуальных частных сетей

Виртуальная частная сеть VPN представляет собой множество соединений пользователей, установленных в совместно используемой инфраструктуре, и с теми же политиками безопасности, как и в частной сети. Совместно используемая инфраструктура может включать в себя уже имеющуюся магистраль провайдера службы типа Internet Protocol, Frame Relay, ATM.

На практике используются три типа VPN-сетей: сети удаленного доступа, сети инTRANET и экСTRANET.

Сети удаленного доступа. Используя VPN-сеть, удаленные пользователи могут получить доступ к корпоративной сети,

зарегистрировавшись у регионального провайдера службы Интернет. Администратор системы должен учесть, что это значительно эффективнее в финансовом отношении, чем организация удаленного доступа самостоятельно, например, сопровождая модемный пул и арендую каналы связи. Сеть VPN удаленного доступа при необходимости предоставляет пользователям доступ к корпоративным ресурсам в любое время, в любом месте и любым способом. Для обеспечения безопасного соединения мобильных пользователей и филиалов предприятия, VPN-сети могут использовать аналоговую телефонную линию, цифровую сеть с интеграцией служб ISDN, цифровые абонентские линии xDSL, мобильные IP-телефоны и кабельные технологии.

Сети инTRANET. С помощью VPN-технологий компании могут использовать глобальную сеть Интернет как магистраль для связи своих географически удаленных отделений. Сети инTRANET соединяют между собой головной офис компании, удаленные офисы и филиалы через общедоступную инфраструктуру. В этом случае пользователи получают все используемые в частной сети политики, включая обеспечение

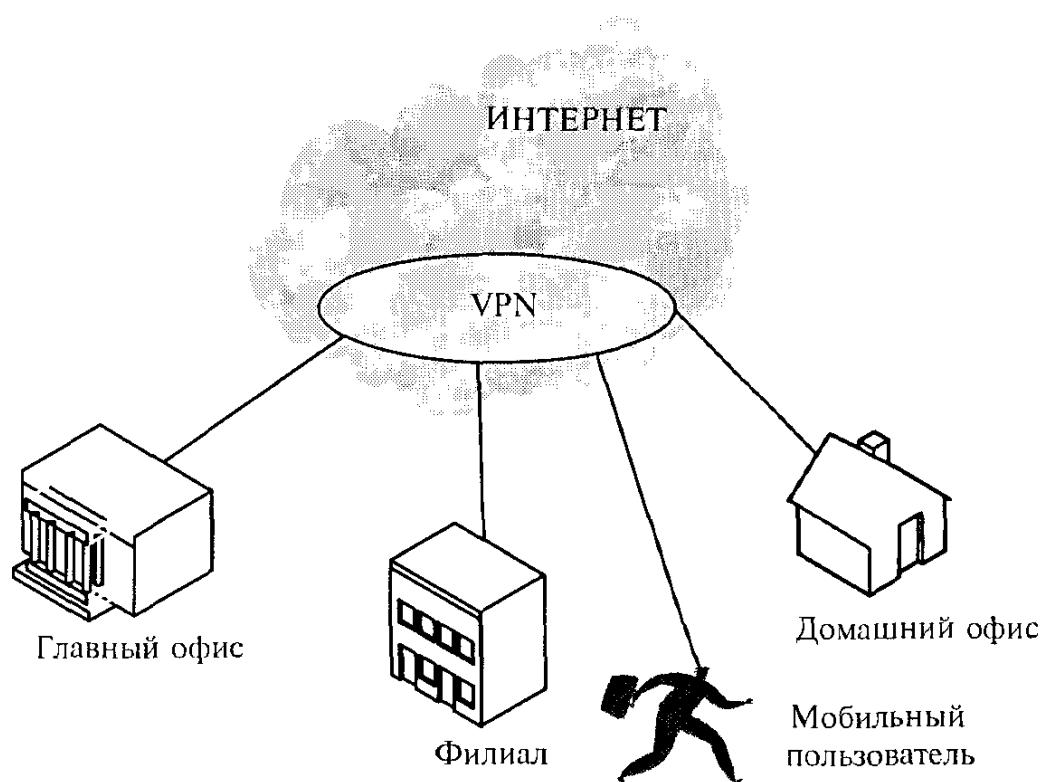


Рис.10.2. Логическая топология сети инTRANET

безопасности, качество обслуживания QoS, управляемость и надежность. Логическая топология такой сети приведена на рис. 10.2.

Сети экстранет. В таких сетях VPN-технологии можно использовать для быстрого соединения по требованию между компанией и ее бизнес-партнером. Эти соединения также организуются через совместно используемую инфраструктуру. И в этом случае пользователи получают все используемые в частной сети политики.

Для контроля качества соединения администратор системы должен использовать соглашение об уровне обслуживания — SLA, которое представляет собой договор между провайдером VPN-сети и его клиентом. Более подробно рассмотрим SLA в главе 11.

В примере на рис.10.3 в магистральной сети провайдера службы образовано две VPN-сети. Узлы А образуют VPN-сеть, показанную пунктиром, узлы В образуют VPN-сеть, показанную сплошными линиями. При этом сети А и В существуют в одной и той же общей магистральной инфраструктуре и функционируют независимо, т. е. не оказывают влияния друг на друга.

Наиболее общим случаем частной виртуальной сети является объединение географически удаленных подсетей, которые соединены между собой через совместно используемую инфраструктуру, находящуюся вне их административного контроля, например через магистральную сеть одного про-

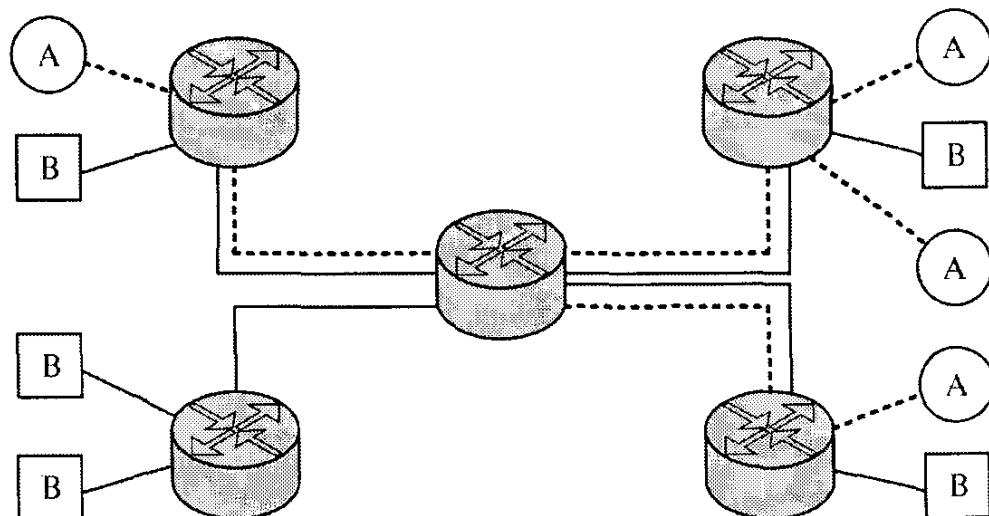


Рис. 10.3. Существование VPN-сетей в магистральной сети провайдера

зарегистрировавшись у регионального провайдера службы Интернет. Администратор системы должен учесть, что это значительно эффективнее в финансовом отношении, чем организация удаленного доступа самостоятельно, например, сопровождая модемный пул и арендя каналы связи. Сеть VPN удаленного доступа при необходимости предоставляет пользователям доступ к корпоративным ресурсам в любое время, в любом месте и любым способом. Для обеспечения безопасного соединения мобильных пользователей и филиалов предприятия, VPN-сети могут использовать аналоговую телефонную линию, цифровую сеть с интеграцией служб ISDN, цифровые абонентские линии xDSL, мобильные IP-телефоны и кабельные технологии.

Сети инTRANET. С помощью VPN-технологий компании могут использовать глобальную сеть Интернет как магистраль для связи своих географически удаленных отделений. Сети инTRANET соединяют между собой головной офис компании, удаленные офисы и филиалы через общедоступную инфраструктуру. В этом случае пользователи получают все используемые в частной сети политики, включая обеспечение

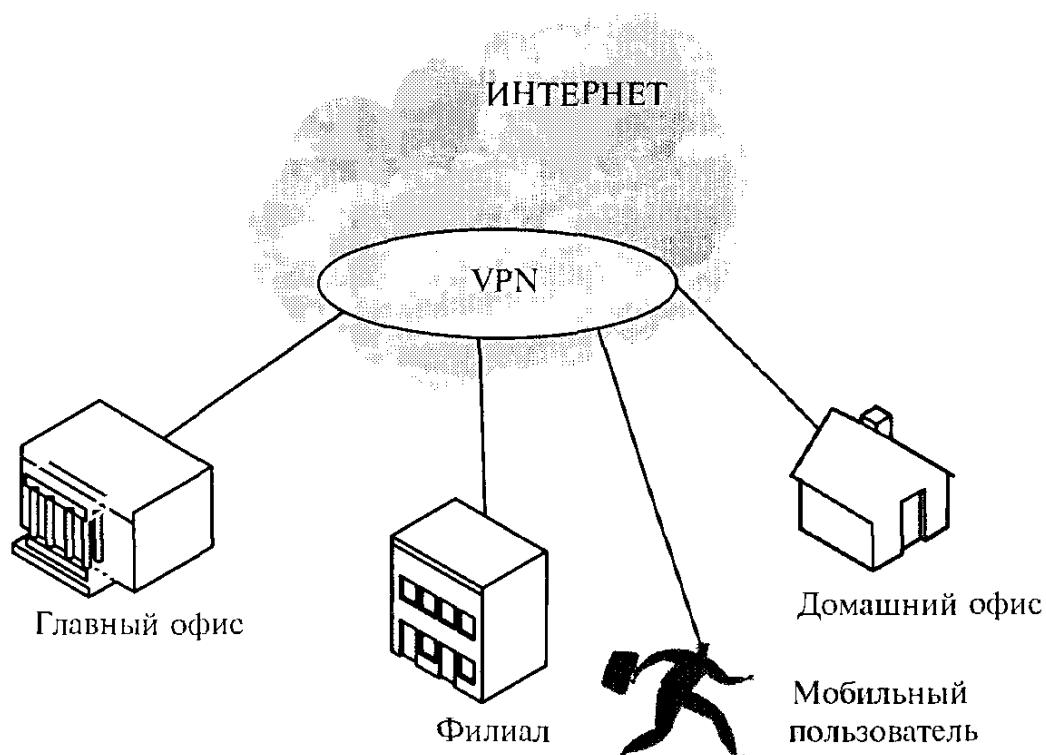


Рис.10.2. Логическая топология сети инTRANET

безопасности, качество обслуживания QoS, управляемость и надежность. Логическая топология такой сети приведена на рис. 10.2.

Сети экстранет. В таких сетях VPN-технологии можно использовать для быстрого соединения по требованию между компанией и ее бизнес-партнером. Эти соединения также организуются через совместно используемую инфраструктуру. И в этом случае пользователи получают все используемые в частной сети политики.

Для контроля качества соединения администратор системы должен использовать соглашение об уровне обслуживания — SLA, которое представляет собой договор между провайдером VPN-сети и его клиентом. Более подробно рассмотрим SLA в главе 11.

В примере на рис. 10.3 в магистральной сети провайдера службы образовано две VPN-сети. Узлы А образуют VPN-сеть, показанную пунктиром, узлы В образуют VPN-сеть, показанную сплошными линиями. При этом сети А и В существуют в одной и той же общей магистральной инфраструктуре и функционируют независимо, т. е. не оказывают влияния друг на друга.

Наиболее общим случаем частной виртуальной сети является объединение географически удаленных подсетей, которые соединены между собой через совместно используемую инфраструктуру, находящуюся вне их административного контроля, например через магистральную сеть одного про-

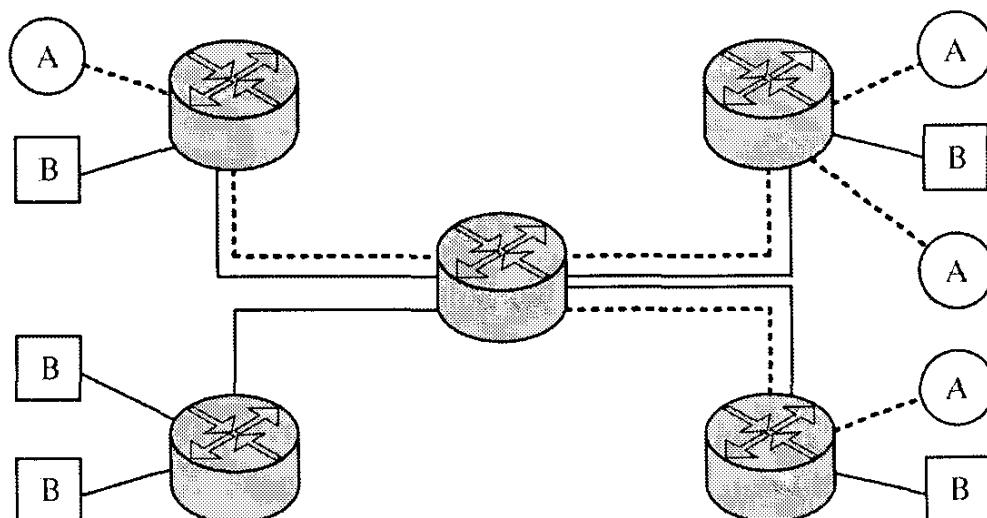


Рис. 10.3. Существование VPN-сетей в магистральной сети провайдера

вайдера. Соединения между устройствами такой виртуальной VPN-сети могут оказаться легко уязвимыми, поэтому уровень конфиденциальности, обеспечиваемый частной виртуальной сетью, в значительной степени зависит от технологии, которая использовалась при ее создании. Например, если данные, передаваемые между всеми подсетями (или всеми узлами VPN-сети) надежно шифруются при прохождении по общей сетевой инфраструктуре, то обеспечивается относительно высокий уровень безопасности всей частной виртуальной сети.

Виртуальные частные сети позволяют администратору системы *отделить* друг от друга различные типы потоков данных. Например, «исследовательские» и «промышленные» данные не знают о существовании друг друга. Виртуальные частные сети настолько независимы, что крупные поломки или неустойчивость в одной виртуальной сети, прозрачны для другой.

Поддержка виртуальной частной сети более чем одним провайдером обеспечивает *повышенный уровень надежности*, поскольку все провайдеры явным образом поддерживают распределенную среду.

10.5.2. Технология IPSec

Техническая комиссия IETF разработала набор протоколов IPSec для обеспечения безопасности при передаче данных протокола IP на сетевом уровне [47]. Протоколы IPSec описаны в нескольких RFC. В них используются различные технологии шифрования для выполнения ключевых функций обеспечения безопасности против наиболее типичных угроз Интернет. При этом аутентификация гарантирует, что устройство VPN-сети осуществляет связь именно с требуемым узлом. Конфиденциальность данных обеспечивается посредством шифрования. Поддержка целостности обеспечивает предотвращение изменения данных в процессе передачи.

Ключевые технологии шифрования протоколов IPSec содержат [9, 26, 47]:

- симметричные алгоритмы шифрования (DES, 3DES, AES);
- хэш-алгоритмы (MD5 и SHA-1) для генерирования кода аутентификации;

- протокол обмена ключами Диффи-Хеллмана (DH) двух VPN-устройств для генерации общего секретного кода по небезопасному каналу;
- инфраструктуру открытого ключа (PKI), состоящую из протоколов и стандартов для применения алгоритмов открытого ключа.

В настоящее время базовой технологией для построения систем безопасности сетевого уровня как для протокола IP версии 4 (IPv4), так и версии 6 (IPv6) является технология IKE/IPsec. Технология IKE/IPsec реализована большинством крупнейших производителей (Cisco Systems, Check Point, IBM, Microsoft) и прошла апробацию/внедрение в большом числе системных проектов.

Технология IKE/IPsec представлена набором открытых международных стандартов (RFC 2401 — 2412, 2451). Стандарты определяют архитектуру системы безопасности (RFC 2401. Security Architecture for Internet Protocol) и спецификации основных протоколов.

Перечислим основные стандарты IKE/IPSec:

- RFC 2401. Security Architecture for Internet Protocol — архитектура безопасности для протоколов IPv4, IPv6;
- RFC 2402. IP Authentication Header (AH) — заголовок аутентификации, который добавляется к IP-пакету для аутентификации источника и проверки целостности данных; он размещается между заголовком IP-дейтаграммы и заголовком транспортного уровня;
- RFC 2406. IP Encapsulating Security Payload (ESP) — обеспечивает конфиденциальность (шифрование), целостность и аутентификацию передаваемых пакетов;
- RFC 2408. Internet Security Association and Key Management Protocol (ISAKMP) — обеспечивает для VPN-устройств безопасное согласование параметров, создание, изменение, уничтожение контекстов защищенных соединений и управление ключами;
- RFC 2409. The Internet Key Exchange (IKE) — развитие (адаптация) ISAKMP для работы с протоколами IPsec.

Технология IPSec имеет два режима инкапсуляции пакетов — транспортный и туннельный. В транспортном режиме IP-заголовок первоначального IP-пакета используется в качестве IP-заголовка пакета IPSec, а сам IPSec-заголовок встав-

ляется между IP-заголовком и данными (перед заголовком транспортного уровня). В туннельном режиме протокол IPSec инкапсулирует весь первоначальный пакет IP, и к пакету IPSec добавляется новый IP-заголовок. В туннельном режиме обеспечивается *повышенный уровень конфиденциальности данных* за счет скрытия информации об IP-адресе первоначального пакета.

Уже отмечалось, что протокол IPSec имеет возможность выбора из нескольких алгоритмов шифрования. Эти параметры регистрируются в параметрах безопасности протокола ISAKMP (сокращенно SA — Security Association).

Протокол IPSec предусматривает *ручное* конфигурирование параметров администратором системы совместно с провайдером Интернет-услуг. Поэтому администратору системы следует *изучить* указанные выше RFC. Протокол IKE обеспечивает автоматизацию процесса генерации, распределения и управления ключами. При поддержке его VPN-устройствами эта часть работы администратора системы осуществляется *непосредственно устройствами*.

Комиссии IETF были представлены конкурирующие предложения компаниями Microsoft и Cisco Systems по спецификации протокола, который обеспечивал бы безопасность IP-дейтаграмм при прохождении по неконтролируемым и небезопасным (untrusted) сетевым доменам. Предложение Microsoft — это попытка стандартизации туннельного протокола PPTP (Point to Point Tunneling Protocol). Предложение компании Cisco Systems L2F (Layer 2 Forwarding), L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol) — это аналогичные протоколы для выполнения тех же функций. Комиссия IETF объединила эти протоколы в открытый стандарт L2TP [26].

После принятия решения о создании VPN-сети администратор системы должен определить соответствующие *меры* для обеспечения адекватной защиты инфраструктуры. Для этого перед началом реализации необходимо провести *аудит безопасности* предлагаемых решений, строго определить *приложение* и *цели его применения*.

Рассмотрим эти мероприятия.

Аудит безопасности системы проводится администратором системы совместно с сетевыми подразделениями компаний, оператором связи или внешними организациями. Цель ау-

дита — убедиться, что после реализации VPN-сети безопасность информационной системы *не снизится* из-за уязвимости в брандмауэр, приложении удаленного доступа или методе аутентификации, а сеть *не станет* более открытой для широкой аудитории, чем до реализации VPN. Такая оценка должна включать в себя аудит всех входных соединений в интранет, включая серверы удаленного доступа, соединения на базе маршрутизаторов и соединения с экстранетом. В случае экстранет такая оценка также должна включать анализ сетей организаций-партнеров.

Сфера действия сети и требования приложений. После того как выполнен аудит безопасности, администратору системы необходимо *определить* сферу действия виртуальной частной сети путем идентификации конечных пользователей (партнёры, подрядчики, мобильные пользователи), которые могут получать доступ к VPN-сети и приложениям.

Этот этап включает в себя оценку приложений, которые будут использоваться, и степень чувствительности данных к задержкам, похищению или искажению, которые они будут передавать. *Оценка чувствительности* приложений позволит выбрать средства безопасности и адекватное шифрование.

Далее необходимо *определить* и *протестировать* задержку и потребности в качестве обслуживания QoS всех приложений, которые будут поддерживаться частной виртуальной сетью. Даже приложения, которые можно рассматривать как допускающие временное хранение данных в буфере с последующей отправкой (store and forward) могут оказаться чувствительными к задержке. Эти уровни чувствительности влияют на то, в какой степени приложение является подходящим для частной виртуальной сети, и помогают определить характер соответствующей сети.

Документация. В случае организации экстранет администратор системы совместно с администрацией предприятия должен *зарегистрировать* правила поведения пользователей в специальном документе. При использовании удаленного доступа этот документ должен отражать политику администратора системы по отношению к новой форме доступа пользователей.

Политика безопасности. В случае организации экстранет работа в виртуальной частной сети определяется политикой аутентификации и авторизации.

Авторизация должна основываться на общих принципах, которые определяются работающими в данной сети предприятиями. Эти принципы должны отражать базовые привилегии, включая доступ к сети и доступ к Web-серверу. Принципы должны быть преобразованы в определенный набор данных и распространены по VPN-сети. Политика удаленного доступа в виртуальной частной сети не должна радикально отличаться от традиционной политики удаленного доступа. Например, может быть реализован доступ в Интернет там, где это необходимо.

Ключевым компонентом службы виртуального удаленного доступа является туннелирование [20, 26]. Туннелирование — это способ поглощения (инкапсуляции) пакетов протоколом, который понятен только во входной и выходной точках данной сети. Входная и выходная точки определяются как туннельные интерфейсы. Туннельный интерфейс аналогичен аппаратному интерфейсу, однако *конфигурируется* программно администратором системы.

Протокол L2TP может быть реализован в двух топологиях: принудительное туннелирование (прозрачное для пользователя, рис. 10.4) и добровольное туннелирование (известное пользователю, рис. 10.5) [26].

Ключевыми компонентами протокола L2TP являются сервер доступа (NAS), концентратор доступа (LAC) и сетевой сервер (LNS).

NAS — это устройство, которое предоставляет удаленный доступ по требованию пользователей. Оно является терминирующей точкой для канала точка—точка пользователя, получающего доступ по линии ТФОП (PSTN).

LAC — это узел, выполняющий функции инициатора установки туннеля к сетевому серверу LNS. Он пересыпает пакеты между пользователями и серверами LNS.



Рис. 10.4. Принудительное туннелирование

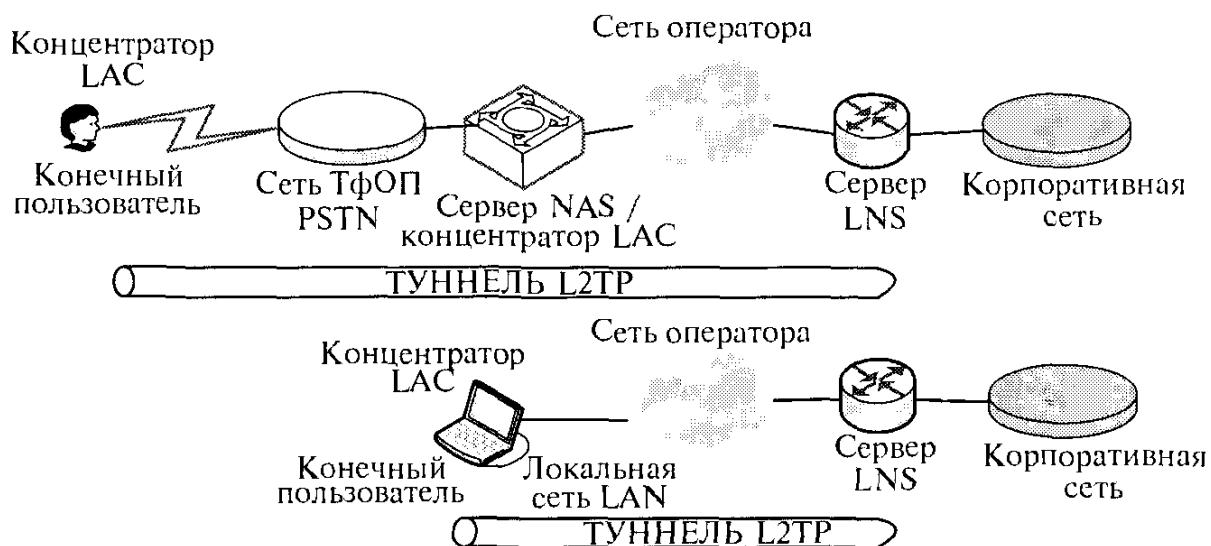


Рис. 10.5. Добровольное туннелирование

Сервер LNS — это узел, который функционирует в качестве терминирующей точки сеансов протокола PPP, проходящих по туннелю, инициированному LAC.

При принудительном туннелировании LAC располагается в непосредственной близости от удаленного пользователя. Это делается для уменьшения расходов на обслуживание между-городного или международного трафика. Оборудование пользователя не поддерживает протокол L2TP, оно лишь устанавливает соединение с сервером NAS (он же концентратор LAC). При этом IP-дейтаграммы пользователя инкапсулируются в пакеты протокола PPP.

Концентратор доступа LAC осуществляет обмен пакетами протокола PPP с удаленным пользователем и устанавливает туннель протокола L2TP с сервером LNS. Пакеты от удаленного пользователя принимаются точкой присутствия POP интернет-оператора, преобразуются в кадры протокола L2TP и пересыпаются по соответствующему туннелю. Концентратор LAC может выполнять аутентификацию конечных пользователей.

Сервер LNS представляет собой шлюз к корпоративной сети. Он является выходной точкой туннеля и в его функции входит удаление инкапсуляции протокола L2TP с предоставлением доступа к корпоративной сети.

При добровольном туннелировании функции LAC выполняются на компьютере пользователя. Соединение при

токола L2TP инициируется им же. Пользователь получает IP-соединение с сервером NAS от оператора Интернет или соединение с локальной сетью. После этого он инициирует соединение с сервером LNS.

Выбор технологии работы определяется администратором системы совместно с локальным оператором Интернет. Однако администратор системы должен помнить, что протокол L2TP не обеспечивает криптографический туннель. Данные передаются открыто в форматах пакетов L2TP и PPP. Поэтому администратору системы следует сочетать использование протокола L2TP с протоколами IPSec.

Традиционные сетевые службы удаленного доступа поддерживают только зарегистрированные IP-адреса, что сужает круг приложений, которые могут быть реализованы по виртуальным частным сетям. Протокол L2TP поддерживает несколько протоколов, а также не зарегистрированные, исправляемые частным образом IP-адреса при работе в Интернет. Это позволяет использовать уже существующую инфраструктуру доступа, такую как модемы, серверы доступа и терминальные адAPTERы. Он также позволяет осуществлять внешнюю поддержку удаленного доступа, тем самым уменьшая служебную нагрузку, расходы на поддержку аппаратного обеспечения.

Существует специальная опция работы VPN, называемая виртуальным удаленным доступом VPDN. При этом по-другому выполняется авторизация пользователей, выделение IP-адресов и учет пакетов (рис. 10.6).

Авторизация. При предоставлении традиционной службы удаленного доступа Интернет-оператор поддерживает отдельные профайлы для каждого пользователя, которые определяют авторизацию. На основе этого сервер безопасности, взаимодействуя с сервером сетевого доступа NAS, предоставляет доступ на основе политик использования и подсоединения пользователей. Характер этих политик может меняться от простых фильтров по источнику/получателю для небольшой группы сайтов до сложных алгоритмов, учитывающих конкретный характер используемых приложений, часы суток, в которые происходит удаленный доступ, а также длинные списки разрешенных или, наоборот, запрещенных пунктов назначения. Этот процесс может потребовать значительных вычислительных ресурсов от оператора, особенно если ему требуется обе-

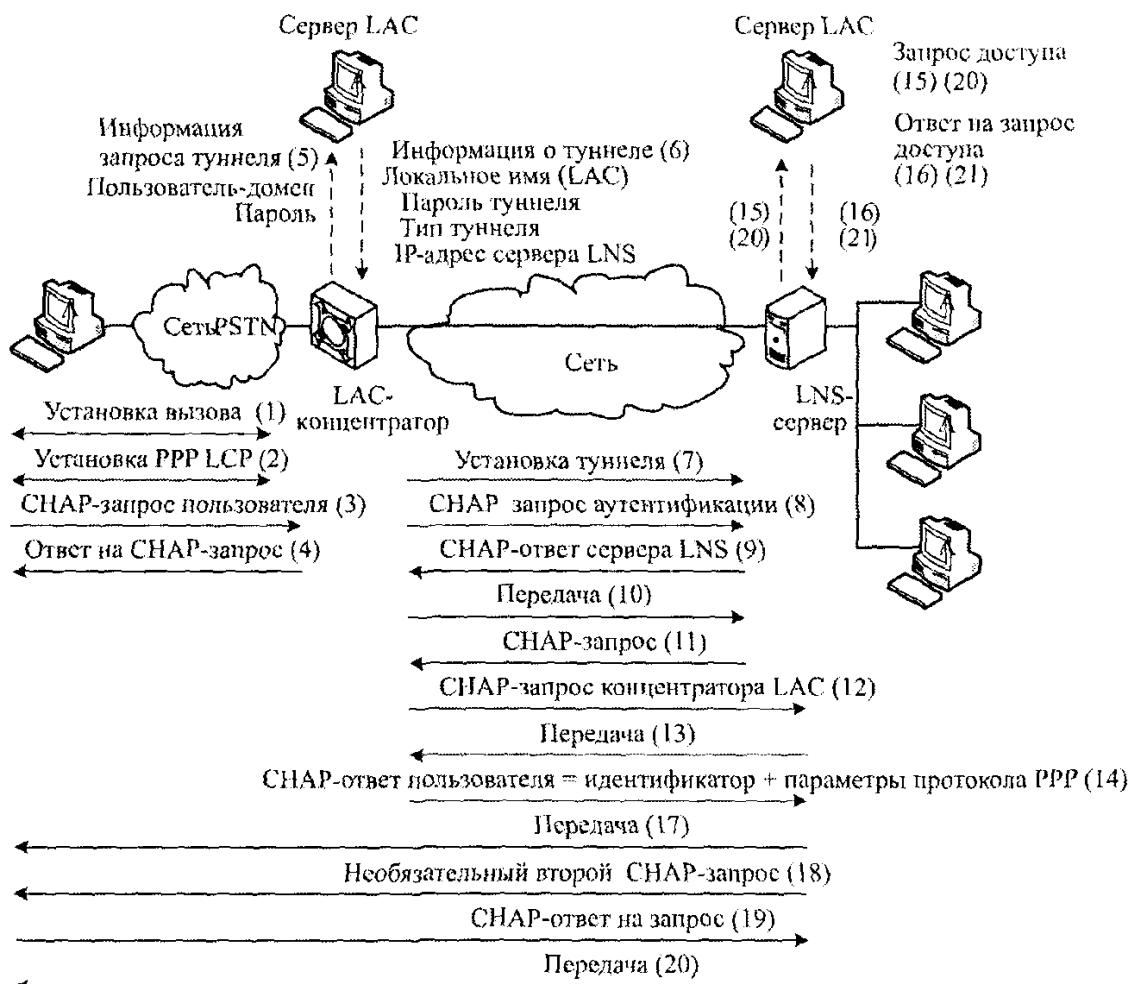


Рис. 10.6. Этапы установления соединения между удаленным клиентом VPN и корпоративной локальной сетью

спечить доступ удаленных пользователей от имени компаний, которым требуется постоянно изменять свою политику. При использовании службы виртуального удаленного доступа вся тяжесть подробной авторизации, основанной на политиках, возлагается непосредственно на компанию удаленного пользователя. В условиях, когда между удаленными пользователями и их корпоративным шлюзом устанавливается сквозное соединение, все операции по авторизации могут быть выполнены так, как если бы удаленные пользователи осуществляли непосредственный доступ к своей корпоративной сети. Такой подход освобождает оператора от необходимости поддержания большой базы данных профайлов индивидуальных пользователей многих компаний. Это следует учесть администратору

системы, если он работает в компании — операторе Интернет. При этом служба виртуального удаленного доступа становится более безопасной и для компании-заказчика услуги. Служба виртуального удаленного доступа позволяет компаниям также быстро реагировать на изменение состава сообщества своих удаленных пользователей.

Выделение адресов. При использовании традиционной службы удаленного доступа IP-адрес выделяется динамически из набора доступных адресов оператора. В этом случае удаленные пользователи имеют ограниченный доступ к ресурсам своей корпоративной сети или вообще его не имеют, поскольку брандмауэры и политики безопасности запрещают доступ с внешних IP-адресов к корпоративной сети.

При использовании службы виртуального удаленного доступа корпоративный шлюз может выделять адреса, которые являются внутренними адресами корпоративной сети и могут быть адресами, зарезервированными для частных сетей. Поскольку туннели протокола L2TP оперируют исключительно на уровне преобразованных (инкапсулированных) пакетов, реальные политики управления адресами (для корректировки службы виртуального удаленного доступа, для всех целей обработки протокола PPP, для пользователя удаленного доступа) выглядят так, как будто он соединен непосредственно с корпоративным шлюзом.

Учет. Сервер NAS и корпоративный шлюз могут подсчитывать число пакетов, байтов и число созданных и разорванных соединений.

Поскольку виртуальный удаленный доступ является службой доступа, учет попыток доступа, особенно неудачных, представляет значительный интерес. Корпоративный шлюз может отвергнуть попытки создания новых соединений на основе информации аутентификации, собранной оператором Интернет, с внесением соответствующих записей в файл учета. Возможны случаи, когда корпоративный шлюз принимает соединение и продолжает аутентификацию, однако впоследствии отсоединяет пользователя. В таких случаях сообщение об отключении, направляемое в обратном направлении оператору, может также включать в себя указание причины отсоединения. Поскольку корпоративный шлюз может отказать в создании соединения, основываясь на информации, собран-

ной оператором, такой учет позволяет легко отличить серию неудачных попыток создания соединения от серии коротких успешных соединений. Без такой услуги корпоративному шлюзу приходится всегда принимать запросы на соединения и обмениваться многочисленными PPP-пакетами с удаленной системой.

Все эти технологии должны быть согласованы администратором системы с оператором связи.

Организационная безопасность сети. Физический доступ ко всем устройствам сети должен быть включен в политику доступа. Требования физической безопасности подразумевают: запирание на замок телекоммуникационного помещения (ER), где находятся сетевые устройства, запирание телекоммуникационного шкафа с устройствами, защиту резервных источников питания. Администратор системы должен обеспечить надлежащий контроль за вентиляцией и температурой в помещении, отключить неиспользуемые или ненужные порты в сети.

