

**В.П. КОРЯЧКО  
Д.А. ПЕРЕПЕЛКИН**

**КОРПОРАТИВНЫЕ СЕТИ:  
ТЕХНОЛОГИИ, ПРОТОКОЛЫ, АЛГОРИТМЫ**

**Москва  
Горячая линия-Телеком  
2011**

УДК 681.324  
ББК 33.15  
К15

Рецензенты: зав. кафедрой «Системы автоматизированного проектирования» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, доктор техн. наук, профессор *И.П. Норенков*; доктор техн. наук, профессор Московского государственного института электроники и математики (ТУ) *Е.А. Саксонов*

**Корячко В. П., Перепелкин Д. А.**

**К15** Корпоративные сети: технологии, протоколы, алгоритмы. – М.: Горячая линия–Телеком, 2011. – 216 с: ил.

**ISBN 978-5-9912-0202-2.**

Анализируются технологии и особенности проектирования корпоративных сетей, рассматриваются типовые алгоритмы маршрутизации. Особое внимание уделено перспективным решениям, способствующим ускорению маршрутизации в корпоративных сетях и адаптации к динамическим изменениям в их структуре.

Для специалистов в области разработки и внедрения информационных систем, администраторов корпоративных сетей, будет полезна студентам и аспирантам инфокоммуникационных и информационных специальностей.

**ББК 33.15**

*Адрес издательства в Интернет [www.techbook.ru](http://www.techbook.ru)*

Научное издание

**Корячко Вячеслав Петрович,**

**Перепелкин Дмитрий Александрович**

**Корпоративные сети: технологии, протоколы, алгоритмы**

*Монография*

Подписано в печать 25.06.2011. Формат 60×90/16. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 23. Тираж 500 экз. Изд. № 11202.

ООО «Научно-техническое издательство «Горячая линия – Телеком»

ISBN 978-5-9912-0202-2

© В. П. Корячко, Д. А. Перепелкин, 2011

© Издательство «Горячая линия–Телеком», 2011

## Введение

Важнейшим условием повышения конкурентоспособности российских предприятий является внедрение современных информационных технологий (ИТ). Для повышения качества продукции и услуг на предприятиях активно внедряются корпоративные информационные системы. Важнейшим звеном в ИТ - инфраструктуре предприятия составляют корпоративные сети, предназначенные для обеспечения взаимодействия различных приложений информационных систем.

Необходимость обеспечения качественного обслуживания современного трафика, передаваемого через IP-сети, обуславливает высокие требования к эффективности передачи пакетов данных от отправителя к получателю. Загрузка и пропускная способность линий связи корпоративной сети динамически меняются, что в свою очередь, может приводить к частой рассылке служебной информации об изменении маршрутов. Задача маршрутизации в сетях решается при условии, что кратчайший маршрут, обеспечивающий передачу пакета за минимальное время, зависит от топологии сети, пропускной способности и нагрузки на линии связи. Топология сети изменяется в результате отказов узлов и линий связи и отчасти при развитии телекоммуникационной системы (подключение новых узлов и линий связи). Пропускная способность каналов связи определяется типом передающей среды и зависит от уровня шумов и параметров аппаратуры. Наиболее динамическим фактором является нагрузка на линии связи, изменяющаяся довольно быстро и в трудно прогнозируемом направлении.

Для выбора оптимального маршрута каждый узел связи должен располагать информацией о состоянии телекоммуникационной системы в целом – всех остальных узлов и линий связи. Данные о текущей топологии сети и пропускной способности линий связи предоставляются узлам без затруднений. Однако нет способа для точного предсказания состояния

нагрузки в сети. Поэтому при решении задачи маршрутизации могут использоваться данные о состоянии нагрузки, запаздывающие (из-за конечной скорости передачи информации) по отношению к моменту принятия решения о направлении передачи пакетов. Следовательно, во всех случаях алгоритмы маршрутизации выполняются в условиях неопределенности текущего и будущего состояния телекоммуникационной системы.

Комплексное решение вышеперечисленных задач представляет собой сложную научную проблему, связанную с разработкой научно-обоснованных методов и алгоритмов в условии динамических изменений в структуре и нагрузках на линиях связи корпоративных сетей, обеспечивающих поддержку заданного качества обслуживания, администрирования и адаптивного управления.

Применение новых перспективных технологий для решения задачи маршрутизации корпоративных сетей позволяет повысить эффективность функционирования сети и уменьшить затраты на ее обслуживание.

В монографии дается определение корпоративных сетей, анализируются технологии и особенности проектирования сетей, рассматриваются типовые алгоритмы маршрутизации. Особое внимание уделено перспективным решениям, способствующим ускорению маршрутизации в корпоративных сетях и адаптации к динамическим изменениям в ее структуре.

Монография предназначена для сетевых специалистов, для администраторов корпоративных сетей. Также она может быть полезна студентам и аспирантам соответствующих специальностей.

## Глава 1. Корпоративные сети

### 1.1. Определение корпоративной сети

*Корпоративная сеть* – совокупность связанных между собой локальных сетей, охватывающих территорию, на которой размещено одно предприятие или учреждение в одном или нескольких близко расположенных зданиях.