Дополнительная информация

1. www.ietf.org
 - a) RFC2284 — PPP Extensible Authentication Protocol (EAP)
 - b) RFC 2716 — PPP EAP TLS Authentication Protocol
 - c) RFC 2689 — Providing Integrated Services over Low-bitrate Links
 - d) RFC 2138 — Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)
 - e) RFC 2139 — RADIUS Accounting
 - f) RFC 2661 — Layer Two Tunneling Protocol L2TP
 - g) RFC 3193 — Securing L2TP using IPSec
2. csrc.nist.gov/publications/fips/fips46-3/fips46-3.pdf — алгоритм DES
3. www.vpnc.org — Virtual Private Network Consortium

Контрольные вопросы

1. Перечислите задачи учета.
2. Кем осуществляются преднамеренные угрозы безопасности?

3. Какие события можно отнести к непреднамеренным угрозам?
4. Перечислите виды преднамеренных угроз безопасности?
5. Каковы средства и мероприятия по обеспечению безопасности ИС?
6. Приведите пример обычных мер организационной защиты ИС.
7. Приведите пример аппаратных средств защиты от НСД для системы поддержки банкоматов
8. В чем суть политики безопасности магистрального уровня сетевой системы?
9. Как используется список доступа для реализации политики безопасности уровня распределения?
10. Приведите пример средств защиты сетевой безопасности на уровне доступа.
11. Каковы средства обеспечения защиты сетевой безопасности при удаленном доступе к сети предприятия?
12. Каковы типы VPN сетей?
13. Какие ключевые вопросы безопасности обеспечивает протокол IPSec?
14. Каковы мероприятия администратора системы по реализации VPN сети?

Глава 11

АДМИНИСТРИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ

Если производительность ИС ниже определенного уровня, производственные функции организации могут выполнятьсь не достаточно эффективно: сотрудники не могут вовремя выполнять задания, страдает регулярность выполнения операций в ИС. В модели FCAPS проблема производительности выделена отдельно. Однако ее целесообразно рассматривать в составе проблемы управления отказами (Fault), поскольку обе эти проблемы решаются выявлением причин, из-за которых сократилась производительность ИС. При этом выявление причин потери производительности осуществляется практически теми же средствами, что и выявление причин неработоспособности системы. Однако есть разница в том, как потеря производительности по сравнению с отказами влияет на систему. В последнем случае просто «не работает» какое-либо устройство или программный продукт. Проблема же потери производительности не является столь явной и может оказаться через длительный период времени после возникновения причины. Кроме того, эта проблема достаточно сложна с точки зрения ее количественной оценки (метрик).

11.1. Понятие производительности информационной системы. Основные этапы управления производительностью

В зависимости от вида приложений производительность может определяться различными параметрами: временем отклика приложения, общим временем работы или временем ввода-вывода (total time, I/O time, system time, CPU time) [64]. Для сетевой подсистемы ИС производительность может опре

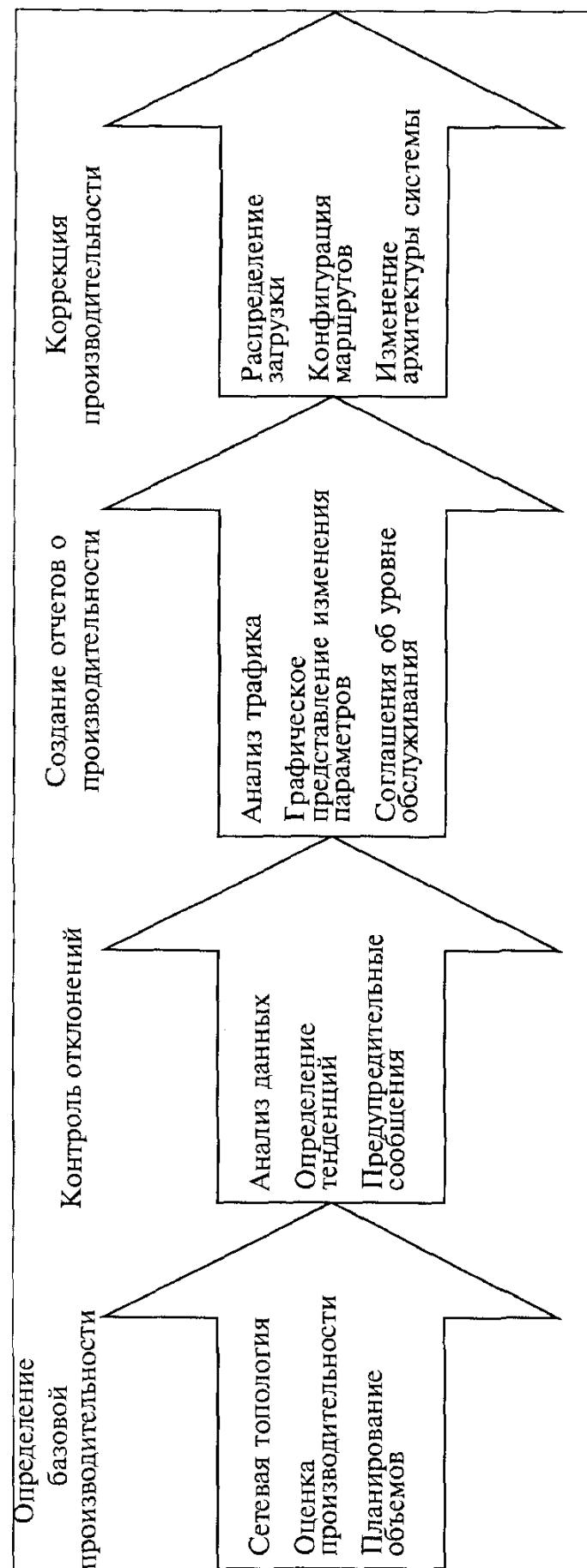


Рис. 11.1. Этапы управления производительностью системы

деляться временем задержки на сетевых устройствах или утилизацией канала. Причем производительность нужно определять тогда, когда наблюдается средняя пиковая нагрузка, т.е. в дневное время.

Измерение производительности администратором системы должно проводиться в течение определенного промежутка времени. *Нет стандарта* на длительность этого промежутка, но обычно измерения проводят в течение месяца.

Выделяют четыре этапа по управлению производительностью [64] (рис.11.1):

- определение базовой (номинальной) производительности ИС;
- контроль отклонений от нее;
- создание отчетов о производительности;
- коррекция производительности ИС.

Рассмотрим эти шаги.

Определение базовой производительности является первым шагом в управлении производительностью ИС. Для определения базовой или номинальной производительности конкретной ИС необходимо установить топологию системы и взаимосвязь компонент (документировать функциональную схему ИС), сделать оценку производительности критических приложений, наиболее влияющих на производительность ИС в целом, спланировать и оценить требуемую производительность системы. Пример типичной топологии сетевой системы приведен на рис. 11.2.

В процессе передачи информации от сервера к пользователю в каждой точке маршрута (на сетевых устройствах ИС или устройствах глобальной сети) она будет задерживаться для обработки. Если хотя бы одно соединение будет неверно сконфигурировано (например, с низкой скоростью передачи данных), оно может существенно изменить общее время работы системы. Такая схема может быть получена администратором системы с помощью средств инвентаризации NMS или вручную. Для определения оценки производительности ИС необходимо выяснить *приемлемые для пользователей* параметры работы сети, показанной на рис. 11.2, в условиях *нормальной обычной* работы. И эти параметры будем называть *базовыми*. Такими параметрами для ИС могут быть время инициализации приложения, время получения информации, время запи-

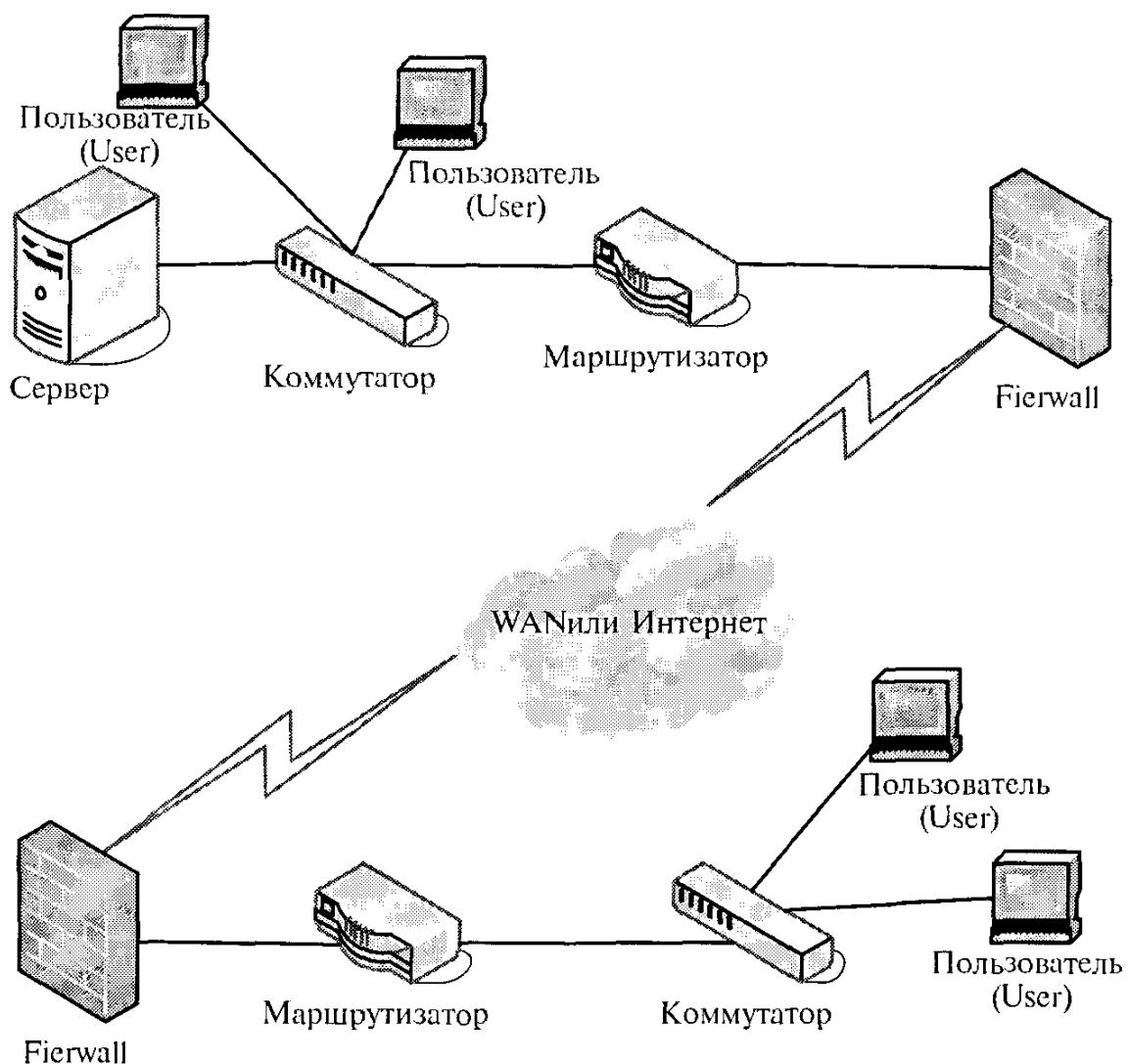


Рис. 11.2. Пример типичной топологии сетевой системы
(Fierwall — устройство защиты от внешних угроз)

си информации на диск сервера, время отклика приложения и пр. Полученные оценки можно фиксировать и специфицировать как номиналы в специальном документе «Оценка готовности системы» (SRA — System Readiness Assessments). Там же администратор системы может фиксировать, например, характеристики использования протоколов TCP/IP: задержку пакетов или потерю пакетов в качестве номинальных значений технических метрик. Эти сетевые метрики могут повлиять на время отклика приложений как в корпоративной сети, так и при работе с филиалом через глобальную сеть. Затем можно перейти к следующему шагу планирования требуемой производительности при увеличении количества обрабатыва-

емой информации, пользователей или числа приложений. Для этого требуется анализ метрик, которые надо контролировать при расширении системы (разделы 11.2—11.3).

Контроль отклонений. После выяснения, что является номиналами производительности в ИС, администратор системы может вручную либо с помощью MS (что предпочтительнее, как уже упоминалось) контролировать изменения номиналов. Например, для сетевой подсистемы ИС этот контроль может быть реализован специальными аппаратными устройствами — пробами (Probes), которые ставятся на порты оборудования и фиксируют проходящий через них трафик. Информация о трафике регулярно передается пробом управляющей системе. При этом администратор системы должен устанавливать пробы, администрировать их и следить за тем, чтобы в свою очередь наличие пробы *не привело к изменению трафика*.

Система MS или NMS должна регулярно собирать значения параметров, заданных администратором системы, и выдавать сообщения при их отклонении свыше определенного предела. Обычно в управляющих системах для этого используется протокол SNMP, применяемый при диагностике ошибок. Однако в последнее время для диагностики только проблем производительности используется протокол NetFlow. Рассмотрим его подробнее в главе 12.

Примером параметров оценки производительности, интересующих администратора системы, могут быть:

- текущее/среднее время отклика приложения;
- скорость передачи/приема информации от устройства или программного продукта (бит/с);
- процент потерянных пакетов;
- число ошибок интерфейса;
- трафик сети в пиковом режиме.

Изменение этих параметров может не сразу приводить к существенным изменениям в производительности системы в целом. Администратору системы может потребоваться анализ и сравнение значений параметров за годовой период, анализ корреляции различных параметров при изменениях производительности. Поэтому хранить значения таких параметров АС должен в *специализированной и хорошо спроектированной БД*.

Создание отчетов о производительности. Очевидно, что без средств выдачи отчетов мониторинг и хранение результатов

в БД не имеет смысла. Такие средства обычно есть в составе MS, NMS или ОС и СУБД. Администратору системы целесообразно иметь программные продукты, позволяющие получать не только отчеты, но и графики изменения параметров производительности ИС. Особенно это полезно при анализе производительности по часам в течение рабочего дня.

Коррекция производительности ИС. Коррекция производительности ИС заключается в действиях администратора системы по *возврату* базовых параметров производительности к номинальным значениям. Администратор системы делает это на основе своих знаний и отчетов управляющей системы. Действия по коррекции производительности ИС могут включать:

- добавление новых интерфейсов сетевых устройств;
- добавление каналов ввода-вывода серверов (в зависимости от возможностей ОС);
- изменение конфигурации устройств (например, маршрутизаторов);
- изменение путей трафика с обходом узких мест;
- изменение параметров загрузки ОС и СУБД;
- применение средств оптимизации СУБД;
- изменение методов доступа к данным;
- полную модификацию части ИС с изменением ее архитектуры.

Например, можно существенно влиять на производительность ИС через средства физического проектирования БД. При этом БД может размещаться на сервере БД (там, где запускается ядро СУБД) или на файл-сервере (там, где запускается ядро ОС). Если на файл-сервере система ввода-вывода является многоканальной и имеет скоростные интерфейсы (например, 5 каналов ввода-вывода SCSI), а на сервере БД один канал ввода-вывода IDE, то вариант с размещением БД на файл-сервере даст большую производительность ИС. Но при этом приложения могут запускаться на сервере БД, а он в свою очередь может быть размещен администратором системы не в одном сегменте сети с файл-сервером. В этом случае выигрыш в производительности может быть потерян из-за задержек на маршрутизирующих устройствах, и АС должен предпринять усилия по «приближению» сервера БД к файл-серверу или перемещению БД на сервер БД, несмотря на его слабую подсистему ввода-вывода.

11.2. Метрики производительности ИС

Для правильной оценки производительности ИС необходимы метрики. В качестве метрик должна выступать система параметров количественной и качественной оценки процесса. Предполагается, что метрике соответствует необходимая для проведения измерения процедура и процедура для интерпретации результатов в свете ранее полученных или сопоставимых оценок.

Метрика обычно определяется предметной областью и не является эффективным способом оценки вне этой области. Для предметной области ИТ-технологий метриками могут быть: ширина полосы пропускания, надежность, нагрузка на сеть, задержка пакетов, коэффициент потерь пакетов в канале, время отклика приложения, общее время работы программного продукта, процент занятости процессора компьютера в единицу времени, размер исходного программного кода и др. Для примера рассмотрим метрики сетевой подсистемы и метрики производительности файл-серверов.

11.2.1. Метрики сетевой подсистемы ИС

Для сетевой подсистемы ИС существуют пять ключевых метрик [64]. Две метрики характеризуют передачу информации от источника к принимающему устройству: это пропускная способность канала и задержка передачи данных (latency — латенция). Три метрики характеризуют состояние устройств: ошибки интерфейсов, утилизация ресурсов сетевых устройств, использование буферов сетевых устройств и файл-серверов.

Пропускная способность канала. Полоса пропускания канала является теоретическим максимумом возможной передаваемой информации и очень часто это понятие при измерениях заменяют понятием пропускной способности канала, которое отражает реальную возможность среды, т. е. объем данных, переданных сетью или ее частью в единицу времени. Пропускная способность не является пользовательской характеристикой, так как она характеризует скорость выполнения внутренних операций сети — передачи пакетов данных между узлами сети через различные коммуникационные устройства.

Процент использования полосы пропускания канала в единицу времени называют утилизацией канала. Утилизацию канала также часто используют как метрику. Пропускная способность измеряется либо в битах в секунду, либо в пакетах в секунду. Пропускная способность может быть мгновенной, средней и максимальной.

Средняя пропускная способность вычисляется путем деления общего объема переданных данных на время их передачи, причем выбирается достаточно длительный промежуток времени — час, день или неделя.

Мгновенная пропускная способность отличается от средней пропускной способности тем, что для усреднения выбирается очень маленький промежуток времени, например 10 мс или 1 с.

Максимальная пропускная способность — это наибольшая мгновенная пропускная способность, зафиксированная в течение периода наблюдения.

Важно отметить, что из-за последовательного характера передачи пакетов различными элементами сети общая пропускная способность любого составного пути в сети будет равна минимальному значению из числа пропускных способностей составляющих элементов маршрута. Для повышения пропускной способности составного пути администратору системы необходимо в первую очередь обратить внимание на самые «медленные» элементы, например маршрутизатор.

Обычно при определении пропускной способности сегмента или устройства в передаваемых данных не выделяются пакеты от пользователя, приложения или компьютера, а подсчитывается общий объем передаваемой информации. Тем не менее для более точной оценки качества обслуживания такая детализация желательна, и в последнее время системы управления сетями все чаще позволяют ее реализовывать.

Задержка передачи определяется как задержка между моментом поступления пакета на вход какого-либо сетевого устройства или части сети и моментом появления его на выходе этого устройства. Этот параметр производительности характеризует только сетевые этапы обработки данных, без задержек обработки компьютерами сети. Обычно качество работы сети характеризуют величинами максимальной задержки передачи и вариацией задержки. Не все типы трафика чувствительны к задержкам передачи. Задержки пакетов, порож-

даемых файловой службой, службой электронной почты или службой печати, мало влияют на качество этих служб с точки зрения пользователя сети. Задержки же пакетов, переносящих голосовые данные или видеоизображение, могут приводить к значительному снижению качества предоставляемой пользователю информации, т. е. несоответствию данных изображению, невозможности разобрать некоторые слова, дрожанию изображения и т. п.

Пропускная способность и задержки передачи являются независимыми параметрами: сеть может обладать, например, высокой пропускной способностью, но вносить значительные задержки при передаче каждого пакета. Пример такой ситуации — канал связи, образованный геостационарным спутником. Пропускная способность этого канала может быть весьма высокой, например 2 Мбит/с, в то время как задержка передачи всегда составляет не менее 0,24 с, что определяется скоростью распространения сигнала (около 300 000 км/с) и длиной канала (72 000 км).

При использовании различных сетевых технологий возникают различные задержки и администратор системы должен уметь их рассчитывать. Рассмотрим, как это делается для технологии Ethernet 100 Base TX и 100 Base FX [36].

Задержка в Ethernet называется *PDV* (Pass Delay Value):

$$PDV = \Sigma LSDV + \Sigma RDelay + DTEDelay + SM.$$

Здесь *LSDV* (Link Segment Delay Value) — задержка на каждом сегменте сети (зависит от типа кабеля). *LSDV* = длина сегмента × задержка на метр сегмента. Для оптоволокна задержка на метр сегмента составляет 1бит/м, для UTP cat 5 — 1,122 бит/м. *RDelay* (Repeater Delay) — задержка на сетевом оборудовании. Эти задержки приводятся производителем оборудования. Например, для хабов BAY Network (Nortel) задержка составляет 140 бит/с. *DTEDelay* — задержка на сетевых адаптерах каждой из двух рабочих станций в сети (принимающей и передающей), составляет 100 бит/с. *SM* (Safety Margin) — задержка за счет непредвиденных факторов, составляет 4—5 бит/с.

Общая задержка в Ethernet должна быть не более 512 бит.

Задержка является наиболее часто используемой метрикой для измерения производительности сети, поскольку тесно связана с утилизацией канала и легко измеряется средствами ОС сетевых устройств. Если утилизация канала высока, то и значение задержки велико (данные «ждут» отправки). Администратору системы целесообразно *измерять* задержку между сервером (например, сервером БД ИС) и рабочей станцией, обращающейся к БД. Каждое устройство и соединение по пути между ними (hop) будет увеличивать задержку. Пример измерения задержки с помощью утилиты Ping приведен на рис. 11.3.

Ошибки интерфейсов. Ошибки интерфейсов могут возникать из-за шумов в канале, некорректно работающего сетевого устройства, ошибок кабельной системы. При их возникновении потерянные или испорченные пакеты приходится пересылать заново на соответствующий интерфейс сетевого устройства. В этом случае возможна потеря производительности ИС в целом. Возможны ситуации, когда пакеты отбрасываются интерфейсом, например, из-за того, что администратор системы не задал для него нужной политики QoS (Quality of Service) [26]. В этом случае необходима реконфигурация устройства.

```
C:\>ping 65.254.250.110

Pinging 65.254.250.110 with 32 bytes of data:

Reply from 65.254.250.110: bytes=32 time=80ms TTL=237
Reply from 65.254.250.110: bytes=32 time=80ms TTL=237
Reply from 65.254.250.110: bytes=32 time=80ms TTL=237

Reply from 65.254.250.110: bytes=32 time=80ms TTL=237
Ping statistics for 65.254.250.110:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 80ms, Maximum = 80ms, Average = 80ms

C:\>
```

Рис. 11.3. Измерение задержки с помощью утилиты Ping

Утилизация ресурсов сетевых устройств. Сетевое устройство (коммутатор, маршрутизатор, шлюз) является компьютером со специализированной операционной системой. Утилизация ресурсов этого компьютера влияет на производительность ИС. Как и для любого компьютера, для сетевого устройства важны следующие параметры: загрузка процессора, загрузка оперативной памяти, загрузка буферов ввода-вывода. Администратору системы необходимо следить за статистикой именно этих параметров.

Использование буферов сетевых устройств. Обычно рассматривают следующие метрики, относящиеся к использованию буферов сетевых устройств:

- общее число выделяемых буферов;
- число постоянно загруженных буферов;
- число свободных буферов (free list);
- число ошибок буферов.

11.2.2. Производительность файл-серверов

Для файл-сервера помимо перечисленных параметров, влияющих на производительность, важны следующие параметры [54]:

- утилизация процессора;
- параметры работы дисковой подсистемы ввода-вывода;
- параметры ввода-вывода шины процессора;
- параметры ввода-вывода сетевых адаптеров.

Утилизация процессора не должна превышать 70—80 % [54]. Но обычно нет необходимости решать проблему производительности процессора в связи с очень высокими скоростями его работы в современных системах. Параметры работы дисковой подсистемы ввода-вывода требуют внимания администратора системы, так как основная задача файл-сервера — это передача данных от дисковой подсистемы пользователю. Если утилизация процессора и шины процессора велики, то производительность дисковой подсистемы может оказаться недостаточной. Ее увеличение достигается увеличением числа каналов ввода-вывода, заменой одного большого диска (с одним контроллером) несколькими дисками меньшего размера (несколько контроллеров и несколько наборов головок записи на диск), заменой контроллеров на контроллеры с процессорами,

имеющими возможность одновременной работы в режиме записи в CPU-память и диск-память. Кроме того, любая ОС выделяет буфера ввода-вывода в оперативной памяти и организует очередь команд к контроллеру. Между ними должно быть *соответствие*. Например, если буфера ввода-вывода загружены, а очередь команд — большая, то низкая производительность системы естественна и требует модификации дисковой подсистемы, описанной выше. Если при низкой производительности буфера загружены, а очередь команд контроллера невелика, это свидетельствует о неверной конфигурации параметров ОС. Разобраться в причинах низкой производительности системы (является виновником процессор или шина процессора) бывает крайне сложно. Операции ввода-вывода на шине процессора и доступ к оперативной памяти осуществляются через кэш-память и работают значительно медленнее, чем CPU. Однако в современных серверах обычно реализована возможность одновременного доступа к оперативной памяти и к шине процессора. Если это не так, то АС должен рассмотреть вопрос замены сервера. Проблемы сетевого ввода-вывода могут возникать в приложениях, обрабатывающих изображения, большие файлы данных и файлы печати. Для администратора системы это должно быть *заметно* по сообщениям ОС (например, Receive packet overflow count или Send packet miscellaneous errors ОС Novell Netware). АС должен либо *изменить* конфигурацию буферов сетевого ввода-вывода, либо установить сетевые адаптеры с более чем одним каналом работы с шиной процессора, либо сегментировать сеть с помощью сетевых устройств.

11.3. Бизнес-метрики производительности

Современные ИС используют множество технологий и различных устройств. Измерение технических метрик не дает в таких сложных системах однозначной оценки производительности или анализа причин ее уменьшения. Поэтому пользуются интегральными характеристиками производительности, которые определяются успешной производственной деятельностью предприятия. К интегральным характеристикам производи-

тельности относится, например, время отклика приложения. Администратор системы должен заняться проблемой повышения производительности системы не в любом случае изменения технических метрик, а именно тогда, когда *изменилась бизнес-метрика*. Если время отклика основного приложения ИС возросло на 20 %, то на 20 % снизились производительность его пользователей и, следовательно, прибыль организации.

Время отклика (реакции) приложения является интегральной характеристикой производительности ИС с точки зрения пользователя [64]. Именно эту характеристику имеет в виду пользователь, когда говорит, что сегодня информационная система работает медленно. В общем случае время отклика определяется как интервал времени между возникновением запроса пользователя к приложению и получением ответа на этот запрос. Значение этого показателя зависит от типа запроса пользователя, от того, какой пользователь и к какому серверу обращается, от текущего состояния элементов сети и настроек ОС и СУБД. Поэтому имеет смысл использовать также и средневзвешенную оценку времени отклика, усредняя этот показатель по пользователям, серверам и времени дня. Время отклика приложения обычно складывается из нескольких составляющих. В общем случае в него входят:

- время подготовки запросов на клиентском компьютере;
- время передачи запросов между клиентом и сервером через сегменты сети и промежуточное коммуникационное оборудование;
- время обработки запросов на сервере и передачи ответов от сервера пользователю;
- время обработки получаемых от сервера ответов на компьютере пользователя.

Для того чтобы определить, какая (с точки зрения требований бизнеса) должна быть производительность ИС и какие метрики считать определяющими, между различными службами должен быть составлен договор об уровне обслуживания.

Договор об уровне обслуживания — SLA (Service Level Agreements). В этом договоре содержатся критерии, согласно которым пользователь ожидает получить оговоренные услуги. Договор может содержать соглашения по следующим параметрам:

- продолжительность работы системы в сутки (например, 8 ч);

- минимальное время восстановления (например, 4 ч);
- скорость передачи информации (например, 512 Кбит/с);
- допустимая задержка (например, меньше 50 мс).

Создание договора свидетельствует о том, что службы администратора системы и бизнес договорились о стандарте на производительность системы и способах ее оценки.

Первоначально SLA использовался телекоммуникационными операторами фиксированной связи как часть их контрактов с корпоративными клиентами. Договор SLA является *единственным документом*, имеющим юридическую силу, и соответственно средством, имеющимся в распоряжении администратора системы, которое позволяет добиться от провайдера предоставления услуги того уровня и качества, которые определены в соглашении и требуются пользователям.

Со временем департаменты по информационным технологиям (службы АС) крупных предприятий подхватили идею использования такого соглашения об уровне обслуживания, заключая его со своими клиентами — служащими из других отделов того же самого предприятия. Согласно этому договору производится сопоставление обещанного уровня качества и того, что есть в реальности. В договоре SLA определяются род предоставляемой услуги, сроки, местоположение, затраты, обязанности вовлеченных сторон.

SLA обычно включает спецификацию уровня обслуживания SLS (Service Level Specification) и цели соглашения об уровне услуг SLO (Service Level Objective). Спецификация SLS служит своего рода инструкцией при оказании услуг. В SLO оговариваются определенные технические параметры и их значения, например пропускная способность, частота, максимально допустимое время отклика и пр., которые должны быть достигнуты с помощью SLS.

SLA может содержать многочисленные метрики качества услуг, зависящие не только от технических средств, но и от действий персонала. Например, в компании, работающей в сфере ИТ-технологий, существует отдел технической поддержки пользователей — call-центр. В этом случае в составе SLA могут быть следующие метрики:

- AR (Abandon Rate) — количество звонков (в процентах), потерянных в период ожидания ответа;

- ASA (Average Speed To Answer) — среднее время (обычно в секундах), требующееся для ответа на поступивший звонок;
- TSF (Time Service Factor) — число звонков (в процентах), обслуженных за определенный временной период (например 80 % за 20 с);
- FCR (First Call Resolution) — число звонков (в процентах), сообщающих о проблемах, которые могут быть решены без повторного звонка.

Обычно SLA содержит перечисленные ниже разделы.

Services (услуги). Информация этого раздела SLA определяет услуги и формы их предоставления пользователю.

Performance Management (управление производительностью).

Ключевая часть SLA, включает в себя мониторинг и измерение уровня качества поставляемых услуг. Каждая услуга должна быть измеряема и должна существовать возможность анализа результатов этого измерения. Все метрики, используемые для измерения, должны быть представлены в договоре.

Problem Management (управление проблемами). Задача этого раздела — минимизация неблагоприятных воздействий от различного рода инцидентов и проблем. Предполагается, что должен существовать адекватный способ устранения проблем, а также проводиться профилактика для предупреждения новых.

Customer Duties and Responsibilities (обязанности и ответственность пользователя). В этом разделе оговариваются обязанности и ответственность пользователя.

Warranties and Remedies (гарантии и ответственность сторон). Данный раздел договора обычно содержит ключевые темы: качество обслуживания, компенсации, средства предотвращения нарушений, действия в случае форс-мажора, исключения.

Security (Безопасность) — особенно важная часть любого SLA. Пользователь должен обеспечивать контролируемый логический и физический доступ к помещению и необходимой информации. При этом нужно считаться с правом пользователя на конфиденциальность личных данных.

Disaster Recovery and Business Continuity (восстановление после аварий и непрерывность бизнеса) могут иметь критическое значение. Этот факт должен быть отражен в договоре.

Termination (прекращение действия договора). Этот раздел SLA обычно содержит следующие ключевые темы: завершение оказания услуги в конце установленного срока, завершение оказания услуги для удобства клиента, завершение оказания услуги по какой-либо причине, взаиморасчеты.

Однако в SLA могут иметься некоторые аспекты, представляющие определенные технические проблемы как для оператора связи, так и для администратора системы или пользователя.

Определенную проблему составляет выбор и установка технических средств, позволяющих оценить уровень обслуживания, и степень соответствия предоставляемых услуг критериям соглашения SLA. Следует отметить, что в одном соглашении SLA могут содержаться положения, описывающие *совместные контрактные обязательства нескольких операторов*. Например, если VPN-сеть пользователя охватывает несколько доменов различных операторов, то в соглашении SLA должен быть оговорен порядок взаимного соединения операторов и характеристики сквозного соединения.

С точки зрения оператора, проблемы, обусловленные соглашением SLA, заключаются в том, что выполнение соглашения может быть связано с использованием услуг нескольких других операторов. В таких средах администратор системы должен быть *уверенным* в обеспечении оператором правильного проектирования сети либо в возможности оператора создать структуры дифференциации служб для обеспечения каждому клиенту соглашений SLA некоторого минимального уровня выделения ресурсов.

11.4. Технические и бизнес-метрики в современных сетевых технологиях

В современных ИС применяется комбинация бизнес- и технических метрик. Приведем ее на примере технологии MetroEthernet. Рекомендации по использованию различных метрик ведущей организации по разработке стандартов Ethernet MetroEthernet Forum (MEF) описаны в специальных документах Technical specification — MEF 10.1.1. Traffic management specification — MEF 5, MEF service model — MEF1 и пр.

Сетевым службам администрирования систем следует изучить эти документы.

Рассмотрим некоторые из указанных форумом метрик.

Задержки (Frame Delay Ratio). Задержка — критичный параметр, имеющий большое значение для приложений, работающих в реальном масштабе времени. Этот параметр уже рассматривался как техническая метрика для 100 Base Ethernet. В документах форума приведен теоретический расчет данного параметра для Metro Ethernet. На практике достаточно проблематично рассчитать подобную метрику (особенно учитывая сложность современных систем).

Потери фреймов FLR (Frame Loss Ratio). Потери фреймов — это доля фреймов, не доставленных получателю, от общего числа переданных фреймов за отчетный период (час, день, месяц).

Влияние потерь пакетов на пользовательский трафик, как и задержек, различно и зависит от типа передаваемых данных.

Соответственно потери могут по-разному влиять на качество обслуживания QoS в зависимости от приложений, услуг или телекоммуникационных протоколов высокого уровня, используемых для обмена информацией. Например, потери, не превышающие 1 %, приемлемы для приложений типа Voice over IP (VoIP) [14], однако их увеличение до 3 % делает невозможным предоставление этого сервиса.

С другой стороны, современные приложения гибко реагируют на рост потерь, компенсируя его снижением скорости передачи или применением адаптивных механизмов компрессии данных.

Математические описания FLR также представлены в документах форума.

Вариации задержки FDV (Frame Delay Variations) — это один из критичных параметров для приложений, работающих в режиме реального времени.

FDV определяется как разница в задержке нескольких выбранных пакетов, отправленных от одного устройства к другому. Эта метрика применима только к успешно доставленным пакетам за некий интервал времени. Ее математические расчеты приведены в документах форума.

Пропускная способность (Throughput) рассматривалась в разделе 11.2.

Кроме перечисленных технических метрик описаны бизнес-метрики, такие как: время бесперебойной работы, время подъема системы, доступность услуги.

Время бесперебойной работы системы — метрика, характеризующая время работы системы. Эта метрика похожа на метрику MTBF, обсуждавшуюся в главе 8, но учитывает не только технические проблемы, а и проблемы сопровождения сети. Она используется для измерения надежности и стабильности сети и отображает время, которое сеть работает без сбоев или необходимости перезагрузки в целях администрирования или обслуживания. Надежность системы иногда измеряют в процентах (обычно не менее 99%). Слишком высокое ее значение может означать недостаточную квалификацию администратора системы, так как часть процессов требует регламентной остановки и перезагрузки.

Время подъема системы (Uptime). Эта метрика обсуждалась в главе 8.

Доступность услуги (Service Availability) оказывает прямое влияние на фактическое качество услуги, потребляемой пользователем. Существуют три наиболее важных критерия, определяющих доступность услуги: время внедрения услуги (Service Activation Time), доступность соединения (Connection Availability), время восстановления услуги после сбоя (Mean Time to Restore Service — MTTR).

Время внедрения услуги — это время, которое проходит с момента заказа пользователем нового сервиса (или модификации параметров существующего сервиса) до момента, когда услуга будет активирована и доступна пользователю. Время инсталляции может занимать от нескольких минут до нескольких месяцев. Например, для модификации существующего сервиса (по запросу пользователя) в целях повышения его производительности может потребоваться прокладка волоконно-оптического кабеля до места расположения пользователя, что потребует продолжительного времени.

Доступность соединения определяет, насколько долго пользовательское соединение соответствует параметрам контракта. Обычно значение этого параметра в описании сервиса указывается в процентах (иногда в минутах). Доступность соединения вычисляется как процент времени, в течение которого пользовательское соединение находилось в полностью работоспособном состоянии (пользователь принимал и передавал данные), от общей продолжительности отчетного периода.

Поставщик услуги (например, оператор связи) обычно исключает из времени простоя период проведения регламентных работ, поскольку о предстоящей профилактике пользователь оповещается заранее.

Время восстановления услуги после сбоя определяется как ожидаемое время, необходимое для восстановления нормального функционирования услуги после сбоя. Эта метрика уже обсуждалась в главе 8. Дополнительно отметим некоторые ее особенности. Большинство сетей обеспечивают некоторый уровень избыточности с автоматическим восстановлением услуги при возникновении сбоев или неисправностей. Для подобных ситуаций оператор связи выставляет MTTR, равным нескольким секундам или даже миллисекундам. Если требуется вмешательство технического персонала, это время принимается обычно равным нескольким минутам, реже — часам.

11.5. Дополнительный инструментарий администратора системы для измерения производительности ИС

Для измерения параметров производительности ИС обычно недостаточно средств управления (MS или NMS). Это обусловлено сложностью проблемы и необходимостью производить действия не на уровне программного обеспечения, а на уровне аппаратуры. Поэтому для измерения параметров, например, сетевых подсистем ИС используются специальные диагностические средства: *генераторы и анализаторы трафика*.

В некоторых ситуациях единственным способом установить время и причину ухудшения производительности сетевой системы является эмуляция загрузки с помощью генерации трафика. АС должен иметь такие дополнительные программные продукты в составе NMS (либо отдельно).

Анализаторы трафика позволяют *собирать трафик* и *графически анализировать его распределение* между сетевыми устройствами. Эти средства могут быть реализованы с помощью пробов, описанных выше, либо программ-коллекторов на базе протокола Netflow. Как уже отмечалось, подробнее этот протокол изложен в главе 12.

11.6. Практические рекомендации службам администратора системы по контролю производительности ИС

Проблема производительности ИС настолько сложна, что требует большого опыта работы и фундаментальных знаний всех вопросов ИТ. Администратору системы необходимо учитывать, что на первоначальном этапе работы следует полагаться на значения параметров различных компонент ИС, заданных по умолчанию. Следует также иметь в виду, что существенный эффект в улучшении производительности ИС дают *модификации аппаратных решений*. В то же время изменение конфигурации параметров программных продуктов менее эффективно и в ряде случаев достаточно опасно, так как может приводить к обратным результатам. Кроме того, внедрение средств контроля производительности системы вызывает в системе *дополнительный служебный трафик*, так как большинство из них работает по протоколу SNMP и требует опроса устройств и программных продуктов. Поэтому для администратора системы очень *важно не ухудшить производительность системы*, внедряя MS или NMS. Обычно для этого необходимо *определить интервал опроса* продуктов в ИС.

Высокоскоростной и объемный SNMP-опрос может порождать значительный сетевой трафик. Это происходит при коротких интервалах опроса. Обычно размер наименьшего интервала сбора данных по протоколу SNMP составляет 1 с. Агенты SNMP, работающие как низкоприоритетные процессы, могут быть не в состоянии за такое короткое время ответить на SNMP-запрос для нескольких объектов, и запросы необходимо будет повторять.

Обычно по умолчанию NMS конфигурируется таким образом, чтобы выполнялись три дополнительные попытки запроса SNMP с возрастающими в геометрической прогрессии тайм-аутами, начиная с 0,8 с (0,8; 1,6; 3,2 и 6,4 с), что составляет в общей сложности для четырех тайм-аутов 12 с. Но повторные попытки могут вызвать перегрузку «медленных» SNMP-агентов. А интервалов опроса в 1 с *следует избегать*, они меньше, чем интервалы тайм-аута.

С помощью специального процесса snmpCollect можно сократить число SNMP-запросов, определяя для агента SNMP каждого устройства число значений, которые он может возвратить в ответ на один запрос. Это сокращает накладные расходы на пересылку множественных запросов одиночных параметров и увеличивает средний размер пакета.

Но короткие интервалы опроса многих объектов SNMP вынуждают процесс snmpCollect расходовать больше времени процессора устройства, на котором он запущен. Это может негативно влиять на небольшие системы. В идеальном случае желательно, чтобы процесс snmpCollect потреблял не более 10% ресурсов процессора.

Как показывает практика при опросах с интервалами в одну секунду, десять секунд и одну минуту фиксируются все нужные отклонения сетевых показателей, но интенсивность опросов велика и приводит к рассмотренным выше проблемам. При опросах с 10-минутными интервалами теряется значительная часть необходимой информации. Опыт внедрения систем показывает, что удовлетворителен пятиминутный интервал для фиксирования достаточного числа изменяемых статистических данных [51]. Это не перегружает ИС, систему управления и сетевые устройства.

Дополнительная информация

1. www.ietf.org/rfc/rfc2544 — метод тестирования производительности TCP/IP сетей
2. www.juniper.net — информация об измерениях производительности
3. www.metroethernetforum.org
4. www.sla-zone.co.uk

Контрольные вопросы

1. Перечислите 4 шага по управлению производительностью.
2. Зачем устанавливать базовую производительность ИС?
3. Как проводить контроль изменений параметров производительности?
4. В чем суть коррекции производительности?

5. Что является метриками производительности?
6. Назовите две сетевые метрики производительности, характеризующие передачу информации от источника к принимающему устройству.
7. Назовите метрики производительности файл-сервера.
8. В чем суть бизнес — метрик производительности?
9. Поясните сущность Соглашения об уровне обслуживания SLA?
10. Из каких частей обычно состоит SLA?
11. В каком документе определяются метрики для технологии Metro Ethernet?
12. Зачем администратору системы генераторы и анализаторы трафика ИС?
13. Чем и почему опасно внедрение средств контроля производительности?

Глава 12

ПРОТОКОЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ СИСТЕМ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ. СИСТЕМЫ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ, СОПРОВОЖДЕНИЯ И ПОДДЕРЖКИ

Для решения различных задач службам администрации ИС необходимы специальные средства, к которым относятся программные продукты и аппаратные средства. В данной главе основное внимание уделено программным средствам. Аппаратные средства администрирования не обсуждаются в рамках данного учебного пособия.

Раздел 12.1 посвящен протоколам, которые применяются для программирования систем администрирования. Излагается только суть обычно используемых стандартных технологий и способов программирования управляющих систем, базирующихся на сетевых протоколах управления SNMP, RMON и NetFlow. При рассмотрении протоколов основное внимание уделено вопросам архитектуры протоколов, поскольку понимание ее необходимо службам администратора ИС для поддержки и применения систем администрирования. Технологии программирования с использованием средств объектно-ориентированного программирования, низкоуровневых языков программирования и программных прикладных интерфейсов (API) ОС и СУБД не рассматриваются в данном учебном пособии, так как являются инструментарием разработчиков систем управления, а не средствами администратора ИС.

Раздел 12.2 посвящен информационным системам администрирования и системам сетевого администрирования (NMS). Для лучшего понимания функций, которые выполняются системой управления ИС, в подразделе 12.2.1 приведен пример системы администрирования HP OpenView, а в подразделе 12.2.2 — пример системы NetQos.

В разделе 12.3 рассматриваются системы оперативного управления и поддержки (OSS). Конкретные примеры реализации этих систем приведены в подразделе 12.3.1.

12.1. Протоколы, используемые для программирования систем администрирования

12.1.1. Протокол ISO CMIP и услуги CMIS (модель OSI)

Как уже говорилось в главе 2, согласно стандарту управления OSI доступ к управляющей информации, хранящейся в управляемых объектах, обеспечивается с помощью элемента системы управления, называемого службой CMISE (Common Management Information Service Element). Услуги, предоставляемые службой CMISE, называются услугами CMIS (Common Management Information Service — Служба общей управляющей информации). Служба CMISE построена в архитектуре распределенного приложения, где часть функций выполняет менеджер, а часть — агент. Взаимодействие между менеджером и агентом осуществляется по протоколу CMIP (Common Management Information Protocol — Протокол общей управляющей информации) [8, 26]. ISO предполагала, что этот протокол станет основным протоколом для реализации систем управления.

Протокол CMIP и услуги CMIS определены в стандартах X.710 и X.711 ITU-T. Услуги CMIS разделяются на две группы — услуги, инициируемые менеджером (запросы), и услуги, инициируемые агентом (уведомления).

Протокол CMIP представляет собой набор операций, прямо соответствующих услугам CMIS. Таким образом, в протоколе CMIP определены операции M-GET, M-SET, M-CREATE и т. д. Для каждой операции определен формат блока данных, переносимых по сети от менеджера агенту и обратно.

Формат протокольных блоков данных CMIP описывается нотацией ASN.1 (Abstract Syntax Notation One), которая была принята ISO в качестве нотации для описания терминов коммуникационных протоколов. Нотация ASN.1 служит для установления однозначного соответствия между терминами из стандартов, предназначенных для пользователей, и данными, которые передаются аппаратурой в коммуникационных протоколах. Достигаемая однозначность очень важна для гетерогенной среды, характерной для корпоративных сетей. Например,

для указания некоторой переменной протокола, представляющей собой целое число, разработчик протокола, использующий нотацию ASN.1, должен точно определить формат и допустимый диапазон переменной. ASN.1 является фактически метаязыком и поддерживает базовый набор различных типов данных, таких как целое число, строка, и позволяет конструировать из этих базовых типов составные данные — массивы, перечисления, структуры.

Рассмотрим набор операций (запросов), инициируемых менеджером.

M-CREATE — запрос, который требует от агента создать новый экземпляр объекта определенного класса или новый атрибут внутри экземпляра объекта. Необходимость в данной услуге и соответствующей операции возникает при подключении к сети нового устройства. С помощью данной услуги можно сообщить другим приложениям того же уровня модели OSI о появлении в сети нового объекта. В ответ на запрос M-CREATE может быть создан только один объект управления. Здесь могут использоваться различные методы создания имени нового управляемого объекта и присвоения значений атрибутов. Новый управляемый объект может быть создан как копия существующего объекта, но с другим именем.

M-DELETE — запрос, который требует от агента удалить некоторый экземпляр объекта определенного класса или атрибут внутри экземпляра объекта. Запрос M-DELETE по характеру действия противоположен операции M-CREATE. Обязательными параметрами в запросе являются последовательный номер запроса и обозначение управляемого объекта. Если удаляется множество объектов, то подтверждения об удалении генерируются отдельно для каждого объекта.

M-GET — запрос агенту о возвращении значения некоторого атрибута определенного экземпляра объекта. Используется, чтобы найти, восстановить или собрать информацию для управления объектами. Это услуга с подтверждением выполнения, она дает возможность данной открытой системе восстановить или найти значение атрибута/атрибутов одиночного или множества управляемых объектов, находящихся в другой открытой системе. Обязательными параметрами запроса являются последовательный номер запроса и наименование управляемого объекта.

M-CANCEL-GET — используется для отмены запроса M-GET. Отмена M-GET может быть необходима, если для запроса было выбрано слишком много объектов, и приложение управления не может обработать ответы от многих объектов. Также отмену M-GET можно использовать в случае, когда запрос выполняется слишком долго. Услуга M-CANCEL-GET предоставляется с выдачей подтверждения. Если операция M-GET была завершена прежде, чем получен запрос M-CANCEL-GET, то выдается сообщение об ошибке. Если отмена услуги произошла успешно, то для M-CANCEL-GET выдается положительное подтверждение, а для предыдущей услуги M-GET — сообщение об ошибке. При формировании M-CANCEL-GET обязательными параметрами являются последовательный номер данного запроса и последовательный номер запроса, который должен быть отменен.

M-SET — требует от агента изменить значения некоторого атрибута определенного экземпляра объекта. Эта услуга используется приложением управления, чтобы запросить изменение значения атрибута или атрибутов одного или нескольких управляемых объектов в другой открытой системе. Обязательными параметрами являются последовательный номер запроса услуги, обозначение объекта управления и оператор модификации, который описывает, как изменяются данные управляемого объекта.

Использование оператора модификации позволяет изменить значения атрибута объекта управления, добавить новое значение или удалить существующие значения для набора атрибутов.

M-ACTION — запрос, который требует от агента выполнить определенные действия над одним или несколькими экземплярами объектов.

Тип действия ACTION должен входить в состав описания управляемого объекта и относиться к допустимым действиям над объектом. Для различных классов управляемых объектов существуют специфические действия и, соответственно, специфические функции управления. Поэтому подробности, связанные с выполнением действий (например, предварительные условия осуществления действий), в CMIS не определяются. Обязательными параметрами являются последовательный номер запроса, обозначение объекта управления и тип действия.

Необязательные параметры включают в себя специфическую информацию для данного типа действия и конфиденциальную информацию управления.

Оказание услуги M-ACTION при выполнении действий на нескольких объектах аналогично действиям, определенным для M-SET. Руководство по выбору модели управления объектом между операцией SET для атрибутов и операцией ACTION для управления поведением приводится в Рек. ISO/IEC 10165-1 Management Information Model (информационная модель управления). Например, услуга M-ACTION используется, когда информация при запросе не входит в состав атрибутов объекта или когда требуется определить сложные операции типа «установить и протестировать».

M-EVENT REPORT — отправка уведомления агентом менеджеру.

Для реализации своих услуг служба CMISE должна использовать службы прикладного уровня стека OSI — ACSE, ROSE. Запросы M-GET, M-SET, M-ACTION и M-DELETE могут применяться к более чем одному объекту. Для этого стандарты CMIP/CMIS вводят такие понятия, как обзор (scoping), фильтрация (filtering) и синхронизация (synchronization).

Обзор. Запрос CMISE может использовать обзор, чтобы опросить одновременно несколько объектов.

Фильтрация заключается в применении булевого выражения к запросу менеджера. Запрос применяется только к тем объектам и их атрибутам, для которых данное булево выражение верно. Булевые выражения могут содержать операторы отношения $=$, \leq , \geq , $<$, $>$ или определенные атрибуты. Возможно построение сложных фильтров на основе объединения нескольких фильтров в один составной.

Синхронизация. При выполнении запросов к нескольким объектам используется одна из двух схем синхронизации: *атомарная* или «*по возможности*». При атомарной схеме синхронизации запрос выполняется только в том случае, если все объекты, попадающие в область действия обзора или фильтра, могут успешно выполнить данный запрос. Синхронизация «*по возможности*» подразумевает передачу запроса объектам, операция завершается при выполнении запроса любым числом объектов.

12.1.2. Протокол SNMP (модель ONC)

К концу 1980-х гг. сеть Интернет стала достаточно большой и потребовала стандартов управления. Однако группа ISO OSI была далека от завершения работ над протоколом CMIP. Поэтому в 1987 году технической комиссией IETF было принято решение временно создать набор упрощенных стандартов управления в сети Интернет на основе наработок группы ISO OSI. Данные стандарты получили название SNMP (Simple Network Management Protocol — простой протокол управления сетью). В дальнейшем предполагалось переключиться на стандарты ISO по мере их готовности.

Таким образом, многие идеи и часть терминологии SNMP были взяты из стандартов ISO CMIP, а именно:

- концепция «менеджер-агент»;
- идея баз управляющей информации (Management Information Base — MIB);
- использование синтаксиса ASN.1.

Стандарты SNMP продолжали развиваться на протяжении 1990-х гг. Основным направлением развития было совершенствование вопросов безопасности. Были разработаны версии SNMP: SNMPv1, SNMPv2, SNMPv2c, SNMPv2u и SNMPv3.

Рассмотрим основные концепции протокола SNMP, базы данных MIB и типы сообщений [8, 9].

Основные концепции протокола SNMP. SNMP — это протокол управления прикладного уровня, разработанный создателями протоколов TCP/IP. Архитектура протокола очень проста. Предполагается, что сеть состоит из сетевых элементов и управляющих станций (серверов управления). Серверы управления запускают приложение менеджера, которое контролирует сетевые элементы. Сетевые элементы — это маршрутизаторы, хосты, файл-серверы, которые загружают программы-агенты для осуществления функций мониторинга устройства. Соответственно, SNMP — это протокол взаимодействия агента и менеджера.

В системах управления, построенных на основе протокола SNMP, стандартизируются следующие элементы:

- протокол взаимодействия агента и менеджера;
- язык описания моделей MIB и сообщений SNMP;
- несколько конкретных моделей MIB (MIB-I, MIB-II, RMON, RMON 2), имена объектов которых регистрируются в дереве стандартов ISO.

Все остальное отдается на откуп разработчику системы управления.

Протокол SNMP используется для получения от сетевых устройств информации об их статусе, производительности и других характеристиках, которые хранятся в базе данных управляющей информации MIB. Простота SNMP во многом определяется простотой MIB SNMP, особенно их первых версий — MIB-I и MIB-II. Кроме того, сам протокол SNMP также весьма несложен.

Древовидная структура MIB содержит обязательные (стандартные) поддеревья, а также в ней могут находиться частные (private) поддеревья, позволяющие изготовителю интеллектуальных устройств управлять какими-либо специфическими функциями устройства.

Агент в протоколе SNMP обеспечивает программамменеджерам, размещенным на управляющих станциях сети, доступ к значениям переменных MIB и тем самым дает им возможность реализовывать функции по управлению и наблюдению за устройством.

Основные операции по управлению осуществляются менеджером, а агент SNMP выполняет чаще всего пассивную роль, передавая менеджеру по его запросу значения накопленных статистических переменных. При этом коммуникационное устройство сети работает и выполняет свои основные функции — маршрутизатора, моста или концентратора, а программа-агент занимается сбором статистики и значений переменных состояния устройства и передачей их менеджеру системы управления.

База данных MIB. В настоящее время существует несколько стандартов на базы данных управляющей информации для протокола SNMP. Основными являются стандарты MIB-I и MIB-II, а также версия базы данных для удаленного управления RMON MIB [8, 9, 62]. Кроме этого существуют стандарты MIB для специальных устройств (например, MIB для концентраторов или MIB для модемов), а также частные MIB конкретных фирм-производителей оборудования.

Первоначальная спецификация MIB-I определяла только операции чтения значений переменных. Операции изменения или установки значений объекта являются частью спецификаций MIB-II.

Версия MIB-I, описанная в RFC 1156, определяет 114 объектов, которые подразделяются на 8 групп:

- System — общие данные об устройстве (например, идентификатор поставщика, время последней инициализации системы);
- Interfaces — параметры сетевых интерфейсов устройства (например, их число, типы, скорости обмена, максимальный размер пакета);
- Address Translation Table — описание соответствия между сетевыми и физическими адресами (например, по протоколу ARP);
- Internet Protocol — данные, относящиеся к протоколу IP (адреса IP-шлюзов, хостов, статистика об IP-пакетах);
- ICMP — данные, относящиеся к протоколу обмена управляющими сообщениями ICMP (Internet Control Message Protocol — межсетевой протокол управляющих сообщений);
- TCP — данные, относящиеся к протоколу TCP (Transmission Control Protocol — протокол управления передачей);
- UDP — данные, относящиеся к протоколу UDP (User Datagram Protocol — протокол пользовательских дейтаграмм), например, число переданных, принятых и ошибочных UDP-дейтаграмм;
- EGP — данные, относящиеся к протоколу обмена маршрутной информацией EGP (Exterior Gateway Protocol — протокол внешнего шлюза), например число сообщений, принятых с ошибками и без ошибок.

В версии MIB-II (RFC 1213), принятой в 1992 г., существенно расширен набор стандартных объектов (до 185), а число групп увеличилось до 10.

На рис. 12.1 приведен пример древовидной структуры базы объектов MIB-II. На нем показаны две из 10 возможных групп объектов — System (имена объектов начинаются с префикса Sys) и Interfaces (используется префикс if). Объект SysUpTime содержит значение продолжительности времени работы системы с момента последней перезагрузки, объект SysObjectID — идентификатор устройства (например, маршрутизатора).

Объект ifNumber определяет число сетевых интерфейсов устройства. Объект ifEntry является вершиной поддерева, опи-

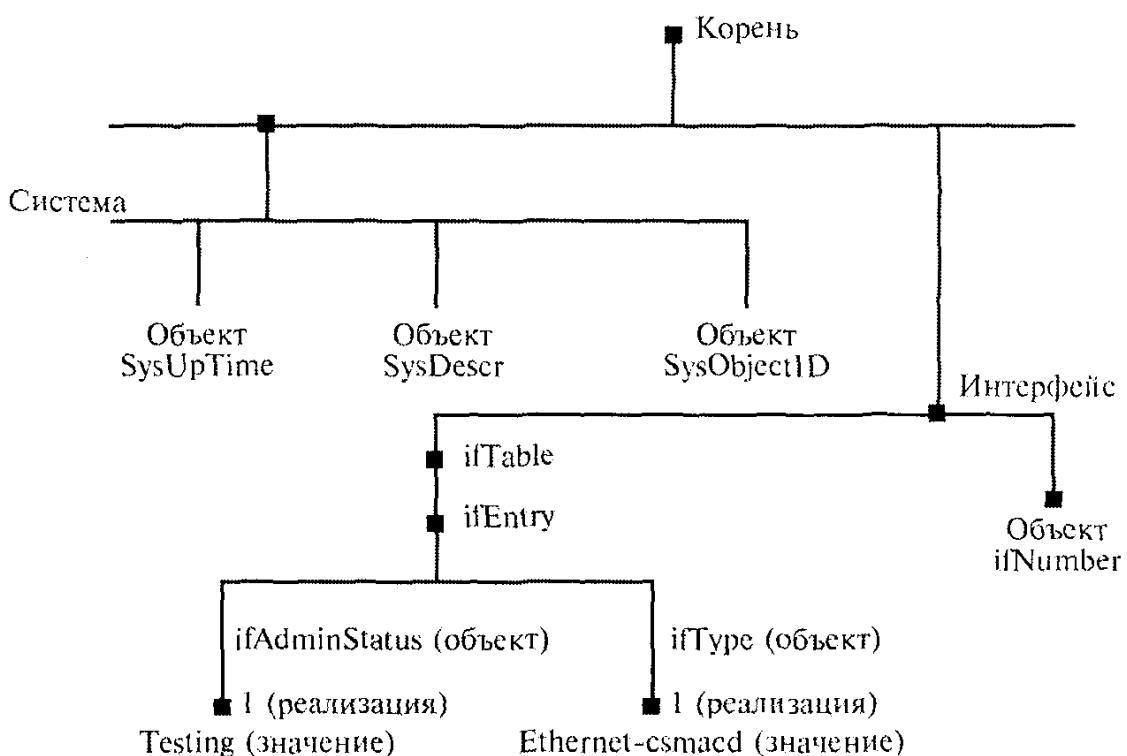


Рис. 12.1. Стандартное дерево MIB-II (фрагмент)

сывающего один из конкретных интерфейсов устройства. Входящие в это поддерево объекты **ifType** и **ifAdminStatus** определяют соответственно тип и состояние одного из интерфейсов, в данном случае интерфейса **Ethernet**.

В число объектов, описывающих каждый конкретный интерфейс устройства, включены следующие:

- **ifType** — это объект, который указывает тип протокола, который поддерживает интерфейс; объект принимает значения всех стандартных протоколов канального уровня, например, **rfc877-x25**, **ethernet-csmacd**, **iso88025-Token Ring**;
- **ifMtu** — максимальный размер пакета сетевого уровня, который можно послать через этот интерфейс;
- **ifSpeed** — пропускная способность интерфейса в Бит/с;
- **ifPhysAddress** — физический адрес порта; например, для **Fast Ethernet** — это MAC-адрес;
- **ifAdminStatus** — желаемый статус порта: **up** — готов передавать пакеты, **down** — не готов передавать пакеты, **testing** — находится в тестовом режиме;

- ifOperStatus — фактический текущий статус порта, имеет те же значения, что и ifAdminStatus;
- ifInOctets — общее число байтов (включая служебные байты), принятые данным портом с момента последней инициализации SNMP-агента;
- ifInUcastPkts — число пакетов — unicast, доставленных протоколу верхнего уровня;
- ifInNUcastPkts — число пакетов — broadcast или multi-cast, доставленных протоколу верхнего уровня;
- ifInDiscards — число пакетов, которые были приняты интерфейсом, оказались корректными, но не были доставлены протоколу верхнего уровня, скорее всего из-за переполнения буфера или по иной причине;
- ifInErrors — число принятых пакетов, которые не были переданы протоколу верхнего уровня из-за обнаруженных в них ошибок.

Кроме объектов, описывающих статистику по принятым пакетам, имеются аналогичные объекты, но относящиеся к переданным пакетам.

Как следует из описания объектов MIB-II, эта база данных не дает детальной статистики по характерным ошибкам фреймов Ethernet и не отражает изменение характеристик во времени, что часто интересует сетевого администратора. Эти ограничения были впоследствии сняты новым стандартом на MIB — RMON MIB, который специально ориентирован на сбор детальной статистики по технологии Ethernet. К тому же этот стандарт поддерживает такую важную функцию, как построение агентом зависимостей статистических характеристик от времени.

Для именования переменных базы MIB и однозначного определения их форматов используется дополнительная спецификация, называемая SMI (Structure of Management Information — структура управляющей информации).

При описании переменных MIB и форматов протокола SNMP спецификация SMI опирается на формальный язык ASN.1.

Имена переменных MIB могут быть записаны как в символьном формате, так и в числовом. Символьный формат используется для представления переменных в текстовых документах и на экране дисплея, а числовые имена — в сообщени-

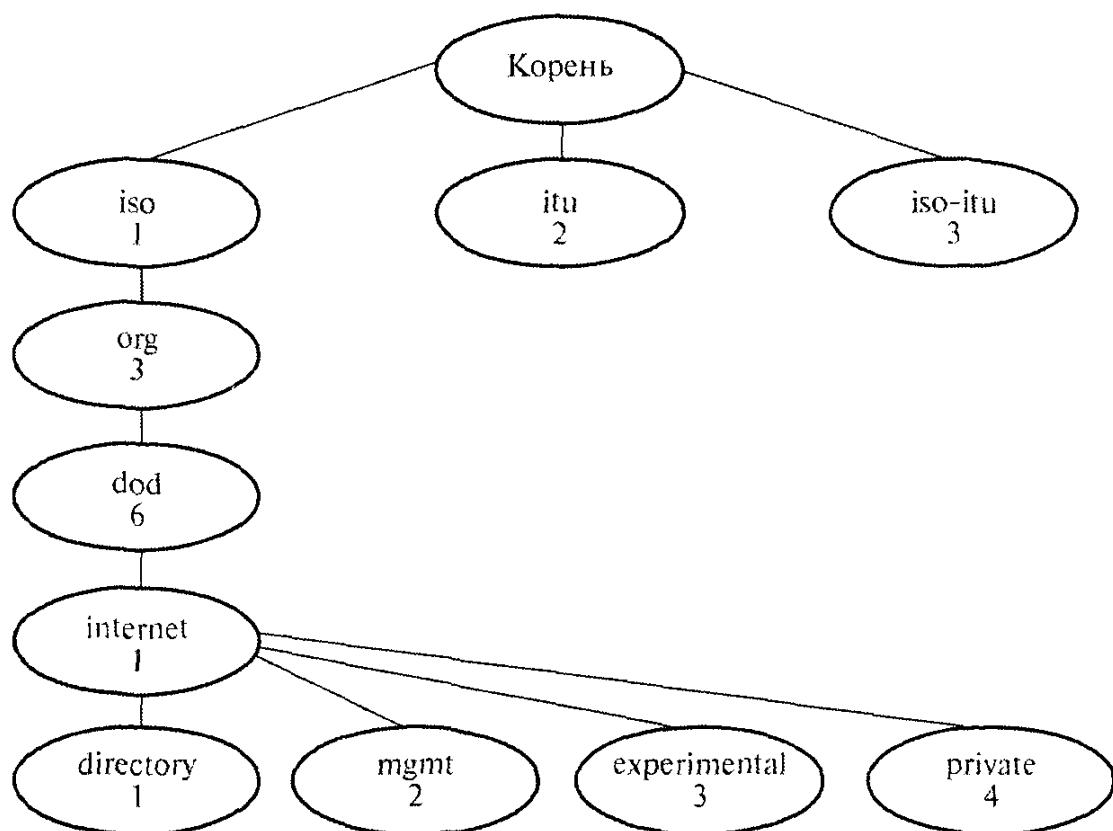


Рис. 12.2. Пространство имен объектов ISO

ях протокола SNMP. Например, символьному имени *SysDescr* соответствует числовое имя 1, а более точно 1.3.6.1.2.1.1.1. Составное числовое имя объекта SNMP MIB соответствует полному имени этого объекта в дереве регистрации объектов стандартизации ISO.

Разработчики протокола SNMP не стали использовать фиксацию численных параметров протокола в специальном RFC, называемом Assigned Numbers, где описываются, например, численные значения, которые может принимать поле *Protocol* пакета IP, и т. п. Вместо этого они зарегистрировали объекты баз MIB SNMP во всемирном дереве регистрации стандартов ISO, показанном на рис. 12.2.

Как и в любых сложных системах, пространство имен объектов ISO имеет иерархическую древовидную структуру, при чем на рисунке 12.2 показана только верхняя часть дерева. От корня дерева отходят три ветви, соответствующие стандартам, контролируемым ISO, ITU и совместно ISO-ITU. В свою очередь, организация ISO создала ветвь для стандартов, создавае-

мых национальными и международными организациями (ветвь org). Стандарты Internet создавались под эгидой Министерства обороны США (Departament of Defence — DoD), поэтому стандарты MIB попали в поддерево dod-internet, а далее в группу стандартов управления сетью — ветвь mgmt. Объекты любых стандартов, создаваемых под эгидой ISO, однозначно идентифицируются составными символьными именами, начинающимися от корня этого дерева. В сообщениях протоколов символьные имена не используются, а применяются однозначно соответствующие им составные числовые имена. Каждая ветвь дерева имен объектов нумеруется в дереве целыми числами слева направо, начиная с единицы. Эти числа заменяют символьные имена. Поэтому полное символьное имя объекта MIB имеет вид: iso.org.dod.internet.mgmt.mib, а полное числовое имя — 1.3.6.1.2.1.

Группа объектов private (4) зарезервирована за стандартами, создаваемыми частными компаниями, например Cisco, Hewlett-Packard. Это же дерево регистрации используется для именования классов объектов CMIP и TMN.

Соответственно, каждая группа объектов MIB-I и MIB-II имеет кроме кратких символьных имен, приведенных выше, полные символьные имена и соответствующие им числовые имена. Например, краткое символьное имя группы System имеет полную форму iso.org.dod.internet.mgmt.mib.system, а ее соответствующее числовое имя — 1.3.6.1.2.1.1. Часть дерева имен ISO, включающая группы объектов MIB, показана на рис. 12.3.

Типы команд. Протокол SNMP — это протокол типа «запрос-ответ», т. е. на каждый запрос, поступивший от менеджера, агент должен передать ответ (рис. 12.4). Особенностью протокола является его простота, он включает в себя всего несколько команд:

- Get-Request — команда используется менеджером для получения от агента значения какого-либо объекта по его имени;
- GetNext-Request — команда используется менеджером для извлечения значения следующего объекта (без указания его имени) при последовательном просмотре таблицы объектов;
- Get-Response — с помощью этой команды агент передает менеджеру ответ на команды Get-Request или GetNext-Request;

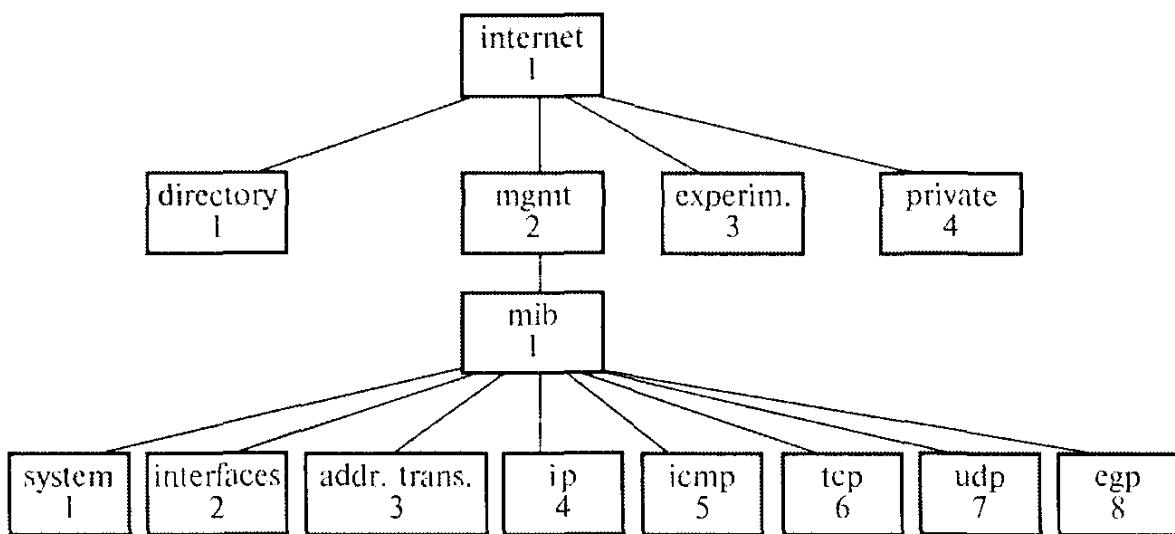


Рис. 12.3. Часть дерева имен ISO, включающая группы объектов MIB-I

- Set-Request — команда используется менеджером для изменения значения какого-либо объекта; с помощью команды Set происходит собственно управление устройством — отключение порта, приписывание порта определенной VLAN и т. п.;
- Trap(s) — сообщения (ловушки), которые используются агентом (управляемое устройство) для сообщения менеджеру о возникновении особой ситуации;
- Inform-Request — используется менеджером, чтобы отослать сигнал другому менеджеру и запросить ответ.

Версия SNMP v2 добавляет к этому набору команду GetBulk, которая позволяет менеджеру получить несколько значений переменных за один запрос.

Четыре из пяти SNMP-сообщений реализуются простой последовательностью запрос-ответ (менеджер отправляет запрос, а агент возвращает ответ). Сообщения SNMP используют протокол UDP [9]. Это означает, что запрос от менеджера может не дойти до агента, а ответ от агента может не дойти до менеджера. В этом случае менеджер может подождать и осуществить повторную передачу.

На рисунке 12.4 менеджер отправляет три запроса на порт UDP 161. Агент отправляет сообщения (Trap) на порт UDP 162. Так как используются два разных порта, одна система может выступать в роли менеджера и агента одновременно.

Сообщения SNMP в отличие от сообщений многих других коммуникационных протоколов не имеют заголовков с фик-

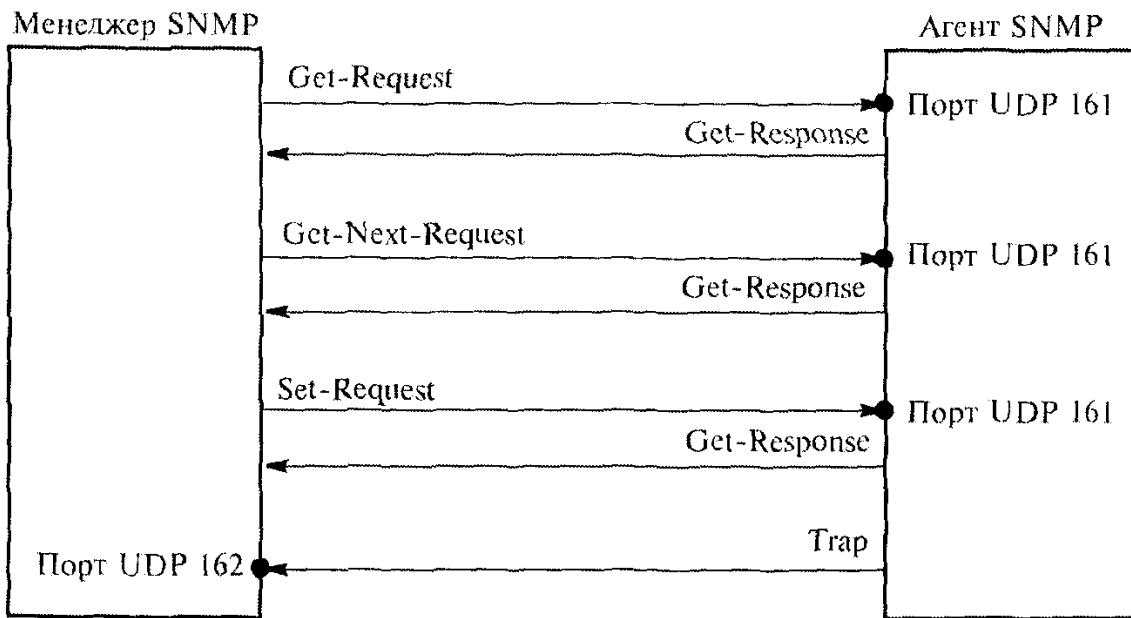


Рис. 12.4. Типы сообщений протокола SNMP

сированными полями. В соответствии с нотацией ASN.1 сообщение SNMP состоит из произвольного числа полей, и каждое поле предваряется описанием его типа и размера.

Любое сообщение SNMP состоит из трех основных частей: версия протокола (version), сообщество (community), область данных.

Сообщество (community) — это строка символов, в которой содержится пароль в открытом виде. Пароль используется при общении между менеджером и агентом. Обычное значение — строка public.

Область данных — это часть сообщения SNMP, в которой содержатся команды протокола, имена объектов и их значения. Область данных делится на блоки данных протокола (Protocol Data Unit, PDU).

Общий формат сообщения SNMP в нотации ASN.1 выглядит следующим образом:

```

SNMP-Message ::= 
SEQUENCE {
    version INTEGER {
        version-1 (0)
    },
    community
        OCTET STRING,
    SNMP-PDUs
        ANY
}
  
```

Область данных может содержать пять различных типов пакетов PDU, соответствующих пяти командам протокола SNMP:

```
SNMP-PDUs ::=  
CHOICE {  
    get-request  
        GetRequest-PDU,  
    get-next-request  
        GetNextRequest-PDU,  
    get-response  
        GetResponse-PDU,  
    set-request  
        SetRequest-PDU,  
    trap  
        Trap-PDU,  
}
```

Для каждого типа PDU имеется определение его формата. Например, формат блока GetRequest-PDU описан следующим образом:

```
GetRequest-PDU ::=  
IMPLICIT SEQUENCE {  
    request-id  
        Request ID,  
    error-status  
        ErrorStatus,  
    error-index  
        ErrorIndex,  
    variable-bindings  
        VarBindList  
}
```

Поле `request-id` содержит целое число и используется для установления соответствия между ответами и запросами. Поле `error-status` содержит целое число, которое возвращается агентам и указывает на ошибку. В табл. 12.1 показаны значения, имена и описания ошибок. Индекс ошибки (`error index`) представляет собой целое число (смещение), указывающее на то, в какой переменной произошла ошибка. `VarBindList` — это список числовых имен объектов, значениями которых интересуется менеджер. В нотации ASN.1 этот список состоит из пар «имя — значение».

Таблица 12.1

Значения статуса ошибок в SNMP

| Статус ошибки | Имя | Описание |
|---------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | noError | Все в порядке |
| 1 | tooBig | Клиент не может поместить ответ в одно SNMP сообщение |
| 2 | noSuchName | В агенте не существует запрошенной переменной |
| 3 | badValue | В операции Set-Request использовано недопустимое значение или сделана ошибка в синтаксисе |
| 4 | readOnly | Менеджер попытался изменить переменную, которая помечена как «только для чтения» |
| 5 | genErr | Внутренняя ошибка |

Для сообщения Trap формат SNMP-сообщения другой и описан следующим образом:

```

Trap-PDU ::=

    IMPLICIT SEQUENCE {
        enterprise
            OBJECT IDENTIFIER,
        agent-addr
            NetworkAddress,
        generic-trap
            INTEGER {
                coldStart(0),
                warmStart(1),
                linkDown(2),
                linkUp(3),
                authenticationFailure(4),
                egpNeighborLoss(5),
                enterpriseSpecific(6)
            },
        specific-trap
            INTEGER,
        time-stamp
            TimeTicks,
        variable-bindings
            VarBindList
    }

```

Таблица 12.2

Типы Trap'ов в SNMP

| Тип Trap'a | Имя Trap'a | Описание |
|------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | coldStart | Агент инициализировал себя сам |
| 1 | warmStart | Агент повторно инициализировал себя сам |
| 2 | linkDown | Состояние интерфейса изменилось с состояния «активизировано» на состояние «выключено» |
| 3 | linkUp | Состояние интерфейса изменилось с состояния «выключено» на состояние «активизировано» |
| 4 | authenticationFailure | Было получено сообщение от менеджера с неверным именем сообщества |
| 5 | egpNeighborLoss | EGP узел изменил свое состояние на «выключено» |
| 6 | enterpriseSpecific | Информация о trap содержится в поле specific-trap (специальный код) |

Поле enterprise — идентификатор производителя оборудования; agent-addr — адрес агента, от которого пришло сообщение; generic-trap — тип ловушки (таблица 12.2).

12.1.3. Протокол RMON

Протокол RMON (Remote Monitoring — удаленное наблюдение) — это расширение протокола SNMP [62]. Обычно в сети одновременно используются несколько сетевых протоколов. В этом случае при возникновении некоторой проблемы администратор системы использует специальные средства — протокольные анализаторы. Это портативные аппаратные средства, которые администратор системы перемещает по сети, используя для регистрации трафика, записи истории событий, составления графиков и диаграмм сетевой загрузки каналов и устройств. Уже указывалось, что такие устройства называют «пробами» (probes) и используют для решения проблем коммуникационного программного обеспечения. Так как в настоящее время все сетевые коммуникационные устройства

являются управляемыми, то целесообразно возложить на них обработку информации о сетевом трафике или утилизации устройств. В связи с этим появляется спецификация удаленного мониторинга, т. е. протокол RMON. Он определяет стандартные функции мониторинга и интерфейсы взаимодействия между SNMP-управляемыми менеджерами, удаленными средствами диагностики — пробами или удаленными агентами управления, осуществляющими эти функции в составе сетевых продуктов. В протоколах RMON и SNMP используются БД MIB. Но RMON обеспечивает поддержку расширенного набора объектов и атрибутов, позволяющих собирать больше информации, чем SNMP.

Спецификация RMON обеспечивает удаленное взаимодействие с базой MIB. База RMON MIB содержит агрегированную информацию об устройстве, не требующую передачи по сети больших объемов информации. Объекты RMON MIB включают дополнительные счетчики ошибок в пакетах, более гибкие средства анализа и статистики, более мощные средства фильтрации для захвата и анализа отдельных пакетов, а также более сложные условия установления сигналов предупреждения. Агенты RMON MIB более интеллектуальны по сравнению с агентами MIB-I или MIB-II и выполняют значительную часть работы по обработке информации об устройстве, которую раньше выполняли менеджеры. Эти агенты в виде специальных адаптеров могут располагаться внутри различных коммуникационных устройств, а также быть выполнены в виде отдельных программных модулей, работающих под управлением ОС персональных компьютеров и ноутбуков. Согласно протоколу RMON каждый пакет в сети рассматривается и запоминается (перехватывается), а информация об его характеристиках классифицируется и учитывается по 10 категориям.

Объекту RMON присвоен номер 16 в наборе объектов MIB, а сам объект RMON объединяет 10 групп следующих объектов:

- Statistics — текущие накопленные статистические данные о характеристиках пакетов, количестве коллизий и т. п.;
- History — статистические данные, сохраняемые через определенные промежутки времени для последующего анализа тенденций их изменений;

- Alarms — пороговые значения статистических показателей, при превышении которых агент RMON посылает сообщение менеджеру;
- Hosts — данные о хостах сети, в том числе и об их MAC-адресах;
- HostTopN — таблица наиболее загруженных хостов в сети;
- Traffic Matrix — статистика интенсивности трафика между каждой парой хостов сети, упорядоченная в виде матрицы;
- Filter — условия фильтрации пакетов;
- Packet Capture — условия захвата пакетов;
- Event — условия регистрации и генерации событий.

Данные группы пронумерованы в указанном порядке. Например, группа Hosts имеет числовое имя 1.3.6.1.2.1.16.4. Десятую группу составляют специальные объекты протокола Token Ring. Всего стандарт RMON MIB определяет около 200 объектов в 10 группах, которые зафиксированы в двух документах — RFC 1271 для сетей Ethernet и RFC 1513 для сетей Token Ring.

Так как RMON используется в гетерогенных средах, то он не зависит от протокола сетевого уровня (в отличие от стандартов MIB-I и MIB-II, ориентированных на протоколы TCP/IP).

Рассмотрим для примера более подробно группу Statistics, которая определяет, какую информацию о пакетах Ethernet может предоставить агент RMON. Приведем пример ряда объектов группы Statistics:

- etherStatsDropEvents — общее число событий, при которых пакеты были проигнорированы агентом из-за недостатка его ресурсов (сами пакеты не обязательно были потеряны интерфейсом);
- etherStatsOctets — общее число принятых октетов (байт), включая ошибочные пакеты (исключая преамбулу кадров);
- etherStatsPkts — общее число полученных пакетов (с учетом ошибочных пакетов);
- etherStatsBroadcastPkts — общее число безошибочных пакетов, которые были посланы по широковещательному адресу (broadcast);
- etherStatsMulticastPkts — общее число полученных безошибочных многоадресных пакетов (multicast);

- etherStatsCRCAlignErrors — общее число полученных пакетов, которые имели длину (исключая преамбулу) между 64 и 1518 Байт, не содержали целое число байт (alignment error) или имели неверную контрольную сумму (FCS error);
- etherStatsUndersizePkts — общее число полученных пакетов, которые имели длину меньше 64 байт, но были правильно сформированы;
- etherStatsOversizePkts — общее число полученных пакетов, которые имели длину больше 1518 байт, но были правильно сформированы;
- etherStatsFragments — общее число полученных пакетов, которые не состояли из целого числа байт, имели неверную контрольную сумму и имели к тому же длину меньше 64 байт;
- etherStatsJabbers — общее число полученных пакетов, которые не состояли из целого числа байт, имели неверную контрольную сумму и имели к тому же длину больше 1518 байт;
- etherStatsCollisions — оценка числа коллизий на данном сегменте Ethernet;
- etherStatsPkts64Octets — общее число полученных пакетов, включая ошибочные пакеты, размером 64 байт;
- etherStatsPkts65to127Octets — общее количество полученных пакетов, включая ошибочные пакеты, размером от 65 до 127 байт;
- etherStatsPkts128to255Octets — общее число полученных пакетов, включая ошибочные пакеты, размером от 128 до 255 байт;
- etherStatsPkts256to511Octets — общее число полученных пакетов, включая ошибочные пакеты, размером от 256 до 511 байт;
- etherStatsPkts512to1023Octets — общее число полученных пакетов, включая ошибочные пакеты, размером от 512 до 1023 байт;
- etherStatsPkts1024to1518Octets — общее число полученных пакетов, включая ошибочные пакеты, размером от 1024 до 1518 байт.

Таким образом, с помощью агента RMON, встроенного в коммуникационное устройство, можно провести детальный

анализ работы, например сегмента Ethernet. Сначала можно получить данные о встречающихся типах ошибок в кадрах в контролируемом сегменте, а затем с помощью группы History построить зависимость интенсивности этих ошибок от времени. После анализа временных зависимостей можно сделать предварительные выводы об источнике ошибочных кадров и на этом основании сформулировать условия захвата кадров со специфическими признаками, задав условия в группе Filter. После этого можно провести более детальный анализ, изучив захваченные кадры из объектов группы Packet Capture.

12.1.4. Протокол NetFlow

Изначально протокол NetFlow был создан и претворен в жизнь компанией Cisco Systems. Сейчас он является протоколом IETF и имеет еще одно название — IPFIX (Internet Protocol Flow Information eXport-экспорт информации потока интернет-протокола). Основанный на реализации NetFlow версии 9 (RFC3954 — Cisco Systems NetFlow Services Export — Version 9), IPFIX должен стать промышленным стандартом в ближайшем будущем (RFC 3917. Requirements for IP Flow Information Export (IPFIX)). Поставщики коммуникационных средств, такие как Nortel Networks, Juniper Networks и другие, уже реализуют поддержку IPFIX в своем оборудовании.

Протокол оперирует понятием «поток». Поток определяется как последовательность пакетов между источником и пунктом назначения, которые идентифицируются набором атрибутов.

Поток идентифицируется следующими семью атрибутами:

- IP-адрес источника;
- IP-адрес получателя;
- порт источника;
- порт получателя;
- тип протокола 3-го уровня;
- байт ToS;
- входящий логический интерфейс.

Данные семь полей определяют уникальный поток. Информация передается в базу данных NetFlow, называемую кеш NetFlow.

Этот поток информации является чрезвычайно полезным для анализа состояния сети. Он хранит следующую информацию:

- адрес источника, который позволяет понять, кто является источником трафика;
- адрес назначения, который позволяет определить, кто является получателем данного потока трафика;
- порты, определяют применение трафика;
- класс обслуживания, указывающий на приоритет трафика;
- объем трафика.

Дополнительная информация, содержащаяся в потоке:

- временные данные потока, позволяющие проводить расчеты числа пакетов (байт) в секунду;
- следующий хоп, включая IP-адреса протокола маршрутизации автономных систем BGP;
- маска подсети источника и назначения для вычисления префиксов;
- флаги протокола TCP.

NetFlow позволяет устройствам передавать данные о трафике, проходящем через них, на любой хост в сети, где эти данные могут накапливаться, сохраняться в определенном виде и соответственно отображаться. Таким образом, имеется три типа программных продуктов, устанавливаемых на оборудовании под управлением ОС: сенсор, коллектор, визуализатор (рис. 12.5).

Сенсоры устанавливаются на всех маршрутизаторах (routers), через которые проходит исследуемый трафик сети, в виде специального резидентного программного обеспечения. Но они могут быть и встроены в операционную систему, что является предпочтительным. Сенсоры собирают информацию о потоках трафика (flows) и отправляют ее по протоколам UDP или TCP на централизованное место сбора — коллектор. Коллектор может быть установлен как на обычную рабочую станцию, так и на специально выделенный сервер под управлением операционных систем семейства Windows и Unix подобных ОС. Коллектор сохраняет данные в базе в специальном netflow-формате. Далее эти данные могут быть прочитаны и представлены в читаемом виде специальными утилитами — обработчиками-визуализаторами, сохранены в реляционной базе данных, визуализированы в виде графиков и отчетов на WEB-странице и т. п.

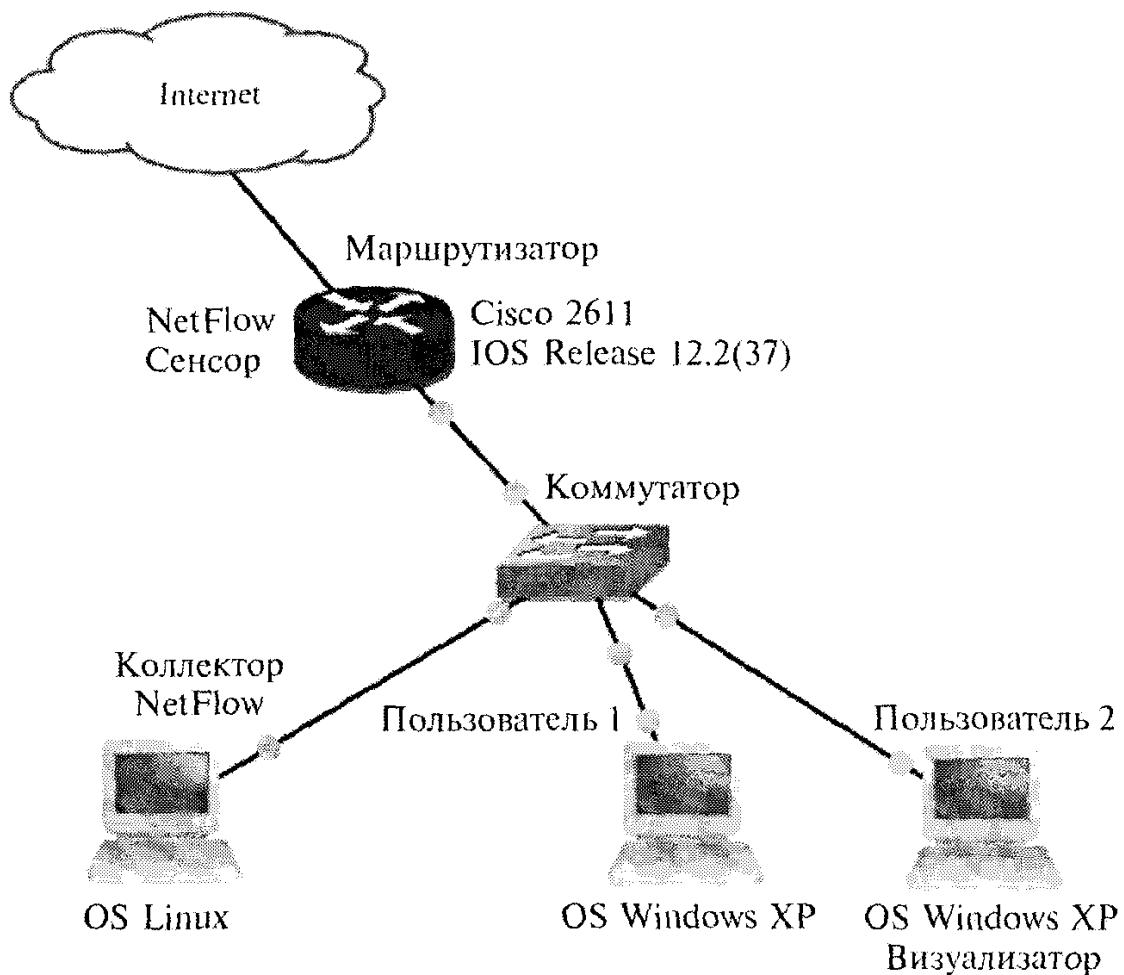


Рис. 12.5. Упрощенная схема сбора статистики NetFlow

Рассмотрим в общем виде формат пакета протокола NetFlow. Сообщение NetFlow состоит из заголовка и последовательности данных. Заголовок содержит информацию, включающую число последовательностей, номер записи, время бесперебойной работы. Данные потока содержат IP-адреса, номера портов, маршрутную информацию.

Формат сообщения NetFlow

IP header
UDP header
NetFlow header
Flow record
Flow record
.....
Flow record

Существуют два основных способа доступа к данным NetFlow.

В первом случае с помощью командной строки консоли управления маршрутизатора посредством show-команд. Если необходим срочный учет и анализ состояния сети, тогда доступ с использованием командной строки является наиболее удобным средством.

Другой вариант состоит в том, чтобы экспортировать NetFlow-данные на сервер отчетов или так называемый коллектор NetFlow. В NetFlow-коллекторе производятся сбор и анализ экспортируемых потоков, а также их объединение для получения консолидированных отчетов, используемых для анализа передачи данных и безопасности. Процесс NetFlow-экспорт периодически передает информацию в коллектор NetFlow. NetFlow-кэш постоянно наполняется потоками. Программное обеспечение маршрутизатора или коммутатора производит поиск потоков, которые являются законченными или истекшими. Эти потоки экспортируются в коллектор NetFlow. Поток готов на экспорт:

- если он неактивен в течение определенного времени (нет новых пакетов для данного потока);
- если поток является активным и длится более времени, ограниченного таймером (например, длинные FTP-сессии).

Кроме того, поток готов на экспорт, когда TCP-флаг свидетельствует, что поток прекращается (например, флаги FIN, RST). По умолчанию для неактивных потоков таймер устанавливается на 15 секунд и для длинных активных сессий на 30 минут. Коллектор может объединять и агрегировать потоки трафика. Например, FTP-загрузка, которая превышает время таймера на активные потоки, может быть разбита на несколько потоков, и коллектор может объединять эти потоки с указанием общего FTP-трафика на сервере в определенное время суток.

NetFlow, как правило, используется на центральном маршрутизаторе сети, хотя *выбор стратегии* реализации Netflow является проблемой администратора системы, так как при этом не должны быть перегружены соответствующие соединения. Установка коллектора зависит от точки формирования отчетов и топологии сети. Сервер-коллектор может быть присоединен

как к магистральному коммутатору сети, так и к коммутатору сети доступа. Администратору системы следует учитывать, что для экспорта данных потребуется от 1 до 5% (по данным компании Cisco Systems) полосы пропускания канала.

12.2. Информационные системы администрирования и системы сетевого администрирования (NMS)

Информационные системы администрирования — это программные или программно-аппаратные продукты, предназначенные для решения комплекса задач централизованного управления распределенными ИТ ресурсами, обеспечения их гарантированной доступности для пользователей в соответствии с заданными эксплуатационными требованиями. Они позволяют обеспечить управление всеми составляющими технологического, прикладного и организационно-технологического уровней информационной инфраструктуры предприятия. В данном учебном пособии не рассматриваются программно-аппаратные средства, с ними администраторам систем следует ознакомиться самостоятельно по дополнительным источникам.

Программные продукты управления ИС позволяют решать такие задачи, как:

- инвентаризация и управление учетом;
- мониторинг состояния элементов ИТ-инфраструктуры и управление производительностью;
- управление безопасностью;
- управление конфигурациями;
- управление отказами;
- автоматизация служб эксплуатации;
- оптимизация использования ИТ-ресурсов, их динамическая адаптация к меняющимся потребностям бизнеса;
- управление сервисами.

Обычно информационная система администрирования представляет собой набор модулей, предназначенных для решения различных задач. Модули могут использоваться как отдельно, так и в различных комбинациях, образуя единую систему управления. Принцип модульности позволяет максимизировать

но гибко строить системы управления ИТ-инфраструктурами предприятий, используя только те программные модули, которые сфокусированы на решении конкретных задач управления, стоящих перед данным предприятием.

Другим важным принципом, реализующимся в системах администрирования, является проактивность управления. Обычно в системах администрирования применен аппарат настройки предупреждений и тревог (Alarm) о необычных событиях или превышениях пороговых значений метрик ИС. Администратор системы заранее оповещается о ситуации для принятия своевременных мер. Соответствующие записи о событиях в ИС создаются в сводных журналах о событиях системы администрирования (Syslog).

Большинство производителей прикладных программных средств, системных программных средств и оборудования разрабатывает и поставляет вместе с ними программные средства управления и конфигурации. Это создает проблемы при создании, внедрении и сопровождении единой системы администрирования. Кроме того, обычной является практика, когда отдельные компоненты систем управления задействуют для выполнения операций управления свои локальные ресурсы (коммуникационные протоколы, физические интерфейсы, аппаратные средства и системное программное обеспечение) и не имеют возможности интеграции на базе единой платформы управления. Их либо необходимо увязать между собой, либо реализовать на базе создаваемой системы администрирования аналогичную функциональность. Это сложный, длительный и дорогостоящий процесс, поэтому в общем случае понятие «типовая система управления» *неприменимо*.

В ряде случаев единственным способом решения проблемы является дополнительное прикладное программирование. Вместе с тем большинство существующих полнофункциональных систем управления реализуют принципы FCAPS (Fault, Configuration, Administration, Performance, Security — см. главу 2).

По статистическим данным среди наиболее часто устанавливаемых компонентов систем управления первенство держат модули мониторинга производительности (75%), обнаружения и устранения неисправностей (67,9%), управления инвентаризацией (62,7%), управления сервисами и планирования услуг (61,6%), предупреждения мошенничества (56%).

Системы администрирования обычно загружаются на выделенном сервере и управляют элементами ИС с помощью специальных программных продуктов — агентов, установленных под управлением различных элементов ИС, например на файл-сервере, коммутаторе, сервере базы данных и т.д. Управление осуществляется по протоколу SNMP, о котором рассказано выше.

Системы сетевого администрирования выполняют управление только сетевой подсистемой ИС, т. е. коммутаторами, маршрутизаторами, шлюзами и другими сетевыми устройствами, обычно на базе протокола SNMP. Но поскольку основной проблемой сетевого управления стала проблема управления производительностью, то современные системы сетевого администрирования часто базируются на протоколе управления NetFlow, который также рассмотрен выше.

Особенностью всех систем, использующих протокол SNMP, является генерация избыточного сетевого трафика и, как следствие, дополнительная загрузка каналов. Кроме того, необходимо сопровождение самой системы управления. Поэтому администратору системы следует *производить расчет возможного дополнительного трафика и оценивать сложность и дополнительные затраты на сопровождение системы*.

Чтобы понять, какие функции выполняют система и подсистемы управления ИС [30], рассмотрим примеры реализации систем администрирования ИС.

12.2.1. Пример функций модулей системы администрирования HP OpenView

Одним из самых распространенных продуктов, предназначенных для управления ИС, является комплекс HP OpenView.

Перечислим функции основных модулей семейства HP OpenView.

HP OpenView Network Node Manager (NNM) — это модуль, предназначенный для диагностики сетевых ошибок; он позволяет администратору системы сократить время поиска и устранения неисправностей, повысить производительность и эффективность использования сетевых ресурсов.

HP OpenView Route Analytics Management System (RAMS) — модуль, предназначенный для поддержки работоспособности

IP-сервисов, анализа и мониторинга VPN, визуализации путей маршрутизации данных и анализа сетей. RAMS позволяет отслеживать процессы маршрутизации в IP-сети в режиме реального времени.

HP OpenView Performance Insight — инструмент для анализа производительности сетей. Продукт предназначен для администраторов систем и технических специалистов служб эксплуатации, в чьи обязанности входит контроль и поддержание требуемого уровня обслуживания пользователей.

HP OpenView Performance Manager/Monitor/Agent — это модули, которые позволяют с помощью единого интерфейса осуществлять централизованный мониторинг, анализ и прогнозирование использования ресурсов в распределенных и неоднородных средах. Продукты HP OpenView Performance образуют систему контроля производительности и мониторинга ресурсов, главная задача которой — помочь обеспечить максимально возможный уровень обслуживания пользователей в независимости от размеров и сложности вычислительной системы.

HP OpenView Reporter — модуль для создания отчетов о работе распределенной ИТ-инфраструктуры предприятия. Продукт позволяет управлять отчетами, автоматически преобразовывать данные, полученные от приложений HP OpenView на всех поддерживаемых платформах, в удобную для анализа управленческую информацию.

HP OpenView Operations — это центр управления распределенной средой предприятия, реагирующий на все события и обеспечивающий полный контроль над всеми компонентами ИТ-инфраструктуры. Operations осуществляет мониторинг, фильтрацию, обработку и корреляцию большого числа событий, происходящих ежедневно в сетевых устройствах, системах, базах данных и приложениях.

HP OpenView Service Information Portal — приложение, позволяющее быстро создавать и настраивать под нужды пользователей информационные услуги web-сайты с оперативными отчетами по уровню качества используемых ими сервисов.

HP OpenView Internet Services — обеспечивает интегрированное представление и мониторинг Internet-сервисов посредством моделирования пользовательских сеансов работы с приложениями. Модуль Internet Services является инструментом прогнозирования, локализации и устранения проблем,

позволяет организовать оперативный контроль над выполнением соглашений об уровне сервиса.

Поскольку HP OpenView — очень большой продукт, рассмотрим подробнее только функции HP OpenView Network Node Manager.

Он позволяет:

- автоматически обнаруживать устройства в сети, помогая точно определять структуру сети (auto discovery) — осуществлять инвентаризацию сети;
- отображать все устройства на графической карте, чтобы визуально представить информацию;
- собирать и хранить все события в сети, чтобы быстро найти первопричину неисправности;
- с помощью набора диагностических утилит помочь администратору системы быстро решить проблему;
- собирать ключевые параметры работы сети, чтобы проактивно выявлять проблемы;
- через набор готовых отчетов помочь анализировать и планировать развитие сети;
- предоставить доступ из любого места через Web-доступ для сотрудников, руководства и клиентов компании;
- управлять большими сетями с помощью распределенной архитектуры;
- использовать улучшенную визуализацию структуры сетей (поддержка Cisco Discovery Protocol, отображение наименования портов на карте, графическое построение маршрутов между узлами);
- использовать элементы самодиагностики для поддержки администратором системы самого NNM.

NNM обнаруживает сетевые устройства и изображает их в виде карты сети. На этой многоуровневой карте отмечены как устойчиво работающие устройства и сегменты сети, так и требующие внимания участки. При выходе из строя сетевых устройств корреляционный аппарат NNM оперативно анализирует поток аварийных событий и выделяет причину неисправности. Анализ тенденций и установка порогов метрик, а также средства генерации отчетов позволяют осуществлять проактивное управление сетью. Доступ к отчетам можно получить через Web-интерфейс. Они указывают на тенденции в изменении характеристик элементов системы, доступность

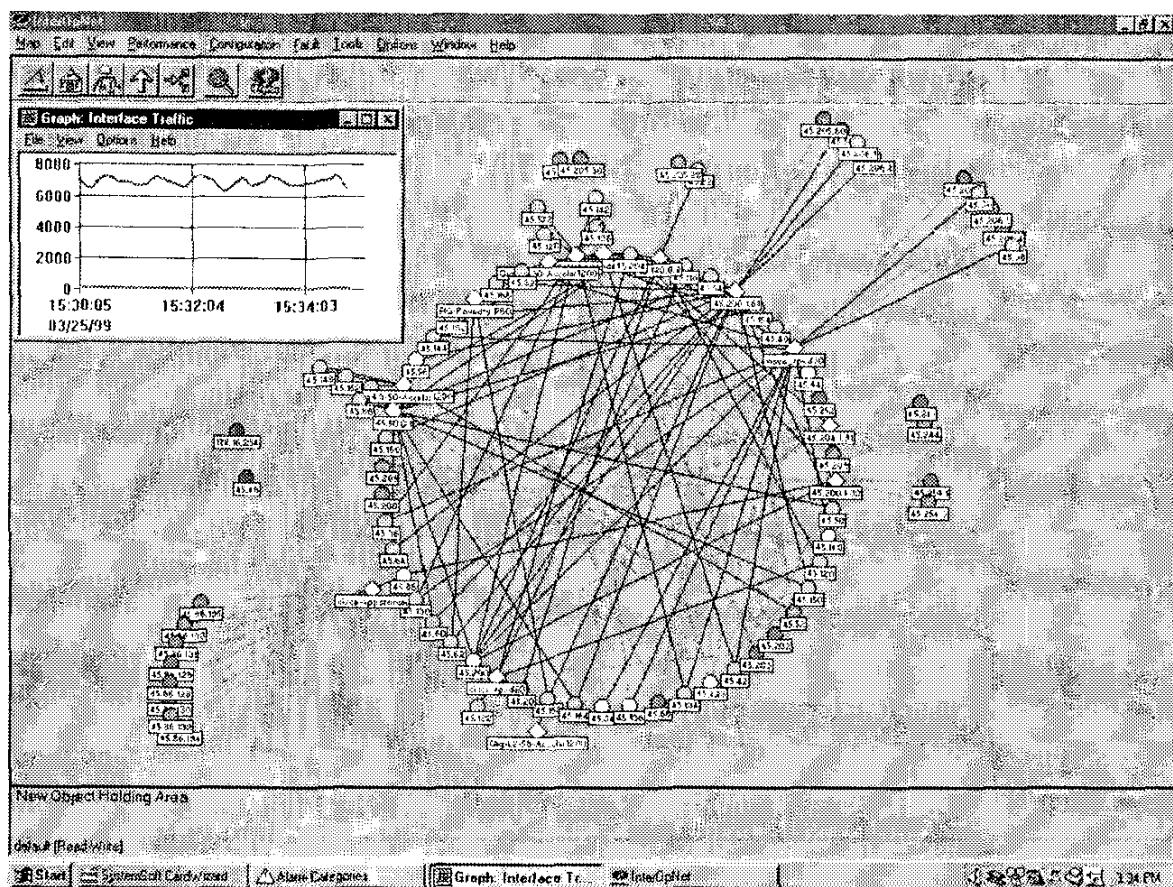


Рис. 12.6. Карта сети

ресурсов и наличие исключительных ситуаций. Вся собираемая информация о событиях и данных передается в центральную базу данных по протоколу SNMP. Затем эти данные обобщаются и обрабатываются. База данных строится с открытыми интерфейсами и к ней можно обратиться из приложений, осуществляющих обработку данных. NNM выполняет резервное копирование информации управления, не прерывая контроля за элементами сети. Менеджеров сбора данных можно распределить по всей сети с тем, чтобы данные накапливались на местах, а затем передавались на одну или более управляющие станции.

Пример полученной карты сети представлен на рис. 12.6.

NNM непрерывно следит за подключением к сети новых устройств и за статусом оборудования в сети. Поэтому карта сети автоматически обновляется, а специальная функция SNMP Data Presenter помогает запрашивать такие SNMP-данные, как загрузка канала, загрузка процессора устройств и т.д.

12.2.2. Пример использования системы сетевого администрирования NetQos

Использование службами администратора системы средства сетевого администрирования NetQos приведем на примере анализа времени отклика приложений для корпоративной системы передачи данных (КСПД).

Предположим, что центр обработки данных (ЦОД) предприятия N, в котором расположены сервера приложений, находится в Москве в районе станции метро «Шаболовская». Московские отделения компании N расположены в районе станций метро «Проспект Мира» и «Бауманская». Отделения связаны с ЦОД городской сетью передачи данных MAN (Metropolitan Area Network) на базе технологии Metro Ethernet. Также компания N обладает большим количеством отделений компании в регионах Российской Федерации. Для передачи данных по КСПД в региональные отделения компания арендует каналы связи у оператора M. Для контроля производительности приложений и анализа трафика выбраны 30 каналов связи до основных региональных отделений компании N в таких городах как Нижневартовск, Нягань, Тюмень, Оренбург, Рязань, Иркутск и в других регионах России. Общая схема сетевой инфраструктуры компании N представлена на рисунке 12.7.

Для контроля времени отклика выбраны следующие приложения:

- SAP R/3 — система планирования ресурсов предприятия, предназначена для автоматизации учета и управления финансами и производством;
- Lotus Notes — система электронного документооборота;
- CRM (*Customer Relationship Management*) — система управления взаимодействием с клиентами;
- Web-портал — многофункциональный корпоративный WEB-портал, который содержит такую информацию, как новости компании, телефонный справочник, информацию о сотрудниках и т.д.

Система сетевого администрирования (NMS) NetQoS состоит из двух модулей:

- SuperAgent — модуль для мониторинга времени отклика критически важных приложений;

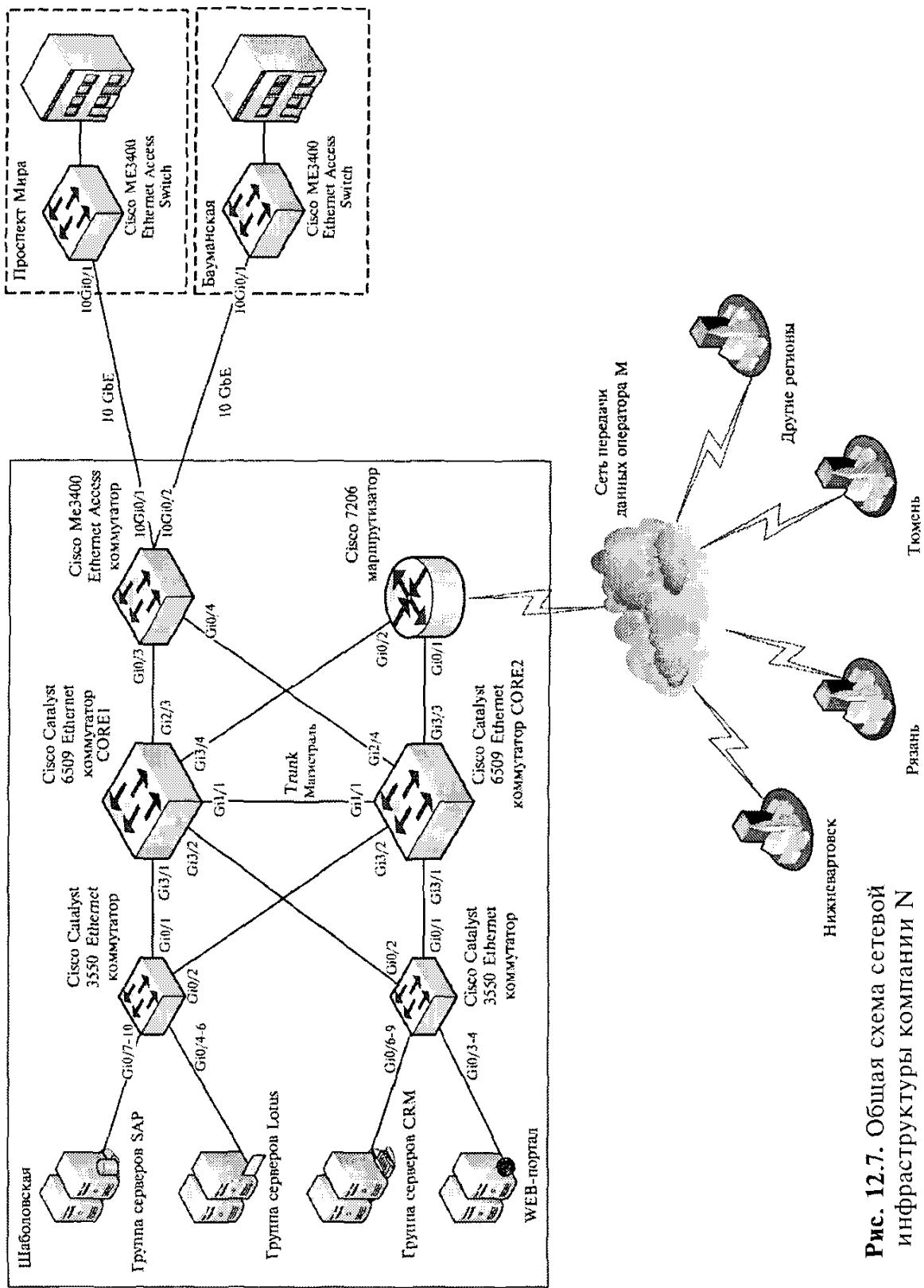


Рис. 12.7. Общая схема сетевой инфраструктуры компании N

- ReporterAnalyzer — модуль для анализа и подсчета объемов трафика на базе протокола Cisco NetFlow.

Аппаратно NMS NetQoS реализована в виде трех серверов на базе HP Proliant DL360 с предустановленным программным обеспечением под управлением ОС Windows Server 2003:

- *SuperAgent Master Console* — сервер для создания отчетов и анализа данных, полученных от модулей (коллекторов) SuperAgent.
- *SuperAgent Collector* — сервер (коллектор) SuperAgent для сбора данных зеркальированного трафика контролируемых приложений.
- *ReporterAnalyzer* — сервер для сбора, анализа и создания отчетов на базе статистики Cisco IOS Netflow.

Рассмотрим более подробно работу с модулем NetQoS Superagent. Архитектурная схема подключения серверов продукта NetQoS SuperAgent приведена на рис. 12.8.

В ходе проведения работ администратор системы выполнил следующие действия:

- подключил два сервера SuperAgent к КСПД, задав им соответствующие настройки для работы в сети (IP-адрес, маску подсети и др.);
- ввел в конфигурационные данные SuperAgent имена серверов приложений, названия приложений, подлежащих мониторингу, список удаленных филиалов, работающих с приложениями, подлежащими мониторингу, и соответствующие им IP-адреса подсетей;
- настроил протокол SNMP на сетевых устройствах и серверах с указанием спецификации протокола, SNMP read community string;
- настроил специальные средства зеркалирования трафика ОС Cisco IOS (SPAN), чтобы иметь возможность анализировать дублированные данные коллекторами SuperAgent. Это позволяет SuperAgent «не мешать» работе КСПД;
- провел анализ времени отклика и инцидентов ключевых приложений с помощью NetQoS SuperAgent.

Рассмотрим последние действия подробнее для лучшего понимания работы NMS.

Для контролируемых централизованных приложений NetQoS SuperAgent автоматически измеряет время отклика

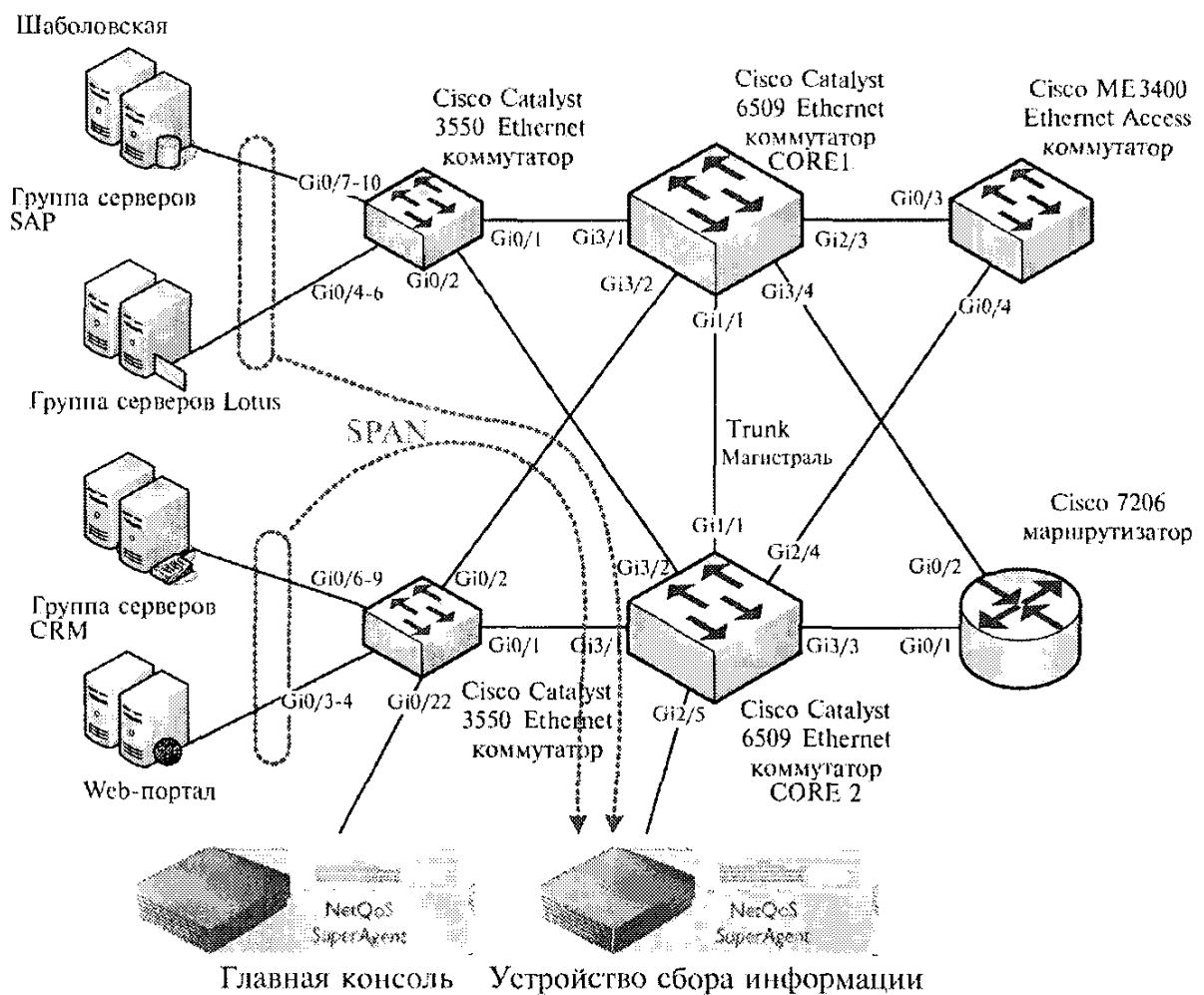


Рис. 12.8. Схема подключения серверов NetQoS SuperAgent

(бизнес-метрика Total Transaction Time), получаемое пользователями удаленных подсетей (филиалов). Коллектор получает копию реального трафика с серверов приложений с помощью технологии SPAN IOS Cisco (зеркалирования трафика). SuperAgent анализирует заголовки всех пакетов, автоматически формирует нормативные показатели (так называемые baseline) и допустимые отклонения времени отклика этих приложений для разных подсетей.

Расчет нормативных характеристик работы сети необходим специалистам служб администратора сети для выявления замедлений в работе серверов, приложений и сети в целом. Нормативные (базовые) значения качественных показателей работы сети формируются для каждого дня недели и времени суток. Кроме того, система в автоматическом режиме устанавливает пороговые значения, благодаря которым специалисты могут анализировать замедления в работе отдельных узлов.

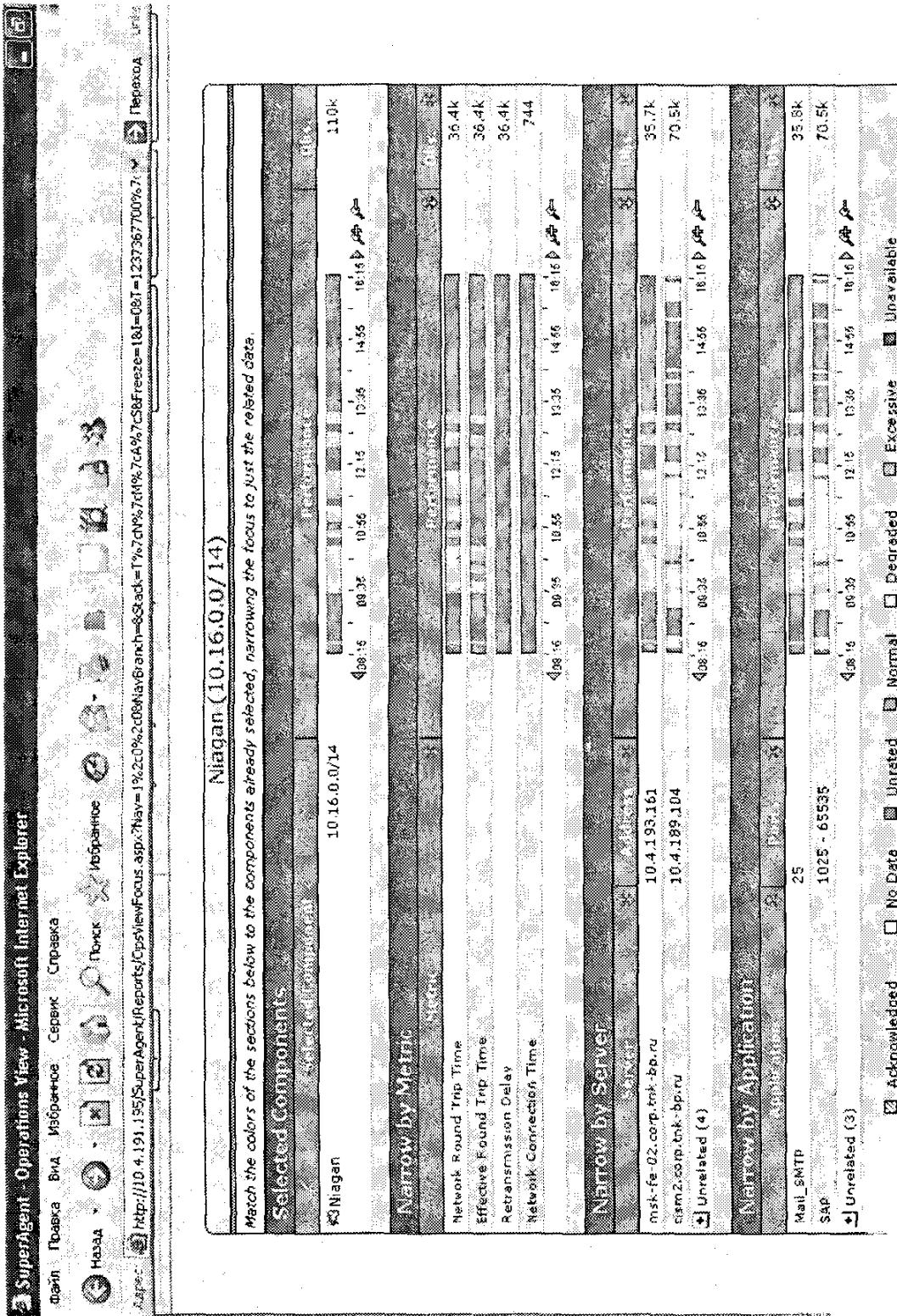


Рис. 12.9. Тест-сценарий качества работы пользователей филиала в Нягани с централизованными приложениями

При возникновении замедлений в работе конечных пользователей с централизованными приложениями основной задачей является поиск источника проблем. Проблема может быть на стороне сети, сервера или приложения.

На диаграмме рисунка 12.9 представлена информация о работе пользователей филиала в Нягани с централизованными приложениями. В отчете видно, что были замедления в работе пользователей с приложением SA, а также при обращении к серверам msk-fe-02.corp.N.ru и cism2.corp.N.ru. Причиной возникновения замедлений является деградация метрик Network Round Trip Time и Effective Round Trip Time. Отсюда понятно, что проблема заключается в ухудшении работы сети, причем сразу указаны «виновные» метрики.

Effective Round Trip Time — это метрика, характеризующая потраченное сетью время на доставку пакетов. В отчете по этой метрике видно, что было превышено пороговое значение. В пиковых значениях пакеты от сервера к пользователю передавались с задержкой в 568 мс (рис. 12.10).

На рисунке 12.11 представлен отчет о работе пользователей филиала в Нижневартовске сервером apltu01.corp.N.ru за один рабочий день — 12 марта 2009 г.

На данном отчете хорошо видно изменение количества обращений к серверу в течение рабочего дня. С 9 до 10 утра наблюдалось наибольшее количество обращений пользователей, затем количество запросов постепенно снижалось. Пользовательские транзакции обозначены кривой серого цвета, измеряются по логарифмической шкале, расположенной справа от графика. Примерно в 13.30 время отклика сервера резко увеличилось (метрика Server Response Time), что может быть вызвано передачей большого объема данных.

Таким образом, SuperAgent позволяет немедленно зафиксировать возникновение проблемы с замедлением времени отклика (формирует инцидент) и локализует его источник.

Для контроля производительности приложений в сети в NetQoS SuperAgent существует понятие инцидентов. При превышении пороговых значений система в автоматическом режиме создает инцидент, который фиксируется в базе данных, ему присваивается уникальный идентификационный номер и возможно отправление уведомления в виде SNMP-trap во внешнюю систему, например Service Desk. Инциденты делятся

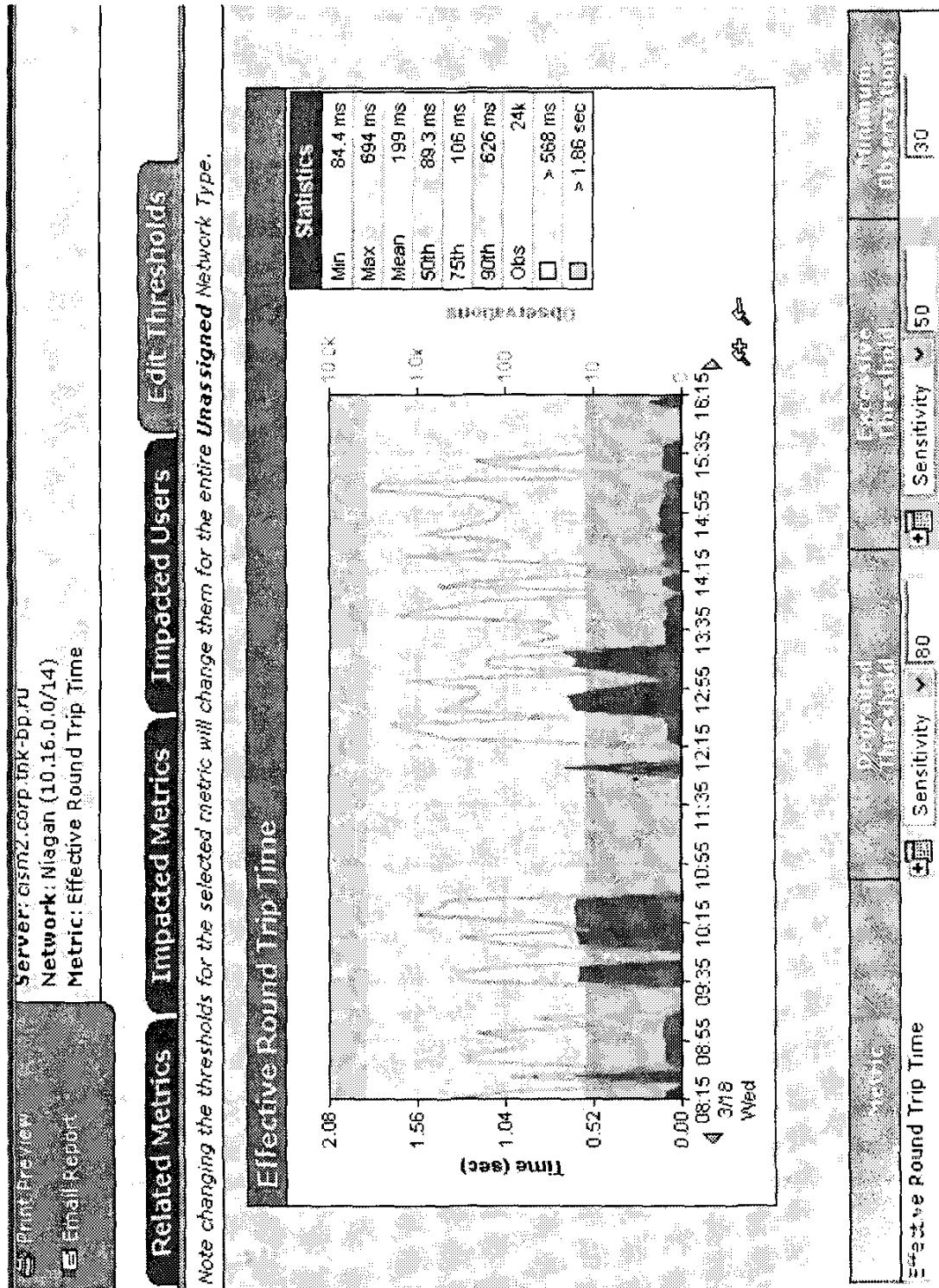


Рис. 12.10. График метрики Effective Round Trip Time

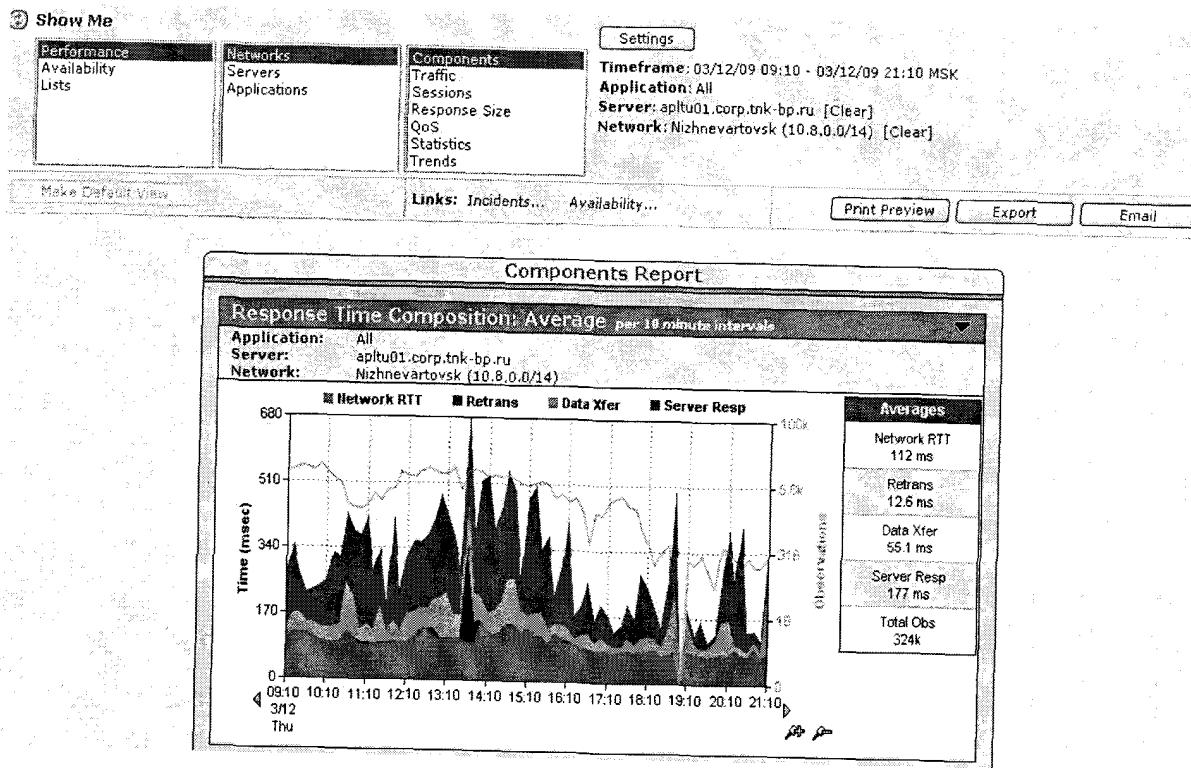


Рис. 12.11. Отчет о работе пользователей филиала в Нижневартовске с сервером aplu01.corp.N.ru за один рабочий день

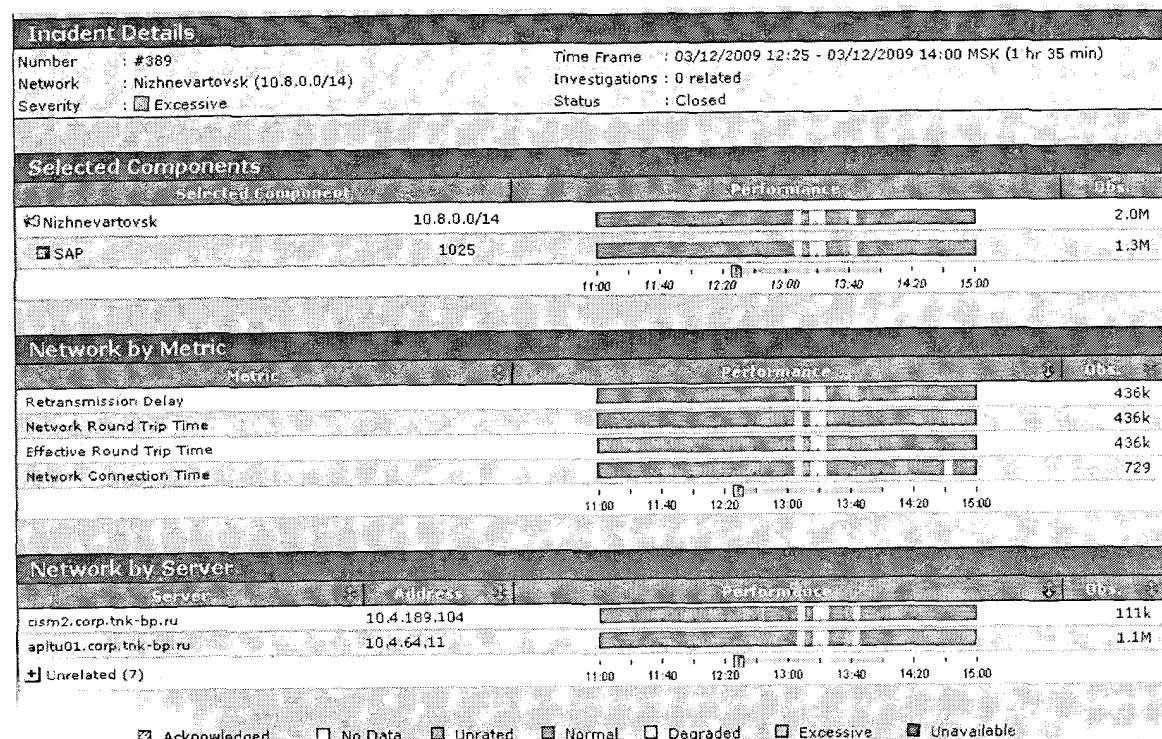


Рис. 12.12. Детали инцидента

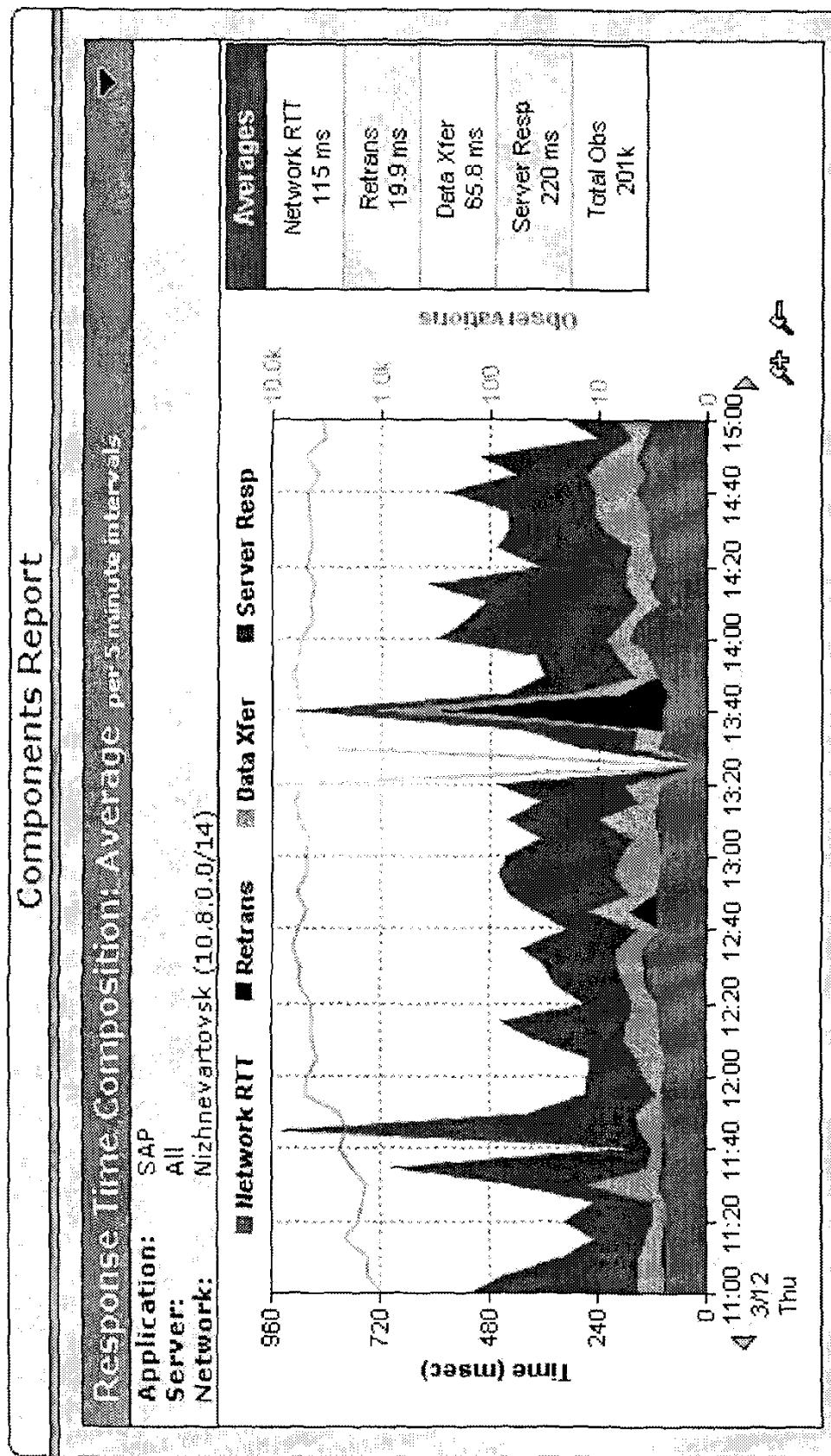


Рис. 12.13. Расследование причин инцидента

на сетевые и серверные. Кроме того, система в автоматическом режиме может провести то или иное расследование, чтобы получить дополнительную детальную информацию для облегчения разбора ситуации.

На примере отчета, представленного на рис. 12.12, видно, что инцидент возник при работе пользователей Нижневартовска с приложением SAP, с серверами cism2.corp.N.ru и apltu01.corp.N.ru. Замедления произошли по причине деградации метрики Retransmission Delay. Это значит, что в сети пропадают пакеты и появляется задержка из-за повторной передачи пакетов.

На диаграмме суммарного времени отклика виден скачок, связанный с увеличением задержек, вызванных повторной передачей пакетов. Также видна задержка, вносимая метрикой Retransmission Delay (рис. 12.13).

С помощью системы мониторинга и контроля времени отклика приложений NetQos SuperAgent администратор системы сократил время на расследование причин деградации производительности за счет четкой идентификации причины инцидента и оповещения соответствующей группы специалистов. Контроль отклонений времени отклика приложений от обычных значений дает возможность осуществлять проактивный мониторинг, то есть специалисты службы администратора системы компании N узнают о появившейся проблеме до звонка пользователя.

12.3. Системы оперативного сопровождения и поддержки – OSS

Под термином OSS (Operations Support System) обычно понимают систему, выполняющую функции управления, инвентаризации, планирования и восстановления для провайдеров и операторов телекоммуникационных услуг и их сетей [12]. Эти управляющие системы выделены в особый класс из-за особых задач ИС операторов связи (например, биллинга). Кроме того, технологические процессы операторов связи тесно связаны с задачами контроля, учета и диагностики. В результате возникает необходимость одновременно управлять *прикладными задачами* (например, предоставление телепрограмм) и *инфраструктурными задачами* (например, предоставление телепрограмм)

ми сопровождения системы (например, управление производительностью городской сети передачи данных).

Наиболее перспективной моделью управления оператора связи сегодня является модель еТОМ. Согласно идеологии еТОМ, система OSS должна быть независимой от используемого сетью оборудования, что особенно актуально при наличии большого количества разнородного оборудования сети доступа разных компаний-производителей.

Обычно в состав OSS входят *следующие основные компоненты*:

- средства взаимодействия (mediation) обеспечивают соединение решений OSS с разнородным оборудованием различных производителей;
- управление инвентаризацией (Resource/Inventory Management) отвечает за учет физических и логических ресурсов сети;
- управление производительностью (Performance Management) осуществляет мониторинг параметров сети и анализ ее производительности;
- управление неисправностями (Fault Management) представляет собой систему контроля и управления аварийными сигналами, которая предназначена для их фильтрации и корреляции в целях выявления причины, породившей поток взаимосвязанных аварийных сообщений;
- контроль выполнения задач по устранению неисправностей (Trouble Ticketing) обеспечивает анализ и отслеживание соответствующих процессов;
- управление качеством предоставляемых услуг (SLA Management) обеспечивает оперативный мониторинг сервисов, доступных внутренним и внешним пользователям;
- управление нарядами на активацию услуг (Order Management) необходимо для отслеживания всех этапов исполнения заказа на предоставление услуги;
- система предупреждения мошенничества (Fraud Management), предназначена для пресечения и упреждения случаев несанкционированного и неоплаченного использования услуг операторов связи;
- модуль планирования и развития услуг (Service Provisioning Management) служит для прогнозирования развития событий и моделирования разнообразных сценариев;

- управление безопасностью (Security Management) обеспечивает контроль доступа к ресурсам сети;
- модуль учета (Accounting Management) регистрирует время использования различных ресурсов сети.

Перечисленные составляющие OSS могут быть объединены в самостоятельные функциональные компоненты и продукты.

Пример реализации OSS

Для примера реализации OSS рассмотрим состав достаточно распространенной в России системы управления и сопровождения Netrac компании TTI.

Продукты семейства Netrac предназначены для управления гетерогенными телекоммуникационными сетями. Они обеспечивают выполнение операций мониторинга, конфигурации, анализа загрузки и администрирования сетевых ресурсов модели FCAPS в соответствии со спецификациями и стандартами ITU-T и TMN Forum. Продукты семейства Netrac поддерживают:

технологии SDH, PDH, Frame Relay, ATM, X.25, GSM, CDMA, UMTS [21];

коммутаторы SDH, PDH, ATM, SONET;

телефонные станции и многофункциональные устройства от Alcatel-Lucent, Siemens, Fujitsu, ECI, Nortel, Cisco, Nokia, Ericsson (более 200 типов).

Netrac представляет собой набор компонентов, реализующих уровни управления сетевыми элементами (NEL), сетью TMN (NML) и управления сервисами (SLM) модели TMN. Продукты выполнены и работают на аппаратной платформе Sun Microsystems под управлением СУБД Sybase.

Рассмотрим основные компоненты Netrac.

Блок адаптации в продуктах Netrac (блок MD модели TMN) обеспечивает интерфейс к сетевым элементам, программам управления элементами (NEM) или внешним NMS/OSS системам. С помощью настраиваемого интерфейса он может обеспечивать взаимодействие с самым разным оборудованием, для чего используются все стандартные технологии, включая CORBA, SNMP, TL/1, CMIP, TCP/IP и др. [12]. Кроме того, поддерживаются возможности применения частных (proprietary) протоколов конкретных производителей и интерфейсов API к сетевым элементам. Блок адаптации Netrac также предусма-

тряивает наличие графического многооконного интерфейса пользователя, с помощью которого можно адаптировать систему с учетом особенностей различного оборудования.

Дополнительные модули. Дополнительные модули Netrac используют данные, собранные блоком адаптации, для оперативной обработки информации, поступающей от различных объектов системы. Кроме того, они позволяют осуществлять мониторинг загрузки узлов и каналов, контролировать параметры передачи информации, такие, как качество сервиса, ширина полосы пропускания и др. То есть они выполняют функции контроля, анализа и конфигурации групп оборудования, анализа возникающих сбоев и перспективного планирования/прогнозирования состояния сети.

Для лучшего понимания задач систем оперативного сопровождения приведем примеры функций, реализованных в дополнительных модулях.

Fault Management (FaM) — модуль фиксации и визуализации информации о сбоях и событиях, произошедших в сети. Обработку информации выполняет блок корреляции событий с поддержкой функций Root-Cause Analysis, что позволяет оперативно реагировать на возникающие события и устанавливать истинную причину сбоев. Благодаря данному компоненту системы уменьшается количество действий по поиску и анализу неисправности, сокращается время поиска неисправности в распределенной системе, а также количество ресурсов, необходимых для решения возникшей проблемы.

ServiceView — модуль контроля параметров работы системы, необходимый для проверки их соответствия условиям договоров на предоставление услуг. Данный блок может получать из других компонентов или систем информацию об условиях предоставления услуг и на ее основе выполнять функции контроля и учета.

Engineering Work Order (EWO) — модуль контроля выполнения технологических работ. Вся информация от служб, выполняющих заявки пользователей по изменению конфигурации оборудования, предоставлению услуг, может обрабатываться данным блоком. При этом формируются типовые схемы выполнения работ, производится оценка необходимых ресурсов, времени исполнения, а также осуществляется постоянный контроль хода работ и учитываются все связанные с этим затраты.

Performance Management Module (PMM) — модуль расширенного анализа загрузки оборудования и каналов передачи данных. Модуль собирает подробную информацию о параметрах использования оборудования и его загрузке, позволяет прогнозировать изменение загрузки для различных групп оборудования.

Configuration and Provisioning (CaP) — модуль выполнения операций конфигурирования устройств с возможностью осуществления динамических операций в реальном масштабе времени. Блок обеспечивает инвентаризацию устройств в сети, обработку запросов технических служб, поступающих из модуля EWO (Engineering Work Order), а также функции программирования соединений и автоматической активации сетевых элементов.

Network Wire view #7 (NWV7) — модуль реализации средств мониторинга и сбора статистических данных с устройств, поддерживающих систему сигнализации SS7. Обеспечивает построение карты сети для устройств SS7, сбор и отображение информации об их статусе и деталях работы, осуществляет сбор данных о соединениях (CDR) и трафике для последующего анализа.

Call Expert CDR Real-Time Base Analysis — набор средств для реализации функций детального анализа информации о соединениях.

Fraud Management — модуль, предназначенный для выявления аномалий в работе телефонной сети и облегчающий фиксацию попыток несанкционированного проникновения в сеть.

Более подробно с системами оперативного сопровождения для операторов связи можно ознакомиться в разделе дополнительной информации.

Дополнительная информация

1. www.ietf.org/rfc
 - a) RFC 1065 — Structure and Identification of Management Information for TCP/IP-based internets.
 - b) RFC 1066 — Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets.
 - c) RFC 1067 — A Simple Network Management Protocol

- d) RFC 1155 — Structure and Identification of Management Information for TCP/IP-based internets (Май, 1990)
 - e) RFC 1157 — A Simple Network Management Protocol (SNMP) (Май, 1990)
 - f) RFC 1212 — Concise MIB Definitions (Март, 1991). Дополняет RFC 1155 в части синтаксиса определения имен переменных
 - g) RFC 1213 — Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II (Март, 1991)
 - h) RFC 1513 — Token Ring Extensions to the Remote Network Monitoring MIB
 - i) RFC 1757 — Remote Network Monitoring Management Information Base
 - j) RFC 2021 — Remote Network Monitoring Management Information Base Version 2 using SMIv2
 - k) RFC 2034 — SMTP Service Extension for Returning Enhanced Error Codes
 - l) RFC 3919 — Remote Network Monitoring (RMON) Protocol Identifiers for IPv6 and Multi Protocol Label Switching (MPLS)
 - m) RFC 3577 — Introduction to the Remote Monitoring (RMON) Family of MIB Modules
 - n) RFC 3954 — Cisco Systems NetFlow Services Export Version 9
 - o) RFC 3955 — Evaluation of Candidate Protocols for IP Flow Information Export (IPFIX)
2. www.corba.org — технология Corba
 3. www.tti-telecom.com/products.aspx — информация об OSS Netrac
 4. www.hp.com — управляющая система HP Open View
 5. www.ibm.com — управляющая система Tivoli
 6. www.anritsu.com — информация об аппаратных средствах администрирования
 7. www.netqos.com — система сетевого управления NetQos

Контрольные вопросы

1. Какие виды запросов существуют в протоколе СМIP?
2. Для чего предназначен протокол SNMP?
3. Приведите пример объектов БД МИВ.

4. Приведите пример части дерева регистрации стандартов ISO.
5. Перечислите команды SNMP.
6. Для чего предназначен протокол RMON?
6. Перечислите 10 групп объектов RMON
7. Для чего предназначен протокол NetFlow?
8. Какова архитектура протокола NetFlow?
9. Приведите пример состава системы администрирования ИС и назначения отдельных модулей.
10. Что такое OSS система?
11. Какие технологии используются для разработки OSS-систем?
12. Какие компоненты обычно входят в состав OSS?
13. Приведите пример основных и дополнительных модулей системы OSS.

Глава 13

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Каждая из подсистем ИС требует своих средств эксплуатации и сопровождения. В предыдущих главах при описании средств администрирования подсистем ИС уже рассматривались действия администратора системы по оперативному сопровождению и эксплуатации посредством программного обеспечения и различных средств вычислительной техники. В данной главе более подробно освещаются вопросы регламентных работ. При этом перечисляются уровни оборудования и ПО, которые требуют регламентного обслуживания, типы регламентных работ и их сущность для различного оборудования и ПО.

Регламентные работы. В Российской Федерации технический регламент — это документ (нормативно-правовой акт), устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (к продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, а также к процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации). Для выполнения этих требований необходимы регулярные обязательные для исполнения работы, направленные на поддержание эксплуатационных характеристик ИС — регламентные работы.

Регламентные работы бывают двух типов — периодические и календарные.

Периодические регламентные работы должны выполняться за некоторое заданное время до выполнения следующей аналогичной работы. Плановая дата каждой работы графика может зависеть от фактической даты исполнения предыдущих работ. Периодичность может быть задана календарными отрезками времени работы оборудования или ПО.

Календарные регламентные работы выполняются по графику, заданному датами начала работ. График может содержать одну или более работ. Плановая дата каждой работы графика может не зависеть от фактической даты исполнения предыдущих работ.

Формирование графиков регулярно выполняемых календарных регламентных работ производится администратором системы на основе технологических требований или требований руководства предприятия. Такой график может содержать работы, которые должны осуществляться в определённые дни недели, месяца или года, и/или работы, которые должны выполняться через календарные промежутки времени.

Примером календарных регламентных работ может быть копирование базы данных. Примером периодических регламентных работ может быть замена оборудования. Особенность работ по замене оборудования заключается в том, что период времени до следующей замены не является постоянным, а назначается индивидуально при каждой замене, продлении срока службы или начальной установке (вводе в эксплуатацию) оборудования.

Руководство по техническому обслуживанию, например, программного продукта, создается согласно ГОСТ 19.508—79 и должно содержать разделы: введение; общие указания; требования к техническим средствам; описание функций.

В разделе «Введение» указывается назначение руководства, перечень эксплуатационных документов, которыми следует пользоваться при техническом обслуживании дополнительно к руководству.

Раздел «Общие указания» определяет порядок технического обслуживания, в нем приводятся указания по организации технического обслуживания и особенностям его проведения.

В разделе «Требования к техническим средствам» устанавливается минимальный состав технических средств, обеспечивающий работу программы.

В разделе «Описание функций» указывается максимальный состав технических средств, приводится описание совместного функционирования технических средств и программы (с указанием метода обработки ошибок). Также приводится описание организации входных и выходных данных, используемых при обслуживании технических средств, описание взаимодействия устройств с программой и результатов взаимодействия с выводом результатов работы программы.

Администратору системы следует изучить ГОСТ 19.508—79 при создании руководства по техническому обслуживанию ИС совместно с разработчиками ИС. Администратор системы должен учесть, что в разрабатываемый документ допускается вводить дополнительные разделы с подробным описанием регламентных работ.

В ИС входят различные подсистемы, включающие оборудование и ПО, которые требуют регламентного обслуживания. К ним относятся:

- пассивное сетевое оборудование (элементы кабельной системы), а именно, телекоммуникационные шкафы, коммутационные панели, коммутационные шнуры и т.п.;
- активное сетевое оборудование (оборудование передачи данных, требующее электропитания), т. е. маршрутизаторы, коммутаторы, конверторы и т. п.;
- вычислительная техника, используемая в индивидуальном порядке или в режиме разделения ресурса между пользователями, т. е. компьютеры, сетевые и персональные принтеры, сетевые и персональные сканеры и т.п.;
- серверное оборудование (серверы БД, серверы приложения, файл-серверы, серверы электронной почты, DNS-серверы и т. п.);
- системы гарантированного электроснабжения (источники бесперебойного питания, дизель-генераторы или газогенераторы и т. п.);
- прикладное ПО уровня предприятия (ERP-система, CRM-система и т. п.) и уровня пользователя (например, приложения для работы конкретного специалиста);
- системное программное обеспечение (операционные системы, СУБД, системы мониторинга, системы диагностики и т. п.).

Для технического обслуживания каждой из подсистем требуется технический персонал разной квалификации и различные виды регламентных работ. Например, ряд персональных устройств (принтеры, факсы и т. д.) нуждается в регулярной замене расходных материалов, а для сохранения и восстановления данных ИС нужно регулярное копирование БД ИС в определенное время и в определенных объемах, т. е. по определенному расписанию и правилам (регламенту). Обычно производители рекомендуют подписать соглашение о проведении регламентных работ с авторизованным сервисным центром производителя.

Рассмотрим *основные* регламентные работы для различных подсистем.

Регламентные работы по кабельным подсистемам. Как правило, к этим работам относятся [5]:

- визуальный осмотр, т. е. контроль физической целостности компонентов кабельной системы (проводится ежемесячно);

- удаление пыли в помещениях телекоммуникационных клозетов и с информационных разъемов рабочих мест для предотвращения влияния осаждающейся пыли на электрические свойства кабельной системы (проводится 1 раз в 6 месяцев);
- выборочное тестирование (с помощью диагностической аппаратуры) характеристик оптических и медных кабельных систем для определения соответствия номиналам согласно стандартным методикам (проводится 1 раз в год).

Необходимо следить за тем, чтобы корпуса информационных разъемов на рабочих местах не имели механических повреждений и/или трещин; чтобы кабели, подходящие к кроссовым панелям (патч-панелям), не имели механических повреждений, обрывов и чтобы кабели не находились под давлением твердых частей установленной рядом аппаратуры. На разъемах коммутационных панелей не должно быть механических повреждений, а все проводники кабелей и патч-кордов должны находиться в электрическом контакте с соответствующими разъемами коммутационных панелей.

При необходимости модификации кабельной системы администратор системы должен проводить ее в ночное время, в выходные или праздничные дни, когда интенсивность работы пользователей ИС *минимальна*.

Регламентные работы по активному сетевому оборудованию. Регламентные работы по сопровождению активного сетевого оборудования тесно связаны с оперативным управлением. Рассмотрим примерный список таких работ.

Основные регламентные работы по активному сетевому оборудованию

1. Ежедневные регламентные работы.
 - 1.1. Тестирование и диагностика сетевых сервисов, мониторинг состояния сети. Проводится по расписанию системы управления (NMS).
 - 1.2. Контроль ежедневных отчетов от систем мониторинга, их анализ и корреляция ошибок. Проводится администратором системы согласно сообщениям NMS.
 - 1.3. Контроль сообщений о критических событиях от систем мониторинга. Проводится постоянно администратором системы.
2. Ежемесячные регламентные работы.

- 2.1. Функциональное тестирование оборудования каналов связи.
- 2.2. Внешний осмотр и очистка от пыли активных устройств, обработка антистатическими составами.
- 2.3. Копирование БД параметров операционных систем сетевого оборудования.
- 2.4. Инвентаризация устройств. Создание и документирование функциональной схемы сети.
3. Полугодовые и годовые регламентные работы.
 - 3.1. Копирование БД параметров операционных систем сетевого оборудования.

Регламентные работы по поддержке оборудования пользователей ИС должны включать в себя [54]:

- очистку монитора, системного блока и клавиатуры специальными антистатическими составами (1 раз в квартал);
- проверку работоспособности периферийного оборудования (1 раз в квартал);
- очистку системного блока и клавиатуры с помощью пылесоса (1 раз в 6 месяцев);
- очистку головок CD-ROM с помощью чистящих дисков (1 раз в 6 месяцев);
- очистку графических манипуляторов (1 раз в 6 месяцев).

Регламентные работы по сопровождению серверного оборудования. Основные регламентные работы по сопровождению серверного оборудования

1. Ежемесячные регламентные работы.
 - 1.1. Обработка антистатическими жидкостями.
 - 1.2. Внешний осмотр и очистка от пыли серверов.
2. Полугодовые регламентные работы.
 - 2.1. Функциональное тестирование серверного оборудования.
 - 2.2. Копирование БД параметров операционных систем сетевого оборудования.

Регламентные работы для источников бесперебойного питания (ИБП). Для ИБП мощностью более 5 квт регламентные работы должны проводиться в интервалы (сроки) согласно технической документации производителя. ИБП малой мощности, как правило, не требуют проведения регламентных работ (кроме уборки пыли с поверхности корпуса ИБП). Однако администратору системы следует про-

верять аккумуляторные батареи ИБП и проводить их тестирование.

Регламентные работы для источников бесперебойного питания

Тестирование аккумуляторов — не реже 1 раза в 12—18 месяцев.

Аккумуляторы (батареи) ИБП — замена через 3—5 лет для стандартных аккумуляторов и через 8—10 лет для специальных аккумуляторов.

Вентиляторы охлаждения — замена через 4—5 лет.

Администратору системы следует *имитировать* работу системы в аварийной ситуации, проводить имитацию отключения внешнего питания и питание нагрузки на ИБП до 30% разрядки батарей. Замена батарей осуществляется согласно регламенту, прописанному в техпаспорте ИБП.

Регламентные работы по ОС. Эти работы тесно связаны с оперативным управлением и к ним относятся [19, 33, 54]:

- мониторинг журналов ошибок и предупреждений ОС, параметров, связанных с оценками производительности;
- осуществление резервного копирования параметров ОС и системных областей;
- обновление средств защиты от вредоносного ПО и «быстрая» проверка системы антивирусными программами;
- проверка рассылок производителей оборудования и программного обеспечения по поводу выявленных ошибок ОС, изменений ПО и новых версий;
- контроль свободного дискового пространства для файловой системы, контроль фрагментации дисков;
- контроль фрагментации оперативной памяти;
- обеспечение сохранности носителей с резервными копиями;
- контроль прав доступа к ресурсам ОС;
- контроль правильности выполнения автоматизированных заданий;
- установка рекомендованных производителями обновлений ПО;
- проверка физической целостности системных областей;
- профилактическая перезагрузка серверов в целях улучшения фрагментации памяти;

- смена паролей пользователей;
- инвентаризация ПО на рабочих станциях пользователей.

АС должен учесть, что частота и порядок проведения регламентных работ определяются *особенностями ОС*. Поэтому от него требуются системные знания используемых ОС.

Регламентные работы по поддержке БД и соответствующее оперативное управление. В основном эти работы включают в себя [17]:

- проверку логической и физической целостности данных с помощью утилит ядра СУБД;
- полное резервное копирование и дифференциальное копирование множеств или записей БД;
- контроль статистики по обращению к БД;
- выполнение утилит реиндексации и дефрагментации дискового пространства, связанных с применяемыми методами доступа к данным;
- обеспечение сохранности носителей с резервными копиями;
- контроль прав доступа к ресурсам БД;
- контроль правильности выполнения автоматизированных заданий;
- установку рекомендованных производителями обновлений СУБД;
- смену паролей пользователей.

Подчеркнем (об этом уже говорилось в главе 6), что проверка целостности данных должна осуществляться до резервного копирования. Иначе копия может оказаться нецелостной и не применимой для восстановления. Копирование журналов транзакций БД проводится в зависимости от возможностей СУБД и определяется наличием соответствующих средств. Копирование данных обязательно осуществляется раз в квартал и раз в год согласно финансовой отчетности предприятия. Ежемесячное или еженедельное тестирование на целостность и копирование данных осуществляют обычно относительно отдельных множеств (отношений реляционной СУБД) из-за невозможности копировать все данные в связи с временными характеристиками процесса копирования. Ежедневно копировать можно изменения данных, параметры ядра СУБД и при наличии возможности журналы транзакций. Как и в случае ОС, регламентные работы определяются конкретными *особенностями*

работы программного обеспечения. Поэтому от администратора системы требуются системные знания используемых СУБД.

Регламентные работы в целом по ИС. Эти работы предусматривают [30]:

- оценку производительности ИС в целом в соответствии с принятыми метриками;
- проведение диагностических тестов ИС, симуляция аварийных ситуаций для проверки реакции системы, тестирование системы резервного копирования путем выборочного восстановления информации из резервных копий на отдельном оборудовании;
- определение базовых конфигураций параметров;
- обучение пользователей;
- определение политик безопасности для новых и уволенных сотрудников.

Регламент таких работ должен определяться администратором системы исходя из особенностей ИС.

Дополнительная информация

www.gost.ru

Контрольные вопросы

1. Зачем нужны регламентные работы?
2. Приведите пример периодических регламентных работ.
3. Перечислите основные регламентные работы по кабельным подсистемам.
4. Что входит в ежедневные регламентные работы по активному оборудованию?
5. Что входит в регламентные работы по поддержке оборудования пользователей?
6. Приведите пример регламентных работ по поддержке серверов.
7. Зачем администратору системы имитировать работу ИБП в аварийной ситуации?
8. Перечислите основные регламентные работы по поддержке ОС.
9. Приведите пример расписания копирования БД предприятия.
10. Является ли обучение пользователей регламентной работой для АС?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аутсорсинг. Сервис и сопровождение ИС — это практическая реализация методов управления ИС и соответствующих технологий ее поддержки. По мере роста организации и увеличения функций ИС требуется все больше времени и человеческих ресурсов для управления и сопровождения ИС. Помимо необходимости больших усилий по сопровождению резко возрастает время, затрачиваемое службами администратора системы, на обучение пользователей и обслуживающего ИС персонала. В связи с этим многие компании предпочитают отдавать выполнение отдельных функций служб администратора системы специализированным организациям. Это могут быть небольшие узкоспециализированные компании (например, компания — инсталлятор кабельных систем) или крупные интеграторы, осуществляющие практически все функции администрирования ИС (например, мультинациональные компании, такие как IBM или EDS). По мнению авторов, *процесс передачи по контрактам работ по администрированию ИС — процесс аутсорсинга будет нарастать*. В части случаев при этом персонал служб администрирования и аппаратно-программные средства администрирования будут передаваться в аутсорсинговые компании.

Развитие систем управления. Все новые компьютерные технологии, такие как мобильные сети или центры обработки данных, используются при построении ИС, создавая большие возможности для реализации прикладных функций. Но, к сожалению, они же чрезвычайно усложняют и диверсифицируют ИС. При этом, чем больше повседневно используются современные, продвинутые компьютерные технологии, тем критичнее их надежность. Для уверенности в корректной работе ИС требуется все более четкое и квалифицированное администрирование. Крупные компьютерные компании — производители программных или аппаратных средств обычно предлагают свои стратегии администрирования и свою архитектуру управляющих систем, часто не совпадающие с реализациями других производителей.

Постоянно происходит развитие моделей управления ИС и соответствующих протоколов. Стандартизирующими организаци-.

ми и компьютерными сообществами обновляются или создаются стандарты в различных областях реализации ИС. АС должен владеть знаниями как существующих технологий и методов их администрирования, так и *новых технологий*, а также способами обеспечения их *существования со старыми технологиями*.

Поэтому управление ИС становится все более сложной проблемой даже для опытных профессионалов. А требования к системам управления и их сложность возрастают. Ранее подчеркивалось, что специализированные системы управления ИС запускаются на серверах и коммуникационных устройствах и производят регулярный опрос и контроль подсистем ИС, обнаруживают аномалии и передают на сервер (сервера) мониторинга данные для выполнения отчетов, документирования ИС и принятия решений администратором системы. Однако авторы не придерживаются точки зрения, согласно которой проблемы администратора системы должны решаться с помощью сложных интеграционных программных продуктов. Более *актуальная* потребность не в универсальных управляющих системах, а в системах управления, решающих отдельные *задачи поддержки производительности и инвентаризации ИС*. Проблемы диагностики ИС, по мнению авторов, должны решаться администратором системы с помощью отдельных специализированных *программно-аппаратных средств*, развитие которых происходит весьма активно. Проблемы безопасности ИС эффективно решаются посредством *комплекса средств*, существенной частью которого являются *организационные средства* защиты безопасности.

Инструментарий систем управления. Развитие инструментария для реализации управляющих систем происходит постоянно. Продемонстрируем новые подходы в развитии инструментария на примере сетевых протоколов управления.

В главе 12 отмечалось, что протокол SNMP служит основой многих существующих систем управления. Но он имеет не сколько принципиальных недостатков.

- Агент является резидентной программой, конфликтующей в некоторых ситуациях с ОС оборудования, под управлением которой он установлен, или с установленными программными продуктами третьих производителей.
- «РАЗГОВОР» агентов и менеджеров создает дополнительный трафик, который зачастую приводит к тому, что АС

только ухудшает производительность системы, пытаясь ее измерить.

- Недостаточно средство взаимной аутентификации агентов и менеджеров. Единственное средство идентификации — «строка сообщества» — *community*. Страна передается в открытой форме (до 3-й версии протокола) в сообщении SNMP и служит основой для деления агентов и менеджеров на «сообщества», так что агент взаимодействует только с теми менеджерами, которые указывают в поле *community* ту же символьную строку, что и строка, хранящаяся в памяти агента. Это не полноценный способ аутентификации, а скорее способ классификации агентов и менеджеров.
- Взаимодействие в большинстве реализаций осуществляется через ненадежный протокол UDP, что приводит к потерям аварийных сообщений (*trap*) от агентов к менеджерам и некачественному управлению.

В главе 12 рассматривался более новый протокол управления — NetFlow. Он значительно информативнее протокола SNMP, создает меньше трафика и не требует резидентных агентов на всем контролируемом оборудовании. Протокол предназначен *только* для анализа задач производительности сетевой системы как наиболее *актуальных* сегодня. Несмотря на то что протокол был реализован компанией Cisco Systems, он становится практически промышленным стандартом де-факто, и компании Juniper Networks, Huawei Technology и другие предоставляют аналогичные технологии для своих сетевых средств (Jflow и NetStream соответственно). Администратору системы следует *изучить* особенности работы с NetFlow, системы мониторинга, использующие его, и *применить* их в совокупности с уже реализованными средствами администрирования или заменить их средствами с NetFlow.

В заключение подчеркнем, что, несмотря на постоянное развитие технических средств, для служб администратора системы всегда останутся проблемы организационные и «политические», решение которых требует терпения и оптимизма. А проблема постоянного повышения квалификации и компетенции администратора системы в безграничной области информационных технологий останется ключевой.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература отмечена звездочкой

- 1.* *Конноли Т., Бегг К.* Базы данных. М.: Вильямс, 2003.
- 2.* *Иртегов Д.В.* Введение в операционные системы: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. СПб.: БХВ-Петербург, 2008.
3. *Бейли Д., Райт Э.* Волоконная оптика. Теория и практика. М.: «Кудиц-Образ», 2006.
4. *Горнак А.* Ethernet-сети масштаба города и городских микrorайонов. М.: Диалог-Сети, 2005.
5. Инсталляция кабельных систем AMP Netconnect / Тайко Электроникс. М., 2000
- 6.* *Мельников В.П., Клейменов С.А., Петраков А.М.* Информационная безопасность и защита информации: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. М.: Академия, 2006.
7. *Голицына О.Л., Максимов Н.В., Попов И.И.* Информационные системы: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. М.: Форум-Инфра-М. 2007.
- 8.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: учеб. для вузов. Сакт-Петербург. Питер, 2006.
- 9.* *Столлингс В.* Компьютерные сети. Протоколы и технологии Интернета. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
10. *Остерлох Х.* Маршрутизация в IP сетях. Принципы, протоколы, настройка. СПб.: ДиаСофтЮП, 2002.
11. *Озкарахан Э.* Машины Баз Данных и управление базами данных. М.: Мир, 1989.
12. *Райли Дж.* NGOSS: Построение эффективных систем поддержки и эксплуатации сетей для оператора связи. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
13. Novell Netware. Инсталляция. Novell, Inc., 1991.
14. Основы передачи голосовых данных по сетям IP. М.: Вильямс, 2007.
15. *Докучаев В.А., Беленькая М.Н., Яковенко Н.В.* Основы сетевых технологий и высокоскоростной передачи данных: учебное пособие. Ч. 1. М.: МТУСИ, 2009.
16. *Малиновский С.Т., Яковенко Н.В., Беленькая М.Н.* Основы управления и проектирования сетей документальной электросвязи: методические указания. М.: МТУСИ, 2008.
17. *Беленькая М.Н., Гейлер С.И.* Программно-технологический комплекс сопровождения СУБД ДИСОД. Прикладная информатика. М.: Финансы и статистика. 1989.
18. *Быстров Л.В., Воронин А.С.* Пластиковые карты. М.: БДЦ-пресс, 2005.
19. *Бигелоу С.Дж.* Поиск неисправностей. Поддержка и восстановление. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
- 20.* Полный справочник по Cisco. М.: Вильямс, 2008.

21. Программа сетевой академии Cisco CCNA 3 и 4: вспомогательное руководство. М.: Вильямс, 2007.
22. Программа сетевой подготовки Cisco CCNA 1 и 2. Вспомогательное руководство. М.: Вильямс, 2007.
23. *Тиори Т., Фрай Дж.* Проектирование структур баз данных. М.: Мир, 1985.
24. *Самуйлов К.Е., Серебренникова Н.В., Чукарин А.В., Яркина Н.В.* Расширенная карта процессов деятельности телекоммуникационной компаний: учеб. пособие. М.: Изд-во РУДН, 2008.
25. *Жираш А.* Руководство по технологии и тестированию систем WDM. М.: EXFO, 2001.
26. Руководство по технологиям объединенных сетей. 4-е изд. М.: Вильямс, 2005.
- 27.* *Олифер В.Г., Олифер Н.А.* Сетевые операционные системы. СПб.: Питер, 2007.
28. *Блэк Ю.* Сети ЭВМ: протоколы, стандарты, интерфейсы. М.: Мир, 1990.
29. *Глен К.* Системное администрирование. М.: Солон-пресс, 2008.
30. Технология IBM для электронного бизнеса. IBM. Lotus. Tivoli. М.: IBM East Europe/Asia, 2002.
- 31.* Технология открытых систем/ под ред. А.Я. Олейникова. М.: Янус-К, 2004.
32. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е изд. М.: Вильямс, 2007.
33. Windows XP. Руководство Администратора / под редакцией А. Чекмарева. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
34. Base24 System Architecture release 6.0, ACI Worldwide, 2006.
35. Base24-atm Diebold 910/911/912 Device Support Manual, ACI Worldwide, 2007.
36. Bay Networks Guide to Understanding 100BASE-T. Bay Network, Inc., 1996.
37. Cisco IOS Configuration Fundamentals Command Reference Release 12.4. San Jose: Cisco Systems, Inc., 2006.
38. Cisco IOS Debug Command Reference Release 12.4. San Jose: Cisco Systems, Inc., 2006.
39. Cisco IOS Interface and Hardware Configuration Guide Release 12.4. San Jose: Cisco Systems, Inc., 2006.
40. Cisco IOS IP Addressing Services Command Reference Release 12.4. San Jose: Cisco Systems, Inc., 2006.
41. Cisco IOS IP Routing Protocols Command Reference Release 12.4. San Jose: Cisco Systems, Inc., 2006.
42. Cisco IOS Novell IPX Command Reference Release 12.4. San Jose: Cisco Systems, Inc., 2006.
43. De-Mystifying Cabling Specifications. Watertown: Siemon, Inc., 2008.
44. Guardian Programmer's Guide. Palo Alto: Hewlett-Packard, 1999.
45. High Speed Networks & Frame Switching Solutions. Bay Network, Inc. Corporate Headquarters, 1996.
46. IBM DB2 Version 9.5. Data Recovery and High Availability Guide and

-
- Reference, IBM; 2006.
47. Internet Security Protocols: Protecting IP Traffic. Black Ugless, Prentice-Hall, 2000.
48. ITG 4047 (ITIL Refreshed) - Complete Library Plus. GlobalTrust. 2009.
49. Bonczek R., H. Holsapple C., Winston A. Micro Database Management. Academic Press, Inc., 1984.
50. Merchant Rules Manual. MasterCard Worldwide, 2007.
51. *Neal Alen*. Network Maintenance and Troubleshooting Guide. Fluke Corporation, 2000.
52. Networking Technologies. Waltham: Novell, Inc., 1994.
53. SCO Unixware Installation Handbook. Santa Cruz: The Santa Cruz Operation, Inc., 1996.
54. Service and Support. Waltham: Novell, Inc., 1994
55. Serial ATA Specification, KnowledgeTek, 2004.
56. SCSI Architecture Model, ANSI, 2008.
57. SCSI Primary Commands, ANSI, 2008.
58. TAL Reference Manual, Hewlett-Packard, 2003.
59. *Sterling D.* Technical Guide to Fiber Optics. AMP. Delmar Publishers Inc., 1993.
60. Technical Reference Pocket Guide. Bay Networks, Inc., 1995.
61. *Zimmerman G.* Technology Tutorial. Pergain Technologies.1998.
62. The Cabletron Systems Guide to Local Area Networking. European Headquarters Cabletron Systems Limited, 1992.
63. *Eaton C., Cialini E.* The High Availability Guide for DB2. Prentice Hall, 2004.
64. *Shields G.* The Shortcut Guide To Network Management for the Mid-Market. Realtime Publishers. 2008.
65. Troubleshooting the Ethernet LAN. Fluke Corporation, 1999.
66. Visa International Operating Regulation: Central and Eastern Europe, Middle East, and Africa. Visa International, 2007.
67. *Докучаев В.А., Иванова О.Н., Красавина З.А.* Толковый словарь терминов по системам, средствам и услугам связи / под ред. В.А. Докучаева. М.: Радио и связь, 2003.

Приложение

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ СОКРАЩЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

A

ACL (access control list — список управления доступом) — обычно указывает, какие ресурсы или сетевые услуги контролируются системой обеспечения безопасности сети. Содержит список всех доступных услуг и хостов, которым разрешен доступ к этим услугам.

ACK (ACKnowledgment — подтверждение) — в сети с разделяемой средой принимающая станция передает фреймы, подтверждающие прием данных.

ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio) — один из факторов, ограничивающих дальность передачи сигнала для данной среды. ACR представляет собой отношение поглощенной при передаче мощности сигнала к уровню NEXT от локального передатчика, измеряемое обычно в децибелах. Для получения желаемого уровня ошибок обычно требуется, чтобы уровень принимаемого сигнала был в выше уровня NEXT на несколько децибел. Повышение минимального уровня ACR может привести к снижению числа ошибок.

AD (administrative domain — административный домен) — группа управляемых объектов, объединенных для общего администрирования.

Address mask (адресная маска) — битовая маска, используемая для выбора битов из адреса IP для адресации *подсети*. Маска имеет размер 32 бита и выделяет адреса IP-сети и один или несколько битов адреса хоста. Иногда называется маской подсети.

Address tables (таблицы адресов) — таблицы, сохраняемые в коммутаторах, мостах и маршрутизаторах и позволяющие этим устройствам «помнить» расположение физических устройств в сети.

agent (агент) — применительно к SNMP термин агент означает управляющую систему — интеллектуальные программы, обеспечивающие мониторинг управляемой по протоколу SNMP сети и собирающие статистику в формате MIB. Центральная программа системы управления — менеджер, регулярно опрашивает программы-агенты и собирает от них данные MIB.

ANSI (American National Standards Institute — Американский институт стандартов) — частная организация, ответственная в США за разработку и публикацию стандартов, связанных с кодированием, передачей сигналов (включая ANSI/IEEE 802 и FDDI) и т.п. ANSI является членом Международной орга-

низации по стандартизации (*ISO*). ANSI включает в себя производителей оборудования, телекоммуникационных операторов и другие организации (в частности *IEEE*).

API (Application Program Interface — интерфейс прикладных программ) — набор соглашений, определяющих правила вызова функций и передачи параметров из прикладных программ.

ARP (Address Resolution Protocol — протокол разрешения адресов) — процедуры и сообщения в коммуникационном протоколе, которые определяют физический адрес (*MAC*) по *IP-адресу*. В общем случае ARP требует передачи широковещательных сообщений всем узлам. На такие сообщения отвечает узел с соответствующим запросу IP-адресом.

ASN.1 (Abstract Syntax Notation One) — язык *ISO* для описания абстрактного синтаксиса. Язык ASN.1 определен в стандартах ITU X.208 и ISO 8824. В протоколах *CMIP* и *SNMP* язык ASN.1 определяет синтаксис и формат взаимодействия между управляемыми устройствами и управляющими приложениями.

ATM (Asynchronous Transfer Mode — асинхронный режим передачи) — набор стандартных телекоммуникационных интерфейсов, определяемых *ATM Forum* и *ITU*. Спецификации ATM разрабатываются Форумом ATM (ATM Forum) — независимой ассоциацией производителей и пользователей. Метод передачи ячеек фиксированной длины с коммутацией на основе соединений, предназначенный прежде всего для высокоско-

ростного трафика различных типов (включая голос, данные, видео) при значительной протяженности линий связи. Режим ATM является асинхронным в том смысле, что ячейки от отдельных пользователей передаются апериодически.

attenuation (затухание) — потери мощности сигнала в оборудовании и линии, измеряемые в децибелах.

Autonomous System (Автономная система) — группа маршрутизаторов (шлюзов) из одной административной области, взаимодействующих с использованием общего протокола Interior Gateway Protocol (*IGP*).

AWG (American Wire Gauge System — американская система оценки проводов) — принятая в США система оценки провода на основе диаметра проводника.

B

B channel (канал B) — канал, используемый в системах ISDN для передачи пользовательской информации — голосовых сигналов или потока данных. Полоса канала B составляет 64 Кбит/с, два канала B могут быть объединены в один с полосой 128 Кбит/с.

B-ISDN (Broadband ISDN — широкополосная сеть ISDN) — скоростной сетевой стандарт (выше 1,544 Мбит/с), разработанный на основе Narrowband ISDN с поддержкой существующих и новых услуг, обеспечивающих передачу через сеть голоса, данных и видео.

backbone (магистраль, банлон, опорная сеть) — коммуникационный канал для связи между сетями или подсетями.

backbone network (опорная или магистральная сеть) — основной сегмент сети, к которому подключены все остальные сегменты. Соединяет подразделения компании, здания, узлы оператора связи. Все подключенные к магистрали сети могут соединяться между собой.

Bandwidth (ширина полосы, полоса) — диапазон частот, передаваемых через данное устройство или среду. Более широкая полоса позволяет передать больше информации в единицу времени. Полоса каналов передачи данных обычно измеряется в бит/с.

baseband (прямая, немодулированная передача) — характеристика любой сетевой технологии, использующей передачу цифровых сигналов в линию без дополнительной модуляции. Обычно такой метод передачи используют в скоростных соединениях по линиям ограниченной протяженности. Примером baseband-систем является *Ethernet*. В системах baseband вся полоса канала связи используется для передачи одного сигнала.

BGP (Border Gateway Protocol — протокол граничного шлюза) — протокол в стеке TCP/IP, предназначенный для обмена информацией о достижимости сетей с другими BGP-системами в иных *автономных системах*. BGP обеспечивает обмен данными об изменениях в сети (включая номер сети, список автономных систем, через которые передается информация, и список прочих атрибутов пути).

Bit Interleaving/Multiplexing (чередование/мультиплексирование битов) — процесс, используемый в мультиплексировании с раз-

делением времени, когда отдельные биты из различных низкоскоростных каналов поочередно передаются в один высокоскоростной канал.

BootP (Bootstrap Protocol) — протокол, используемый для удаленной загрузки бездисковых рабочих станций. Станция в результате получает IP-адрес. Для загрузки используется протокол *TFTP*. Протокол BootP определен в *RFC 951*.

BPDU (Bridge Protocol Data Unit) — тип сообщения, используемый мостами для обмена информацией о состоянии соединений.

BRI — сервис *ISDN*, обеспечивающий 2 канала B 64 Кбит/с для передачи голоса и данных и 1 канал D (16 Кбит/с) для передачи управляющих сигналов.

broadband (широкополосная сеть) — широкополосная технология, способная обеспечить одновременную передачу множества сигналов (например, голоса, данных, видео) через одну физическую среду с использованием частотной модуляции. Полоса канала связи делится на более узкие диапазоны, каждый из которых служит для передачи одного сигнала (потока информации).

broadcast (широковещание) — система доставки пакетов, при которой копия каждого пакета передается всем хостам, подключенными к сети. Примером широковещательной сети является *Ethernet*.

Broadcast domain (область широковещания) — группа конечных станций, получающих одинаковые широковещательные пакеты или кадры. Примером домена широковещания может служить сегмент сети *Ethernet*. Границы доменов широковещания определяются маршрутизаторами.

broadcast packet (широковещательный пакет) — группа битов, переданная одновременно всем узлам сети. Широковещательный пакет является специальным вариантом группового пакета.

broadcast storm (широковещательная буря) — некорректная рассылка широковещательных пакетов в сети, заставляющая множество хостов отвечать на эти пакеты. Обычно пакетный штурм возникает в тех случаях, когда отклик на широковещательный пакет передается в широковещательном режиме, что приводит к экспоненциальному росту трафика.

BSD (Berkeley Software Distribution) — термин, используемый для описания различных версий операционной системы Berkeley UNIX (например, 4.3BSD UNIX).

Buffer Flush — очистка буферов оперативной памяти компьютера. Например, при записи информации из них на жесткий диск средствами СУБД.

C

campus network (кампусная сеть) — сеть предприятия или учебного заведения, охватывающая несколько зданий.

CAP — амплитудная/фазовая модуляция несущей.

Carrier (несущая) — непрерывный сигнал фиксированной частоты, который можно модулировать другим (более низкочастотным) сигналом, несущим информацию.

CIDR (Classless Interdomain Routing — бесклассовая междоменная маршрутизация) — схема адресации, реализующая адресную

сверхсеть (supernet) для представления множества адресатов IP. Маршрутизатор использует адреса в сверхсети, позволяющие анонсировать один маршрут для всех адресатов, взамен анонсирования отдельных маршрутов к каждому адресату.

Class A/B/C/D/E address (адреса классов A/B/C/D/E) — типы задания адресов сетей и хостов в Internet. Класс А: 1 старший байт (8 бит) задает номер сети, оставшиеся 24 бита — номер хоста в сети. Класс В: 2 старших байта (16 бит) задают номер сети, оставшиеся 16 битов — номер хоста в сети. Класс С: 3 старших байта (24 бита) задают номер сети, оставшиеся 8 битов — номер хоста в сети.

client-server model (модель клиент-сервер) — общий способ описания услуг и модель пользовательских процессов (программ) для реализации этих услуг. Клиент запрашивает услуги сервера. Клиент может запрашивать услуги многочисленных серверов.

Clock (часы, тактовый генератор) — устройство, генерирующее периодические сигналы, используемые для синхронизации других устройств или передачи данных.

CMIP (Common Management Information Protocol — протокол общей управляемой информации) — стандартный протокол сетевого управления для сетей OSI. Этот протокол определяет ряд функций, отсутствующих в *SNMP* и *SNMP-2*. Сложность протокола CMIP обусловила его малую распространность.

CMIS (Common Management Information Services) — стандартные функции OSI для сетевого управления и мониторинга.

collapsed backbone network (сеть с коллапсированной магистралью) — архитектура сегментированных сетей с маршрутизатором или коммутатором в качестве центрального устройства для объединения сегментов. В такой конфигурации управление ресурсами осуществляется в одной точке, называемой сетевым центром, и все пользователи подключаются к сети в данном центре.

collision (конфликт, коллизия) — попытка двух (или более) станций одновременно начать передачу пакета в общей разделяемой среде. При обнаружении конфликта обе станции прекращают передачу и пытаются возобновить ее по истечении определяемого случайнym образом интервала времени. Использование случайной задержки позволяет решить проблему возникновения повторного конфликта.

collision domain (область коллизий, коллизионный домен) — часть сети Ethernet (IEEE 802.3), в которой станции используют общую среду передачи. При попытке одновременной передачи данных двумя или более станциями возникает конфликт (коллизия). Для разрешения конфликтов используется протокол *CSMA/CD*.

core gateway (внутренний шлюз) — исторически один из набора шлюзов (маршрутизаторов), работающих в Internet Network Operations Center. Система внутренних шлюзов формирует центральную часть системы маршрутизации Internet, в которой все группы должны предлагать пути в свои сети из внутреннего шлюза с использованием протокола Exterior Gateway Protocol (EGP).

CRC (Cyclic Redundancy Check — проверка с использованием циклического избыточного кода) — схема определения ошибок при передаче данных. На основе полиномиального алгоритма вычисляется контрольная сумма передаваемого модуля данных и передается вместе с данными. Получившее пакет устройство заново вычисляет контрольную сумму по тому же алгоритму и сравнивает ее с принятым значением. Отсутствие расхождений говорит о высокой вероятности безошибочной передачи.

crossover — соединение (внешнее или внутреннее) передатчика на одном конце коммуникационного канала с приемником на другом его конце.

crosspoint switch matrix (матрица коммутации) — создает физические соединения между портами коммутатора с учетом адресов получателей.

crosstalk (перекрестные помехи) — паразитная передача сигнала от одного устройства (линии) к другому (обычно соседнему).

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection — множественный доступ к среде с обнаружением конфликтов) — метод доступа к среде передачи (кабелю), определенный в спецификации IEEE802.3 для *Ethernet*. При возникновении конфликта передача должна быть прервана и может быть возобновлена по истечении случайногопромежутка времени.

D

D channel (канал D) — канал, используемый в системах *ISDN* для передачи сигналов управления и другой

служебной информации. Полоса канала D составляет 16 или 64 Кбит/с.

DA (Destination Address — адрес получателя) — информация, показывающая адрес получателя данных или пользователя услуг.

daemon (демон) — автономный фоновый процесс, обеспечивающий выполнение стандартного набора функций по запросам других приложений. Примерами могут служить почтовые демоны или демоны маршрутизации.

datagram (дейтаграмма) — самодостаточный независимый объект данных, содержащий информацию об отправителе и получателе данных. Порция информации на третьем уровне модели OSI.

DBA (data base administrator) — администратор базы данных.

deadlock (смертельные объятия) — ситуация, при которой первый пользователь базы данных залокировал необходимые ему данные и ожидает освобождения заложенных вторым пользователем данных для продолжения операций. А второй пользователь базы данных для дальнейших операций ждет освобождения данных, заложенных первым, не освобождая свои данные

dedicated LAN (выделенная ЛВС) — этот термин используется для обозначения ситуации, когда к порту коммутатора подключен один сервер или рабочая станция. В этом случае вся полоса используется одним устройством.

default gateway (используемый по умолчанию шлюз) — часто называемый маршрутизатором IP шлюз, соединяющий две или более

сети или подсети и позволяющий передавать данные из одной сети в другую.

default route (принятый по умолчанию маршрут) — запись в таблице маршрутизации, используемая для пересылки пакетов в сеть, не указанные явно в таблице маршрутизации.

demultiplexing (демультиплексирование) — функция, идентифицирующая и разделяющая модули данных *SDU* из одного соединения в несколько.

Des — стандарт для шифрования данных компании IBM. Стал фактическим стандартом, принятым производителями программного обеспечения.

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol — протокол динамической настройки хостов) — протокол динамического конфигурирования хост-машин, обеспечивающий передачу конфигурационных параметров клиентам TCP/IP. Протокол DHCP является усовершенствованием *BootP* и добавляет к этому протоколу возможность повторного использования IP-адресов и ряд функций — маски подсетей, используемые по умолчанию маршрутизаторы, серверы *DNS*.

dial-up connection (коммутируемое соединение) — временное соединение с сетью, организуемое только на время реальной связи, с использованием аналоговых или цифровых телефонных линий. Используется также термин *switched connection*.

DMA (direct memory access — прямой доступ к памяти ПДП) — процесс переноса данных непосредственно из устройства хранения (диск или магнитофон) в

мяти) без использования основного (центрального) процессора.

DNS (Domain Name System — система имен доменов или domain name service — служба доменных имен) — распределенный механизм имен/адресов, используемых в сети Internet. Используется для преобразования логических имен в IP-адреса. DNS используется в сети *Internet*, обеспечивая возможность работы с понятными и легко запоминающимися именами вместо неудобоваримых чисел IP-адреса.

domain (домен, область) — термин, обозначающий группу хостов сети. Деление на группы может осуществляться по физическим (местоположение в сети) или логическим (функциональное предназначение) критериям. В *OSI* термин домен используется как административное деление сложных распределенных систем, как в MHS Private Management Domain (**PRMD**) и Directory Management Domain (DMD). В сети *Internet* — часть иерархии имен. Синтаксически доменное имя *Internet* содержит последовательность имен (меток), разделенных точками.

dot address — употребляемый способ записи *IP-адресов* в форме A.B.C.D, где каждая буква представляет 1 байт в десятичной форме (например, 209.100.52.136).

dotted decimal notation — синтаксическое представление 32-битовых адресов в виде четырех 8-битовых целых чисел, разделенных точками. Используется для представления *IP-адресов* в *Internet* (например, 195.190.109.133).

driver (драйвер) — программный модуль, управляющий портами

ввода-вывода или внешним устройством (например, клавиатурой или монитором).

DSLAM (Digital subscribe line multiplexor) — мультиплексор, применяемый в системах передачи данных с использованием технологии xDSL. Обычно устанавливается в узле оператора связи или главном телекоммуникационном клозете корпоративной системы.

Dynamic Routing (динамическая маршрутизация) — процедура передачи сообщений через сеть, при которой в случае обрыва или перегрузки нужного для связи соединения маршрутизация сообщения производится заново.

E

E1 — используемый в Европе тип сервиса для цифровой передачи данных с полосой 2,048 Мбит/с, поддерживающий 30 каналов голоса или данных с полосой 64 Кбит/с и 1 канал 64 Кбит/с для кадрирования и управления. Другое название — CEPT1.

Echo Cancellation (подавление эха) — метод, используемый в высокоскоростных модемах и голосовых устройствах, который позволяет избавиться от паразитных отраженных сигналов.

Echo-Signal (эхо-сигнал) — сигнал, получаемый отправителем исходного сигнала за счет отражения последнего на другом конце линии.

EGP (Exterior Gateway Protocol — протокол внешнего шлюза) — протокол в стеке IP, используемый для обмена информацией о достижимости сетей между маршрутизаторами различных автономных систем. Маршрутизаторы устанавлива-

вают соседские отношения EGP для периодического обмена данными о достижимости сетей. Протокол EGP используется в ядре Internet.

EIA (Electronic Industries Association — Ассоциация электронной промышленности) — объединяет производителей электронного оборудования. Основная задача ассоциации — разработка электрических и функциональных спецификаций интерфейсного оборудования.

EIA/TIA-568 — стандарт, разработанный *EIA* и *TIA* и задающий спецификации передачи по медным кабелям «витая пара» для *Ethernet*, *Token Ring*, *ISDN* и других сетевых систем.

EMC (Electromagnetic compatibility — электромагнитная совместимость) — возможность использования оборудования в пред назначенной для него среде без помех со стороны другого оборудования и без создания электромагнитных помех для другого оборудования.

EMI (Electromagnetic Interference — электромагнитное излучение [помехи]) — излучение, проникающее за пределы среды передачи, главным образом за счет использования высоких частот для несущей и модуляции. Паразитное излучение можно снизить за счет экранирования.

encapsulation (инкапсуляция) — метод, используемый многоуровневыми протоколами, в которых уровни добавляют свои заголовки модулю данных вышеследящего протокола (Protocol Data Unit — PDU). В терминах Internet-пакет содержит заголовок физического уровня, за которым следует заголовок сетевого уровня (*IP*), а за ним заголовок транспортного уровня (*TCP*), за которым рас-

полагаются данные прикладных протоколов.

equalizer (компенсатор, эквалайзер) — устройство, компенсирующее искажения, связанные с частотной зависимостью поглощения и задержки сигнала в линии. Эквалайзеры компенсируют амплитудные, частотные и фазовые искажения.

equipment room — центральное здание или помещение, где завершается кабельная сеть и устанавливается коммуникационное оборудование. Используются также термины *communications closet*, *telecommunications closet*, *wiring closet*.

error rate (частота ошибок) — процентное соотношение числа пакетов с ошибками к общему числу переданных или принятых пакетов.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) — Европейский институт телекоммуникационных стандартов, европейский аналог *ANSI*.

Ethernet — стандарт организации сетей, описанный в спецификациях *IEEE 802.3*. Развитием технологии Ethernet является Fast Ethernet (100 Мбит/сек), Gigabit Ethernet (1000 Мбит/с), 10 GbE (10 Гбит/с.)

Ethernet address (адрес Ethernet) — 48-битовое значение, являющееся уникальным идентификатором устройства (контроллера сетевого адаптера) в сети. Обычно записывается 12 шестнадцатеричными цифрами.

F

FCAPS (Fault Configuration Account Performance Security) — пять функциональных областей, определенных *ISO* для обеспечения поддержки

и сопровождения сетевой системы. К числу этих областей относятся управление конфигурацией, управления отказами, управление безопасностью, управление производительностью, управление учетом в системе.

FCS (Frame Check Sequence — последовательность проверки кадра) — любая математическая формула, определяющая числовое значение на основе последовательности битов переданного блока информации и использующая это значение на приемном конце для обнаружения ошибок передачи.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) — высокоскоростной сетевой стандарт (100 Мбит/с). Средой передачи данных является оптическое волокно, а топология представляет собой маркерное кольцо-звезду с двойным подключением.

Fiber, fiber optic cable (волоконно-оптический кабель) — кабель, содержащий одно или несколько оптических волокон и предназначенный для передачи данных. Включает оптический волновод из диэлектрического материала (обычно стекло, кварц или полимер) в форме тонкой нити.

filtering (фильтрация) — процесс проверки пакетов данных в сети и определения адресатов для принятия решения о дальнейшей пересылке или отбрасывании пакета. Фильтрация пакетов выполняется мостами, коммутаторами и маршрутизаторами.

flow control (управление потоком) — методы, используемые для контроля за передачей данных между двумя узлами сети и позволяющие избегать потери данных в результате переполнения приемных буферов.

forwarding table (таблица рассылки) — таблица, содержащая идентификаторы и адреса, а также пределы рассылки адресов.

Frame (кадр, фрейм) — единица информации на канальном уровне сетевой модели *OSI*. Иногда для обозначения фреймов используется термин пакет, но термины кадр или фрейм никогда не используются для обозначения пакетов сетевого уровня. Обычно содержит управляющие поля, адреса, контрольную сумму и собственно информацию.

FTAM (File Transfer, Access and Management) — коммуникационный протокол прикладного уровня для передачи файлов между разнотипными системами.

FTP (File Transfer Protocol) — протокол, используемый для передачи файлов с одного хоста на другой через сеть. Протокол FTP определен в STD9 и RFC 959.

G

G.703 — стандарт *ITU* (Physical/Electrical Characteristics of Hierarchical Digital Interfaces — физические и электрические характеристики иерархических цифровых интерфейсов) для протокола и электрических характеристик различных цифровых интерфейсов с полосой от 64 кбит/с до 2,048 Мбит/с.

gateway (шлюз) — оригинальный термин Internet, сейчас для обозначения таких устройств используется термин маршрутизатор (router), или, более точно, маршрутизатор IP. В современном варианте термины «gateway» и «application gateway» используются для обозначения систем, выполняющих преобразование из одного естественного формата в

другой. Примером шлюза может служить преобразователь X.400 — RFC 822 electronic mail.

GetNextRequest — команда, используемая менеджерами *SNMP* для поиска данных в таблице объектов. Команда GetRequest позволяет найти первое значение, а GetNextRequest служит для продолжения поиска.

GetRequest — команда, используемая менеджерами *SNMP* для поиска данных в таблице объектов. GetResponse — команда, используемая агентами *SNMP* для передачи данных *SNMP*-менеджерам.

GGP (Gateway-to-Gateway Protocol — протокол межшлюзового взаимодействия) — протокол центрального шлюза, используемый для обмена маршрутной информацией.

H

HDLC (High-level Data Link Control — семейство высокочувственных протоколов управления каналом) — стандарт канального уровня, подготовленный *ITU* для связи типа «точка—точка» или «точка—многоточка». Протоколы HDLC являются протоколами, биториентированными на передачу битовых потоков канального уровня.

header (заголовок) — информация, обусловленная протоколом и размещаемая в начале пакета/фрейма. Заголовок содержит специальные сведения, используемые сетью для передачи информации адресату.

Hello Packet (пакет приветствия) — тип пакета маршрутизации, которыми обмениваются ближайшие соседние логические узлы.

Hello Protocol (протокол приветствия) — часть протокола *OSPF*, используемая для организации и поддержки связей между соседями. В сетях с множественным доступом (multiaccess) Hello Protocol может также динамически обнаруживать соседние маршрутизаторы.

hierarchical backbone — опорная сеть (магистраль) с несколькими уровнями в общей сетевой архитектуре. Каждый из уровней может быть локализованным или распределенным.

hop (интервал, переход, промежуток) — единица измерения, показывающая прохождение пакетов через мост или маршрутизатор.

Hop-by-Hop Route — маршрут, созданный так, что каждый коммутатор в пути использует свою собственную таблицу маршрутизации для определения следующего перехода (хопа), предполагая, что все коммутаторы будут выбирать непротиворечивые хопы для того, чтобы информация была доставлена по назначению.

host, host device (хост) — персональный компьютер, рабочая станция, сервер или иное устройство, подключенное к сети и обеспечивающее пользователю связь с другими хостами сети с помощью IP-адреса.

hostname, host name (имя хоста) — уникальный идентификатор, используемый для обозначения каждого хоста (системы) в сети.

host number (номер хоста) — число в десятичной записи с разделением точками, однозначно идентифицирующее систему в сети.

I

I/O (Input/output — ввод/вывод) — передача данных и сигналов управления между процессором и периферийным устройством. Термин I/O-подсистема применяется обычно для определения дисковой подсистемы ввода/вывода.

IAB (Internet Activities Board) — Координационный совет по архитектуре сети Интернет. Включает в себя IRTF и IETF.

ICMP (Internet Control Message Protocol — протокол управления сообщениями Internet) — протокол, используемый для контроля за ошибками и сообщениями на уровне IP. В действительности ICMP представляет собой расширение протокола IP.

ICP (Internet Control Protocol — протокол управления Internet) — протокол, отслеживающий internet-адреса узлов, маршрутизирующий исходящие сообщения и распознающий входящие сообщения.

IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers — Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике) — профессиональная организация, основанная для координации разработки компьютерных и коммуникационных стандартов.

IEEE 802.2 — стандарт IEEE, определяющий канальные уровни (data link layer) для различных методов доступа к среде вместе со стандартами IEEE 802.3, 802.4, 802.5.

IEEE 802.3 — спецификация IEEE для сетей Ethernet (полное название ANSI/IEEE Standard 802.3), использующих метод доступа **CSMA/CD** (множественный доступ с опре-

делением несущей и обнаружением конфликтов). Содержит правила для конфигурирования сетей, описывает используемые физические среды и способы взаимодействия элементов сети. Спецификация поддерживает множество определяемых средой технологий.

IETF (Internet Engineering Task Force) — одна из групп IAB. IETF отвечает за решение инженерных задач Internet. Включает более 40 рабочих групп. IETF выпускает большинство **RFC**, используемых производителями для внедрения стандартов в архитектуру **TCP/IP**.

IGMP (Internet Group Management Protocol — протокол управления группами) — протокол из стека TCP/IP, позволяющий хосту регистрировать свою локальную сеть с локальным маршрутизатором для получения любых дейтаграмм, посланных этому маршрутизатору и предназначенных для группы с заданными групповыми адресами IP.

IGP (Interior Gateway Protocol — протокол внутреннего шлюза) — протокол, используемый для обмена информацией о маршрутизации между совместно работающими маршрутизаторами в сети Internet или автономной системе. Примерами IGP являются протоколы **RIP** и **OSPF**.

IGRP (Internet Gateway Routing Protocol) — частный протокол IGP, используемый маршрутизаторами Cisco System и не обеспечивающий интероперабельности со стандартными протоколами.

Interface (интерфейс) — стык, соединение, общая граница двух

устройств или сред, определяемая физическими характеристиками соединителей, параметрами сигналов и их значением.

internet — группа связанных маршрутизаторами сетей, способная функционировать как одна большая виртуальная сеть.

Internet (с заглавной буквы) — крупнейшая в мире сеть Internet, содержащая крупные национальные магистральные (backbone) сети и огромное количество региональных и локальных сетей по всему миру. Сеть Internet использует набор протоколов IP. Для подключения к Internet требуется иметь IP-соединение.

IP (Internet Protocol) — протокол сетевого уровня из набора протоколов Internet, определенный в **RFC 791**. Описывает программную маршрутизацию пакетов и адресацию устройств. Стандарт используется для передачи через сеть дейтаграмм IP. Обеспечивает передачу пакетов без организации соединений и гарантии доставки. Протокол был изначально разработан Министерством Обороны США для объединения в сеть разнородных компьютеров.

IP address (IP-адрес) — адрес для протокола IP — 32 битовый (4 байта) адрес, определенный в STD 5 (**RFC 791**) и используемый для представления точек подключения в сети TCP/IP. IP-адрес состоит из номера сети (network portion) и номера хоста (host portion). Обычно для записи IP-адресов используют десятичную нотацию с разделением точками. Новая версия протокола IPv6 использует 128-разрядные адреса, позволяющие решить проблему нехватки адресного пространства.

IPSec — группа протоколов для обеспечения безопасности при передаче данных протокола IP на сетевом уровне. Протоколы IPSec описаны в нескольких RFC. В них используются различные технологии шифрования для выполнения ключевых функций обеспечения безопасности против наиболее типичных угроз Internet.

IPv6 — новый вариант адресации IP с возможностью многократного расширения числа адресуемых устройств сети.

IPX/SPX (Internet Packet eXchange/Sequenced Packet eXchange) — IPX используется в качестве основного сетевого протокола в сетях Novell NetWare. Протокол SPX содержит расширенный по сравнению с IPX набор команд, позволяющий обеспечить более широкие возможности на транспортном уровне. SPX обеспечивает гарантированную доставку пакетов.

IRTF (Internet Research Task Force) — одно из подразделений IAB, отвечающее за исследования и разработку набора протоколов Internet.

ISDN (Integrated Services Digital Network — цифровая сеть с интеграцией услуг) — технология, предложенная изначально для международной телефонной связи. ISDN объединяет голосовые и цифровые сети в единой среде, давая пользователю возможность передачи по сети голоса и данных.

ISDN (Integrated Services Digital Network — цифровая сеть с интеграцией услуг) — международный телекоммуникационный стандарт для передачи голоса, данных и сигналов управления по циф-

ровым линиям. ISDN использует 2 типа сервиса: BRI (basic rate interface) и PRI (primary rate interface).

ISO (International Organization for Standardization — Международная организация по стандартизации) — ассоциация национальных организаций по стандартизации, обеспечивающая разработку и поддержку глобальных стандартов в сфере коммуникаций и обмена информацией. Располагается в Женеве (Швейцария).

ISP (Internet Service Provider — поставщик услуг Internet, провайдер) — компания, обеспечивающая пользователям подключение к сети Internet за счет организации соединений (например, по протоколу PPP).

ITIL (IT Infrastructure Library — модель управления ITIL) — создана специальным агентством OGC (Office of Government Commerce) при правительстве Великобритании как стандартный набор функций для осуществления управления ИТ-сервисов компаний. Описана в библиотеке рекомендаций, включающей в разных вариантах от 40 до 60 книг.

ITU(International Telecommunication Union — Международный союз электросвязи) — международная организация, основанная европейскими странами для разработки международных стандартов в области передачи информации. Является структурным подразделением ООН.

J

jabber (болтовня) — (1) в стандарте IEEE 802.3 Ethernet — пакет данных с длиной, выходящей за пределы спецификации;

(2) ошибочно и непрерывно передаваемое станцией сообщение о возникновении ошибки.

jack — гнездо разъема для установки специальной вилки (plug).

jitter (джиттер, дрожь, флуктуации фазы) — отклонения фазы или частоты передаваемого сигнала. Джиттер может приводить к возникновению ошибок или потере синхронизации при высокоскоростной передаче.

jumper (перемычка) — короткое соединение между двумя точками на плате или коммутационной панели.

L

L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol) — протокол, который обеспечивает безопасность IP-дейтаграмм при прохождении по неконтролируемым и небезопасным (untrusted) сетевым доменам. Открытый стандарт IETF.

LANE (ATM LAN Emulation — эмуляция ЛВС) — набор услуг, функциональных групп и протоколов, стандартизованных ATM Forum и обеспечивающих эмуляцию ЛВС с использованием ATM-коммутаторов, как магистрали, организующей связь между оконечными устройствами ЛВС и ATM. LANE облегчает реализацию сетей, ориентированных на передачу широковещательных сообщений без организации соединений, и реализует сервер для преобразования адресов между системами Ethernet и ATM. Поддерживает услуги с групповой (multicast) адресацией и интерфейс MAC-драйвера для станций ATM с возможностью использования протоколов IP, APPN, NetBIOS, IPX.

late collision (поздняя коллизия) — коллизия, возникшая по истечении нормального «окна коллизий» в 72 байта. Поздние коллизии могут говорить о «болтливости» трансиверов, дефектах сетевых адаптеров, программах или оборудовании, несогласованности оборудования и других проблемах.

latency (задержка) — интервал времени между получением станцией доступа и приемом отправленных данных.

LLC (Logical link control — управление логическим каналом) — подуровень 802.2 модели OSI, обеспечивает функции контроля соединения и контроля передачи, дополняя функции подуровня управления доступом к среде (MAC).

login name — имя пользователя в системе, позволяющее определить пользователя при входе в систему. По имени пользователя задаются права и привилегии доступа. Администраторы систем должны обеспечивать уникальность имен для каждого пользователя.

loopback (возвратная петля, кольцо, шлейф) — тип диагностического теста, при котором сигнал возвращается передающему устройству, пройдя по коммуникационному каналу в обоих направлениях.

LSDV (Link segment delay value — задержка на сегменте сети) — значение, используемое при расчете задержки в сетях Ethernet.

LSZH (Low smoke Zero Halogen) — тип тестов, сертифицирующих кабель на отсутствие дыма, вредных для человека газов и медленное возгорание при горении.

M

MAC (Media Access Control — управление доступом к среде) — протокол, используемый для определения способа получения доступа рабочих станций к среде передачи, наиболее часто используемый в локальных сетях. Для ЛВС, соответствующих стандартам IEEE, MAC-уровень является подуровнем канального уровня модели OSI (data link layer).

MAC address (MAC-адрес) — адрес, используемый системой управления доступом к среде — уникальное 48-битовое число, обычно представляемое в форме 12-значного шестнадцатеричного числа. MAC-адрес позволяет однозначно идентифицировать устройство в сети. Аппаратный адрес устройства, подключенного к разделяемой среде.

mainframe — основной компьютер в системной архитектуре IBM SNA.

MAN (Metropolitan area network — городская сеть) — сеть, обеспечивающая охват большей территории, нежели ЛВС. Спецификации MAN содержатся в стандарте IEEE 802.6.

MIB (Management Information Base) — база данных, описывающая объекты, которые могут использоваться прикладными программами через SNMP. Имена MIB идентифицируют объекты, которыми можно управлять в сети или объекты, содержащие информацию.

management station (станция управления) — рабочая станция с программами управления, обес печивающая возможность обмена информацией с управляемыми устройствами.

management system (система управления) — объект, управляющий набором управляемых систем, которые могут представлять собой элементы сети, подсети или сети и т.п.

MDI (Medium dependent interface — зависящий от среды интерфейс) — определен в стандарте IEEE 802.3 как электрический и механический интерфейс между оборудованием и средой передачи.

MDI-X (Medium dependent interface crossover — MDI с перекрещиванием) — порт повторителя или коммутатора с внутренним перекрещиванием линий, что позволяет использовать для соединения портов обычный кабель UTP без перекрещивания проводников пар приема и передачи. Соединения MDI-X обычно используются для связи двух коммутаторов.

MTBF (Mean Time Between Failures — Ожидаемое время между отказами) — наработка на отказ. Метрика работы оборудования, задаваемая производителем.

MTTR (Mean Time To Restore — Ожидаемое время восстановления системы) — метрика, которая задается бизнес-подразделениями компаний службам администратора системы.

multicast (групповой, многоадресный) — специальная форма широковещания, при которой копии пакетов доставляются подмножеству всех возможных адресатов.

multimode fiber (MMF — много-модовое волокно) — оптический кабель, диаметр которого превышает длину волны, обеспечивая возможность существования нескольких оптических мод одновременно. Мно-

гомодовые кабели обычно используются на сравнительно коротких линиях (2 километра и меньше).

Multiplexer (Мux-мультиплексор) — устройство, позволяющее передавать по одной линии несколько сигналов одновременно.

multiplexing (мультиплексирование) — функция, обеспечивающая разделение устройства или канала передачи для использования несколькими устройствами или передачи информации из нескольких каналов в один.

N

NAT (Network Address Translation — трансляция сетевых адресов) — технология преобразования множества внутренних IP-адресов сети в один или несколько внешних адресов, используемых для связи с Internet. Поддержка протокола позволяет решить проблему нехватки адресов IP и позволяет получать доступ в Internet из локальной сети, используя единственный IP-адрес.

NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface) — транспортный протокол, используемый Microsoft LAN Manager, Windows for Workgroups, Windows NT и другими сетевыми ОС.

NetBIOS (Network Basic Input Output System — сетевая базовая система ввода/вывода) — стандартный сетевой интерфейс, предложенный компанией IBM для ПК и совместимых систем. NetBIOS обеспечивает стандартный интерфейс для нижних уровней. Функция данного протокола заключается в обеспечении доступа в сеть для программ, работающих на верхних уровнях.

NetFlow — протокол управления сетью с использованием протоколов сетевого и транспортного уровня TCP/IP. Изначально был создан компанией Cisco Systems. Является протоколом IETF и имеет еще одно название — IPFIX (Internet Protocol Flow Information eXport-экспорт информации потока интернет-протокола).

NetID (Network identification) — сетевая часть IP-адреса.

NetWare — сетевая ОС компании Novell. Использует протоколы IPX и SPX.

network interface card (NIC — сетевой адаптер) — периферийное устройство (плата), обеспечивающее соединение компьютера и ЛВС.

network mask — 32-битовое число, показывающее диапазон IP-адресов, находящихся в одной IP-сети/подсети.

network number (номер сети) — сетевой адрес, уникальный числовой идентификатор, который администратор сети связывает с каждой отдельной подключаемой сетью при инсталляции файловых серверов или других сетевых устройств.

NEXT (Near end crosstalk — перекрестное влияние пар на ближнем конце) — параметр кабеля UTP, характеризующий возможную дальность передачи сигналов из-за наводок передающей пары на принимающую. Определяется на стороне передачи.

NFS® (Network File System — Сетевая файловая система) — распределенная файловая система, разработанная компанией Sun Microsystems и позволяющая группе

компьютеров прозрачный совместный доступ к файлам друг друга.

node (узел) — устройство, подключенное к сети (компьютер, мост, маршрутизатор, порт коммутатора, шлюз и т.п.). В общем случае может использоваться для обозначения любого активного элемента сети. Синоним понятия «логический узел»

О

object (объект) — объект в контексте управления сетью — числовое значение, характеризующее тот или иной параметр управляемого устройства. Последовательность чисел, разделенных точкой, определяющая объект внутри MIB, называется идентификатором объекта.

OID (Object identifier — идентификатор объекта) — в MIB — последовательность неотрицательных целых чисел, разделенных точками, определяющая путь к объекту через глобальное дерево имен SNMP.

ONC™ (Open Network Computing) — распределенная архитектура приложений, развивающаяся и управляемая консорциумом во главе с Sun Microsystems.

OSPF (Open Shortest Path First) — протокол маршрутизации по состоянию канала (link-state protocol) в стеке TCP/IP, позволяющий маршрутизаторам в одной автономной системе обмениваться информацией о маршрутах за счет периодически рассылаемых сообщений о модификации. Каждый маршрутизатор периодически проверяет состояние физических соединений с каждым из своих соседей и передает полученную информацию другим соседям. Используя полученную информацию, каждый маршрутизатор строит дерево кратчайших путей с собой в

качестве корня для нахождения самого короткого пути в каждую точку назначения и построения таблицы маршрутизации. Разработан на основе протокола RIP.

OSI model (Open Systems Interconnection model — модель взаимодействия открытых систем) — семиуровневая (физический, канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, представления, прикладной) модель стандартной сетевой архитектуры, разработанная Международной организацией по стандартизации ISO (документ ISO 7498-0). В модели OSI каждый уровень выполняет часть сетевых функций, используя сервис нижележащего уровня и предоставляя свои услуги вышележащему.

P

Packet (пакет) — группа битов, включающая данные и управляющие сведения, представленные в соответствующих форматах, и передаваемая целиком. Структура пакета зависит от протокола. В общем случае пакет включает 3 основных элемента: управляющую информацию (адрес получателя и отправителя, длина пакета и т.п.), передаваемые данные, биты контроля и исправления ошибок.

Parity Bit (бит четности) — дополнительный бит, добавляемый в группу для того, чтобы общее число единиц в группе было четным или нечетным (в зависимости от протокола).

partition (раздел) — выделенный для работы конкретной ОС сегмент памяти или диска в компьютере или сетевом устройстве.

patch cable (соединительный шнур[кабель]) — отрезок медного или оптического кабеля, используе-

мый для подключения порта сетевого устройства (например, концентратора или коммутатора) к распределительной панели (patch panel) или настенной розетке. Тип используемого кабеля определяется кабельной системой (одномодовая или много модовая оптика, STP, UTP) и типом распределительной панели или стенной розетки, к которой присоединяется кабель.

patch panel (соединительная панель) — массив розеток, устанавливаемых в коммуникационном шкафу для соединения устройств.

PBX (Private Branch Exchange — частная телефонная станция, УАТС, УПАТС) — телефонная станция, не являющаяся частью общедоступной сети (например, офисная АТС).

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy — плезиохронная цифровая иерархия) — технология PDH (плезиохронный, означает почти синхронный) была разработана для более эффективной передачи оцифрованных голосовых потоков по кабелю из скрученной пары проводников. Эта технология используется в цифровых системах Северной Америки, Европы и Японии, где приняты фиксированные значения скорости, а именно $n \times DS0$ ($DS0 = 64$ Кбит/с).

PDU (Protocol Data Unit — модуль данных протокола [термин OSI для «пакета»]) — PDU представляет собой объект данных, которыми обмениваются объекты в пределах данного уровня и который передается нижележащему уровню. PDU содержит как управляющую информацию (Protocol Control Information), так и пользовательские данные.

PDV (path delay value — задержки на распространение через сеть) — время передачи пакетов Ethernet по самому длинному пути через сеть.

PHY — физический уровень модели OSI, определяющий передачу бит через физическую среду, соединяющую два устройства. PHY определяет генерацию импульсов тактовой частоты (часов), схемы кодирования данных, некоторые процедуры управления, среду передачи.

Ping (Packet internet groper) — программа, используемая для проверки доступности адресата путем передачи ему специального сигнала (ICMP echo request — запрос отклика ICMP) и ожидания ответа. Термин используется как глагол: «Ping host X to see if it is up!»

POP (Point of presence — точка присутствия) — центральный офис телекоммуникационного оператора (локального или удаленного). Для провайдеров Internet POP представляет собой локальный номер, по которому пользователи могут получить доступ к ISP.

port (порт) — абстракция, используемая транспортными протоколами Internet для обозначения многочисленных одновременных соединений с единственным хостом-адресатом. А также физический интерфейс компьютера, мультиплексора и т.п. для подключения терминала, модема или другого устройства.

PPP (Point-to-Point Protocol) — протокол связи между терминалом и маршрутизатором. Обеспечивает доступ по коммутируемым линиям в сеть Internet. PPP инкапсулирует пакеты протоколов сетевого уровня

в специальные пакеты управления сетью (NCP). Примером такой инкапсуляции может служить IPCP (IP over PPP) and IPXCP (IPX over PPP).

PRI (Primary Rate Interface или Primary Rate ISDN) — в Северной Америке PRI содержит 23 канала B (64K) и 1 канал D (64 K), что в сумме составляет 1544 Мбит/с (DS1). В Европе 30 B-каналов и 1 канал D образуют PRI с полосой 2048 Мбит/с (E1).

proxy — механизм, посредством которого одна система представляет другую в ответ на запросы протокола. Proxy-системы используются в сетевом управлении, чтобы избавиться от необходимости реализации полного стека протоколов для таких простых устройств, как модемы.

proxy ARP — метод, при котором одна машина (обычно маршрутизатор) обрабатывает запросы ARP вместо другой машины. За счет такой подмены маршрутизатор берет на себя ответственность за маршрутизацию пакетов реальному адресату. Proxy ARP позволяет сайту использовать единственный IP-адрес для двух физических сетей. Более разумным решением является, однако, использование подсетей.

PVC (Permanent Virtual Circuit — постоянное виртуальное соединение) — постоянный виртуальный канал, постоянно существующее соединение между двумя конечными точками сети (по типу выделенной линии). PVC обычно организуются вручную.

Q

QoS (Quality of Service — качество обслуживания) — качество и класс предоставляемых услуг передачи данных. QoS обычно описывает сеть в терминах задержки и ее вариации и полосы сигнала.

R

RADIUS (Remote Access Dial-In User Services—услуга коммутируемого доступа для удаленных пользователей) — обеспечивают аутентификацию, проверку полномочий и другие операции при доступе в сеть удаленных пользователей по коммутируемым линиям.

RAID (redundant array of independent/inexpensive disks) — термин, который определяет любую дисковую подсистему, которая объединяет два или более стандартных физических диска в единый логический диск (дисковый массив).

remote [device] (удаленное [устройство]) — сетевое устройство, доступное только через цифровую или аналоговую (телефонную) сеть.

remote access (удаленный доступ) — тип доступа в сеть, когда удаленный ПК или рабочая станция подключается по коммутируемой линии в качестве полнофункционального узла сети.

remote office (удаленный офис) — офис или филиал, про странственно удаленный от корпоративной сети.

RFC (Request For Comments—запрос для обсуждения) — серия документов, начатая в 1969 году и содержащая описания набора протоколов Internet и связанную с ними информацию. Не все RFC описывают стандарты Internet, но все стандарты Internet описаны в RFC. Документы RFC можно найти на сервере IETF.

RFI (Radio frequency interference — электромагнитные помехи) — электромагнитные наводки от

других устройств, мешающие работе данного устройства.

RIP (Routing Information Protocol) — протокол Interior Gateway Protocol (IGP), поставлявшийся с ОС Berkeley UNIX. Дистанционно-векторный протокол. В сетях IP протокол RIP является внутренним протоколом маршрутизации, используемым для обмена информацией между сетями. В сетях IPX, RIP является протоколом, используемым для сбора информации о сети и управления ею. С точки зрения данного протокола лучшим является маршрут, содержащий наименьшее число переходов через маршрутизаторы (хопов).

RJ-11 — четырех- или шестиконтактный модульный разъем используемый для подключения телефонных и факсимильных аппаратов или других аналоговых сетевых устройств.

RJ-45 — 8-контактный модульный разъем, используемый для соединения устройств передачи данных по витой паре.

RMON (удаленный мониторинг) — модули удаленного мониторинга позволяют собирать информацию об устройстве и управлять им через сеть по протоколу SNMP. Модули RMON — зонды (пробы) собирают данные на канальном уровне и позволяют станции управления осуществлять мониторинг удаленных сетевых устройств. Зонды могут работать с оборудованием различных фирм и станциями управления, поддерживающими RFC 1757.

ROSE (Remote Operations Service Element) — облегченный протокол RPC, используемый в прикладных протоколах OSI Message Handling, Directory и Network Management.

round-trip collision delay — задержка обнаружения конфликта при доступе к среде.

router protocol (протокол маршрутизатора) — протокол, используемый для передачи информации о своем состоянии другим маршрутизаторам и поддержки актуальности таблиц маршрутизации.

routing (маршрутизация) — процесс эффективного переноса пакетов данных между подсетями на основе корректного выбора интерфейса и следующего маршрутизатора (next hop) для пересылаемого пакета.

Routing — маршрутизация — процесс выбора оптимального пути для передачи сообщения из одной сети в другую.

routing domain — группа маршрутизаторов, обменивающихся маршрутной информацией, внутри административного домена.

routing protocol (протокол маршрутизации) — общий термин, обозначающий протоколы, используемые в среде маршрутизаторов и/или серверов маршрутизации для обмена информацией, позволяющей рассчитывать маршруты. Результатом расчета маршрутов может быть одно или несколько описаний рассылки (forwarding description).

routing table (таблица маршрутизации) — таблица, содержащая записи (адрес получателя, адрес следующего хопа, метрика) для каждого известного локальному устройству маршрута.

RPC (Remote Procedure Call) — фактический стандарт для реализации технологии распределенной обработки данных. Запрос посыпается удаленной системе для выполнения

требуемой процедуры с использованием параметров и передачей результата вызывающей процедуре. Существует много различных реализаций С-библиотек вызова удаленных процедур.

RPSU (Redundant power supply unit — резервный источник питания) — дополнительный источник питания, обеспечивающий работоспособность устройства при выходе из строя основного источника.

S

SA (Source Address — адрес отправителя) — адрес, идентифицирующий отправителя сообщения или данных.

SC connector (Square/subscriber connector — разъем SC) — тип разъемов для подключения оптического кабеля.

SCSI (Small Computer System Interface) — предложенный ANSI высокоскоростной параллельный интерфейс, использующий один компьютерный порт для подключения множества устройств в форме daisy цепочек.

SDH (Synchronous Data Hierarchy — синхронная цифровая иерархия) — европейский стандарт на использование оптических кабелей в качестве физической среды передачи данных для скоростных сетей передачи на значительные расстояния. Данный стандарт является европейским эквивалентом SONET.

server (сервер) — компьютер, где загружается специализированный процесс, обеспечивающий доступ и управление доступом к разделяемым сетевым ресурсам (диски, принтеры, данные).

shared LAN (ЛВС с разделяемой средой) — конфигурация локальной сети, в которой станции совместно используют коммуникационный канал, а для идентификации станций используются *MAC-адреса*. Каждая станция принимает все пакеты, переданные в среду. Станции работают в полудуплексном режиме и в каждый момент передачу может вести только одна из станций. Доступ станций к среде определяется методом доступа в канал.

SLIP (Serial Line IP или Serial Line Internet Protocol) — протокол Internet, используемый для реализации IP при соединении двух систем последовательными линиями (телефонными или RS-232). В настоящее время вместо SLIP в основном используется протокол PPP.

slot (гнездо) — (1) специальный отсек в устройстве, куда устанавливаются сменные модули.

(2) временной интервал, в котором ведется передача данных.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol — простой протокол передачи почтовых сообщений) — протокол передачи электронной почты в сети Internet. Определен в RFC 821, а форматы сообщений описаны в RFC 822.

SNA (Systems Network Architecture — системная сетевая архитектура) — разработанное компанией IBM описание структуры, форматов и протоколов, используемых для передачи информации между программами и оборудованием IBM. Включает в себя три уровня: уровень приложений (application layer), уровень управления (function management layer) и коммуникационный уровень (transmission subsystem layer).

sniffer — устройство или программный продукт, работающие в сети как анализатор протоколов и зонд для сбора статистики.

SNMP (Simple Network Management Protocol — простой протокол сетевого управления) — протокол сетевого управления. Определен в RFC 1157.

SONET (Synchronous Optical Network — синхронная оптическая сеть) — стандарт на использование оптических кабелей в качестве физической среды передачи данных для скоростных сетей значительной протяженности. Базовая скорость SONET составляет 51.84 Мбит/с и может быть увеличена до 9.5 Гбит/с.

Source Address (SA — адрес отправителя) — адрес, от которого получено сообщение или данные.

SR (source route — маршрутизация от отправителя) — технология передачи маршрута фрейма. Каждый фрейм source route содержит информацию о маршруте, по которому этот фрейм должен передаваться адресату.

SRT (source route transparent) — стандарт передачи фрейма между станциями различных сегментов сети для мостов, поддерживающих source route и прозрачных мостов.

STA (Spanning Tree Algorithm) — алгоритм, используемый для обеспечения в каждый момент времени единственного пути между любыми двумя станциями сети со смешанной топологией. Метод, применяемый в стандарте IEEE 802.1

для обнаружения и исключения логических петель в сетях с мостами или коммутаторами. При наличии нескольких путей согласно алгоритму сеть конфигурируется так, чтобы использовался единственный путь (наиболее эффективный).

STP (shielded twisted pair — экранированная витая пара) — термин, используемый для кабельных систем на основе экранированных скрученных пар медных проводников. Экранирование повышает уровень устойчивости к электромагнитным помехам и снижает уровень излучения от самого кабеля.

SPX (Sequenced packet exchange — упорядоченный обмен пакетами) — протокол ОС Novell NetWare, реализованный для осуществления функций транспортного уровня модели OSI.

SQL (Structured Query Language — язык структурированных запросов) — язык описания данных и язык манипулирования данными (стандарты ANSI и ISO) для работы с реляционными базами данных, разработанный компанией IBM.

ST (straight-tip — разъем) — предложенный компанией AT&T разъем для подключения оптических кабелей. Разъемы ST обеспечивают прецизионные керамические вставки (ферулы) и гибкие соединения с кабелем.

stackable switches (стековые коммутаторы) — коммутаторы, которые можно соединять между собой в единое логическое устройство. Для соединения в стек используются специальные шины и кабели. При установке в стек одного управляемого коммутатора

обеспечивается управление всем стеком.

store-and-forward device (устройство с промежуточной буферизацией) — устройство, которое сначала полностью принимает пакет от интерфейса и помещает его в очередь для передачи в другой порт. Такие устройства могут работать в сетях с разнотипными интерфейсами или при разных скоростях (например, Ethernet 10 и 100 Мбит/с).

structured cabling system — структурированная кабельная система) — метод организации кабельных систем на основании универсальных стандартов. Использование СКС значительно упрощает добавление в сеть пользователей, перемещение станций и другие изменения в сети.

subnet (подсеть) — физически или логически независимая часть сети, задаваемая номером (внутренний адрес).

subnet address (адрес подсети) — связанная с подсетью часть IP-адреса. В сети с подсетями номер хоста (host portion) делится на две части — подсеть и хост, при этом используется маска подсети (subnet mask).

subnetmask (маска подсети) шаблон или фильтр, используемый по отношению к адресу Internet для идентификации узлов отдельной подсети. Биты, имеющие значение 1 в маске подсети показывают значимые биты в адресе подсети, а биты, имеющие значение 0, указывают на биты адреса хоста, которые игнорируются.

T

T1 — термин, предложенный компанией AT&T для обозначения каналов передачи цифровых данных в формате DS1 с полосой 1,544 Мбит/с. Канал T1 делится на 24 временных интервала (timeslot) по 64 Кбит/с.

TCP (Transmission Control Protocol — протокол управления передачей) — основной протокол транспортного уровня модели OSI в наборе протоколов Internet. Обеспечивает соединение и занимается вопросами подтверждения доставки данных узлам сети.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol — протокол управления передачей/протокол Internet) — известен также как стек протоколов Internet (Internet Protocol Suite). Включает совокупность порядка 100 протоколов для объединения гетерогенных сетей. Стек протоколов TCP/IP был разработан как часть операционной системы UNIX и стал фактическим стандартом протоколов третьего и четвертого уровней модели OSI.

Telnet — протокол эмуляции терминала в стеке протоколов Internet, описанный в RFC 854. Позволяет пользователям одного компьютера подключаться к удаленному устройству и работать с ним как через обычный терминал.

threshold (пороговое значение) — граничное значение, связанное с каким-либо параметром или атрибутом устройства или системы. Достижение порогового значения служит переключателем (триггером) того или иного состояния, сигнала или события. Например, при достижении

порогового значения может быть передано сообщение администратору сети.

TIA (Telecommunications Industry Association) — ассоциация изготовителей средств связи. Добровольная организация, занимающаяся разработкой стандартов для интерфейсов физического уровня.

TMF (Международная некоммерческая организация TeleManagement Forum) — организация, которая объединяет более пятисот крупных компаний-операторов связи, производителей телекоммуникационного оборудования, консалтинговых компаний для выработки рекомендаций и стандартов в области телекоммуникаций.

token (маркер) — небольшой пакет (маркер или фрейм управления — supervisory frame), который последовательно передается от каждой станции к соседней. Станция, которая хочет получить доступ к среде передачи, должна ждать получения маркера и только после этого может начать передачу данных.

Token Ring network (сеть Token Ring — маркерное кольцо) — сеть с немодулированной узкополосной передачей (baseband network), использующая в качестве среды передачи специализированный экранированный кабель из скрученных медных пар (STP) или оптический кабель. Технология Token Ring была разработана компанией IBM, а потом стандартизована в спецификации IEEE 802.5.

Traceroute — утилита в составе операционных систем для тестирования и проверки маршрута передачи пакетов. Может называться Tracer, RIP, Tracerouter.

trap (ловушка, прерывание) — тревожное сообщение (alarm message), которое управляемое устройство посыпает управляющей станции при возникновении тревожных событий. Условия тревоги могут включать в себя ошибки устройств, программных продуктов, изменения состояний и превышение заданных пороговых значений.

trunk (транк) — устройство или канал, соединяющее два узла, каждый из которых является коммутационным центром. Обычно транк поддерживает несколько каналов одновременно.

twisted pair (витая пара) — кабель, состоящий из двух изолированных медных проводников, скрученных по всей длине. Такое скручивание позволяет избавиться от взаимного влияния пар без экранирования каждой пары. Кабели типа «витая пара» сегодня являются одной из основных физических сред передачи данных.

Type 1 cable (кабель типа 1) — экранированный кабель из двух витых пар (STP), используемый в сетях IBM.

U

UDP (User Datagram Protocol — протокол пользовательских дейтаграмм) — прозрачный протокол в группе протоколов Internet, определенный в RFC 768. Использует для доставки протокол IP. В отличие от TCP, UDP обеспечивает обмен дейтаграммами без установки соединения и подтверждения доставки.

ULP (Upper Level Protocol — протокол верхнего уровня) — любой протокол в многоуровневой

иерархии, использующей протокол IP или TCP, который лежит выше протокола IP или TCP. В число таких протоколов входят протоколы уровня представления и прикладного уровня.

UNIX — операционная система, разработанная Bell Labs.

Uptime (Время подъема системы) — результирующая метрика, совокупность времени для поиска ошибок, их диагностики, времени восстановления и запуска ИС в промышленном режиме.

utilization (уровень загрузки) — уровень загрузки коммуникационного канала. Процент от максимальной пропускной способности в единицу времени.

UTP (Unshielded Twisted Pair — неэкранированная витая пара) — общий термин, используемый для обозначения кабельных систем на основе неэкранированных скрученных попарно медных проводников.

V

VLAN (Virtual Local Area Network — виртуальная ЛВС) — группа станций, объединенных по логическим критериям. Виртуальные ЛВС организуются на базе коммутаторов и позволяют администратору менять логическую структуру сети без изменений кабельной системы.

VPN (Virtual Private Network — виртуальная частная сеть) — распределенная коммуникационная сеть, организованная на базе канала и сервиса общего пользования, с обеспечением возможностей функциональности и

безопасности сетей на базе выделенных каналов.

W

WAN (Wide-Area Network — распределенная сеть, глобальная сеть) — сеть, обеспечивающая передачу информации на значительные расстояния с использованием коммутируемых и выделенных линий или специальных каналов связи. WAN-сети обычно состоят из сетей, соединенных публичными или арендованными каналами.

wiring closet — центр (здание или помещение) где осуществляется распределение кабельной системы. Другие названия — communications closet, equipment room, telecommunications closet.

workgroup (рабочая группа) — группа терминалов и/или других устройств, организованных по местоположению или функциональным признакам (общая задача).

X

X.25 — рекомендации ITU, определяющие стандарты для коммуникационных протоколов доступа к

сетям с коммутацией пакетов (packet data networks — PDN).

XDR (eXternal Data Representation — внешнее представление данных) — стандарт для аппаратно-независимых структур данных, разработанных фирмой Sun Microsystems. Аналог ASN.1.

X/Open — группа производителей компьютеров, продвигающих разработку переносимых систем на основе UNIX. Эта организация публикует документы, называемые X/Open Portability Guide.

xDSL (Digital Subscriber Line — цифровая абонентская линия) — набор стандартов для технологии передачи данных по медным кабелям в цифровом виде. Объединяет различные технологии кодирования данных на ограниченных расстояниях последней мили. Терминируется (заканчивается передача согласно данным технологиям) на узле оператора связи.

Словарь составлен с использованием материалов компаний Nortel (Bay Networks) и BiLiM Systems Ltd. ч

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Введение | 3 |
| Глава 1. Администрирование информационной системы. | |
| Вводные положения | 8 |
| 1.1. Функции администратора системы. Состав служб администратора системы и их функции | 8 |
| 1.2. Требования к специалистам служб администрирования ИС | 11 |
| 1.3. Общие понятия об открытых и гетерогенных системах | 15 |
| 1.4. Стандарты работы ИС и стандартизирующие организации | 18 |
| Глава 2. Объекты администрирования и модели управления | 24 |
| 2.1. Объекты администрирования в информационных системах | 24 |
| 2.2. Модель сетевого управления ISO OSI | 26 |
| 2.3. Модель управления ISO FCAPS | 35 |
| 2.4. Модель управления ITIL | 40 |
| 2.5. Модель управления ITU TMN | 42 |
| 2.6. Модель управления eTOM | 52 |
| 2.7. Модель RPC | 57 |
| Глава 3. Администрирование кабельных систем | 61 |
| 3.1. Понятие о средах передачи данных | 61 |
| 3.2. Кабельные системы передачи данных | 62 |
| 3.3. Организация кабельных систем зданий и кампусов | 70 |
| 3.4. Стандарты и задачи администрирования | 74 |
| 3.5. Примеры систем администрирования кабельных систем | 76 |
| 3.5.1. Пример инструкции по установке компонентов кабельной системы в стойку | 76 |
| 3.5.2. Пример реализации системы управления кабельной системой | 81 |
| Глава 4. Администрирование сетевых систем | 86 |
| 4.1. Вопросы внедрения мостов и коммутаторов Управление коммутаторами | 86 |
| 4.1.1. Хабы, мосты, коммутаторы, шлюзы | 86 |
| 4.1.2. Задача проектирования сети | 102 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2. Вопросы внедрения маршрутизаторов. Протоколы маршрутизации | 105 |
| 4.2.1. Маршрутизаторы, протоколы маршрутизации | 105 |
| 4.2.2. Конфигурирование протокола маршрутизации | 114 |
| 4.3. Системы сетевого администрирования и сопровождения | 120 |
| 4.4. Планирование и развитие | 120 |
| Глава 5. Средства администрирования операционных систем. | |
| Администрирование файловых систем | 123 |
| 5.1. Параметры ядра операционной системы. Инсталляция операционной системы | 125 |
| 5.2. Подсистема ввода-вывода (дисковая подсистема) и способы организации дискового пространства. | 129 |
| 5.3. Подготовка дисковой подсистемы для ее использования ОС | 135 |
| 5.4. Технология RAID. | 139 |
| 5.5. Вопросы администрирования файловых систем | 145 |
| 5.6. Протоколы передачи файлов и файловые системы Интернет. FTP, SUN NFS и IS FTAM | 146 |
| Глава 6. Администрирование баз данных. Средства СУБД | 150 |
| 6.1. Администрирование баз данных и администрирование данных | 150 |
| 6.2. Инсталляция СУБД. Параметры ядра СУБД и параметры ввода-вывода | 152 |
| 6.2.1. Инсталляция СУБД | 152 |
| 6.2.2. Основные параметры запуска ядра СУБД | 153 |
| 6.2.3. Основные параметры операций ввода-выводана жесткий диск | 156 |
| 6.2.4. Основные параметры буферного пула | 157 |
| 6.3. Средства мониторинга и сбора статистики | 158 |
| 6.3.1. Мониторинг СУБД. Средства мониторинга | 158 |
| 6.3.2. Сбор статистики | 160 |
| 6.4. Средства защиты от несанкционированного доступа | 161 |
| 6.5. Способы восстановления и реорганизации | 164 |
| 6.5.1. Способы реорганизации БД | 164 |
| 6.5.2. Восстановление БД | 165 |
| Глава 7. Подключение ИС к узлу оператора связи | 169 |
| 7.1. Организация последней мили на базе медных кабелей («старой меди») | 171 |
| 7.1.1. Технология ISDN | 171 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.1.2. Технология xDSL (Digital Subscriber Line) | 173 |
| 7.2. Организация последней мили с использованием неограниченных сред. | 177 |
| 7.3. Действия администратора системы по подключению к узлу оператора связи | 180 |
| 7.3.1. Классы IP-адресов (версия IP v.4) | 182 |
| 7.3.2. Маски подсетей. | 184 |
| 7.3.3. Технология NAT | 192 |
| Глава 8. Администрирование процесса поиска и диагностики ошибок | 198 |
| 8.1. Задачи функциональной группы F. Двенадцать задач управления при обнаружении ошибки | 199 |
| 8.2. Базовая модель поиска ошибок | 201 |
| 8.3. Стратегии определения ошибок. | 204 |
| 8.4. Средства администратора системы по сбору и поиску ошибок | 207 |
| 8.5. Метрики работы информационной системы | 209 |
| 8.6. Диагностика ошибок Ethernet | 210 |
| 8.7. Диагностика ошибок в среде протоколов TCP/IP | 214 |
| 8.8. Предупреждение ошибок в среде протоколов TCP/IP | 217 |
| 8.9. Решения проблем в среде протоколов TCP/IP | 219 |
| 8.9.1. Проблемы установления соединения | 219 |
| 8.9.2. Проблемы конфигурации IP, дублирующего IP-адреса и некорректной маской подсети | 220 |
| 8.9.3. Некорректные маршруты по умолчанию и DNS сервера | 221 |
| 8.9.4. Физические проблемы. Проблемы DNS | 223 |
| 8.9.5. Проблемы маршрутизации и конфигурации сервера | 224 |
| 8.9.6. Проблемы безопасности доступа | 226 |
| 8.9.7. Периодический отказ соединения | 227 |
| 8.9.8. Низкая производительность сети | 228 |
| 8.9.9. Медленные хосты | 231 |
| Глава 9. Администрирование процесса конфигурации | 237 |
| 9.1. Необходимость администрирования процесса конфигурации. Последовательность процесса конфигурации | 237 |
| 9.2. Задачи и проблемы конфигурации | 239 |
| 9.3. Оценка эффективности конфигурации ИС с точки зрения бизнеса. | 242 |
| 9.3.1. Метрики систем | 242 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.3.2. Защита от несанкционированного доступа | 243 |
| 9.4. Технологии конфигурации и практические рекомендации. | 244 |
| Глава 10. Администрирование процесса учета и обеспечения информационной безопасности. | 250 |
| 10.1. Задачи учета | 250 |
| 10.2. Защита от угроз безопасности | 251 |
| 10.2.1. Виды угроз безопасности | 254 |
| 10.2.2. Средства, мероприятия и нормы обеспечения безопасности | 256 |
| 10.2.3. Обычные меры организационной защиты для борьбы с преднамеренными угрозами | 258 |
| 10.3. Пример реализации защиты от НСД для системы поддержки банкоматов. | 259 |
| 10.3.1. Аппаратные средства защиты. | 260 |
| 10.3.2. Программные ограничения, препятствующие мошенничествам | 262 |
| 10.3.3. Организационные мероприятия по обеспечению безопасности | 263 |
| 10.4. Пример реализации средств безопасности сетевой подсистемы ИС. | 264 |
| 10.4.1. Политика безопасности магистрального уровня | 266 |
| 10.4.2. Политика безопасности уровня распределения | 266 |
| 10.4.3. Политика безопасности на уровне доступа . | 268 |
| 10.5. Обеспечение безопасности при удаленном доступе к сети предприятия | 272 |
| 10.5.1. Типы виртуальных частных сетей | 273 |
| 10.5.2. Технология IPSec | 276 |
| Глава 11. Администрирование процесса контроля производительности системы | 287 |
| 11.1. Понятие производительности информационной системы. Основные этапы управления производительностью | 287 |
| 11.2. Метрики производительности ИС | 293 |
| 11.2.1. Метрики сетевой подсистемы ИС. | 293 |
| 11.2.2. Производительность файл-серверов. | 297 |
| 11.3. Бизнес-метрики производительности. | 298 |
| 11.4. Технические и бизнес-метрики в современных сетевых технологиях | 302 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 11.5. Дополнительный инструментарий администратора системы для измерения производительности ИС | 305 |
| 11.6. Практические рекомендации службам администратора системы по контролю производительности ИС | 306 |
| Глава 12. Протоколы, используемые для программирования систем администрирования. Системы администрирования, сопровождения и поддержки | 309 |
| 12.1. Протоколы, используемые для программирования систем администрирования | 310 |
| 12.1.1. Протокол ISO CMIP и услуги CMIS (модель OSI) | 310 |
| 12.1.2. Протокол SNMP (модель ONC) | 314 |
| 12.1.3. Протокол RMON | 325 |
| 12.1.4. Протокол NetFlow | 329 |
| 12.2. Информационные системы администрирования и системы сетевого администрирования (NMS) | 333 |
| 12.2.1. Пример функций модулей системы администрирования HP OpenView | 335 |
| 12.2.2. Пример использования системы сетевого администрирования NetQos | 339 |
| 12.3. Системы оперативного сопровождения и поддержки — OSS | 349 |
| Глава 13. Эксплуатация и сопровождение информационных систем | 356 |
| Заключение | 364 |
| Литература | 367 |
| Приложение. Краткий словарь сокращений и терминов | 370 |

Вышли в свет и имеются в продаже:

Консалтинг: от бизнес-стратегии к корпоративной информационно-управляющей системе. Учебное пособие для вузов / Г. Н. Калянов. – 2-е изд., дополн. – М.: Горячая линия–Телеком, 2011. – 208 с.: ил., ISBN 978-5-9912-0174-2.

Систематизирована информация о подходах, методах и методиках управленческого консалтинга. Рассмотрены основные этапы создания информационно-управляющей системы уровня предприятия под лозунгом «решение проблем бизнеса посредством информационных технологий» и связанные с целевой задачей ключевые вопросы бизнес-консалтинга и ИТ-консалтинга. Даны основные определения, описание видов услуг, идентификация этапов консалтингового проекта, перечень требований к профессиональным консультантам; развернута система положений и принципов деятельности предприятия, касающихся его основополагающих содержательных и формальных аспектов (миссия, стратегия, философия, бизнес-план, бизнес-модель), ИТ-стратегия; рассмотрены вопросы управления персоналом, управления качеством и управления проектами; проблематика перехода предприятия от функциональной к процессной структуре – подходы к реорганизации бизнес-процессов, методы их анализа. Приведены рекомендации по формированию организационно-штатной структуры и оптимизации документооборота; затронуты вопросы организации управленческой службы поддержки развития бизнеса и информационных технологий.

Для студентов, обучающихся по специальности 080801 – «Прикладная информатика (по областям)» и другим экономическим специальностям и специалистов в области управления предприятиями, консалтинга, системного анализа, разработки и внедрения информационных систем.

Технология проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. Учебное пособие для вузов / И. Д. Рудинский. – М.: Горячая линия–Телеком, 2011. – 304 с.: ил., ISBN 978-5-9912-0148-3.

Рассмотрены вопросы организации и осуществления процесса проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления. Изложены современные подходы к выполнению конкретных фаз, стадий и этапов

проектной деятельности. Особое внимание уделяется технологическим аспектам проектирования автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИ и У). Значительное место занимает описание взаимодействия заказчика и разработчика, методики документирования проектных решений и порядка внедрения автоматизированной системы. В приложении приводится перечень действующих нормативно-технических материалов и методические указания по курсовому проектированию по дисциплине «Проектирование АСОИ и У».

Для студентов вузов, обучающихся по направлению 230100 – «Информатика и вычислительная техника», может быть полезна специалистам.

Управление развитием информационных систем. Учебное пособие для вузов / Р. Б. Васильев, Г. Н. Калянов, Г. А. Лёвочкина. Под редакцией Г. Н. Калянова. – М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 376 с.: ил., ISBN 978-5-9912-0065-3.

Рассмотрены методологическая база и современные подходы и методы управления развитием информационных систем, обеспечивающие целостный, процессно-ориентированный подход к принятию управленческих решений, направленных на повышение эффективности владения и развития информационных систем для достижения бизнес-целей предприятий и создания новых конкурентных преимуществ. Приведены практические сведения в области разработки стратегии развития информационных систем; организации ИТ-службы и управлении ее деятельностью; организации взаимодействия с вендорами и партнерами; руководстве проектами в области ИТ-консалтинга; организации перехода к аутсорсингу. В основе книги лежат авторские курсы лекций, включенных в учебные программы кафедры стратегического управления информационными системами факультета «Бизнес-информатика» ГУ-ВШЭ, а так же практический опыт выполнения соответствующих проектов для крупнейших предприятий и учреждений России.

Для студентов вузов, обучающихся по специальности 080801 – «Прикладная информатика (по областям)», будет полезна специалистам в области управления информационными системами и реинжиниринга бизнес-процессов, системным аналитикам, бизнес-аналитикам и консультантам по информационным технологиям.

Справки по телефону: (495) 737-39-27, WWW.TECHBOOK.RU