Однако, корпоративная сеть, как правило, является территориально распределенной, т.е. объединяющей офисы, подразделения и другие структуры, находящиеся на значительном удалении друг от друга. Принципы, по которым строится корпоративная сеть, достаточно сильно отличаются от тех, что используются при создании локальной сети. Это ограничение является принципиальным, и при проектировании корпоративной сети следует предпринимать все меры для минимизации объемов передаваемых данных. В остальном же, корпоративная сеть не должна вносить ограничений на то, какие именно приложения и каким образом обрабатывают переносимую по ней информацию. В настоящее время выбор структуры корпоративной сети осуществляется эмпирическим путем. Как правило, это делают специалисты, основываясь на собственном опыте. Таким образом, процесс выбора структуры корпоративной сети зависит от конкретного человека (или компании). На начальном этапе, когда число корпоративных сетей было невелико, такой метод выбора структуры сети был приемлем. Стремительный прогресс вычислительных и телекоммуникационных средств привел к резкому увеличению спроса на корпоративные сети. Отсутствие общедоступных методик и алгоритмов выбора структур корпоративных сетей заметно тормозит их развитие. Требуется системный подход к данной проблеме. Наличие эффективных общедоступных методик позволило бы в значительной степени сократить временные и стоимостные затраты на проектирование сети, сделать доступным решение этой сложной задачи более широкому кругу спе-

циалистов, что несомненно приведет к качественному скачку в развитии корпоративных сетей.

### **1.2. Особенности проектирования корпоративных сетей**

Основная цель проектирования корпоративных сетей состоит в том, чтобы на основании характеристик корпоративных информационных потоков предприятия, параметров потребителей и производителей информации определить состав аппаратно-программных средств, структуру и организацию корпоративной сети, которые выполняли бы основные требования к качеству информационных услуг, предоставляемых сетью, при заданных ограничениях на затраты при ее проектировании, внедрении и обслуживании [22]. Сетевые интеграторы и сетевые администраторы стремятся обеспечить выполнение следующих требований при проектировании корпоративной сети [13]:

- расширяемость: возможность простой интеграции отдельных компонентов сети (пользователей, компьютеров, приложений, служб);
- масштабируемость: возможность увеличения количества узлов и протяженности связей, а также производительности сетевого оборудования и узлов;
- производительность: обеспечение требуемых значений параметров производительности (время реакции, скорость передачи данных, задержка передачи и вариация задержки передачи) сетевых узлов и каналов связи;
- управляемость: обеспечение возможностей централизованного управления, мониторинга состояния сети и планирования развития сети;
- надежность: обеспечение безотказной работы узлов сети и каналов связи, сохранности, согласованности и доставки данных без искажений узлу назначения;
- безопасность: обеспечение защиты данных от несанкционированного доступа.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
<b>ГЛАВА 1.</b> Корпоративные сети .....	5
1.1. Определение корпоративной сети .....	5
1.2. Особенности проектирования корпоративных сетей .....	6
1.3. Технологии корпоративных сетей .....	9
1.4. Технология IP .....	10
1.5. Сравнение технологий ATM и IP .....	14
1.6. Параметры качества корпоративной сети .....	16
1.6.1. Классы качества обслуживания (QoS) .....	17
1.6.2. Классификация сетевых механизмов QoS .....	23
1.7. Показатели функционирования корпоративных сетей .....	24
<b>ГЛАВА 2.</b> Основные принципы маршрутизации в корпоративных сетях .....	30
2.1. Цели и задачи маршрутизации .....	30
2.2. Методы маршрутизации .....	32
2.3. Классификация методов маршрутизации .....	34
2.4. Протоколы маршрутизации .....	46
2.5. Критерии выбора оптимального маршрута передачи данных в корпоративных сетях .....	54
2.6. Устройство маршрутизатора .....	64
<b>ГЛАВА 3.</b> Математические модели процессов маршрутизации .....	74
3.1. Основные понятия и определения .....	74
3.2. Методы аналитического, имитационного и натурного моделирования .....	76
3.3. Методы математического моделирования .....	78
<b>ГЛАВА 4.</b> Алгоритмы маршрутизации в корпоративных сетях .....	86
4.1. Поиск в ширину .....	86
4.2. Алгоритм Дейкстры .....	90

4.3. Алгоритм Беллмана-Форда.....	97
4.4. Алгоритм нахождения k-кратчайших путей (Алгоритм Йена) .....	101
4.5. Алгоритм парных переходов .....	106
4.6. Алгоритм адаптивной ускоренной маршрутизации при динамическом добавлении элементов корпоративной сети... ..	121
4.7. Алгоритм адаптивной ускоренной маршрутизации при динамическом отказе элементов корпоративной сети .....	133
4.8. Алгоритм парных перестановок маршрутов... ..	144
<b>ГЛАВА 5. Системы моделирования корпоративных сетей ....</b>	<b>158</b>
5.1. Введение.....	158
5.2. Специализированные системы имитационного моделирования корпоративных сетей.....	162
5.2.1. NetMaker XA.....	167
5.2.2. COMNET компании CACI Products.....	168
5.2.2.1. Пакет COMNETBaseliner .....	169
5.2.2.2. Пакет COMNETIII .....	170
5.2.2.3. Пакет COMNETPredictor.....	177
5.2.3. SES/Strategizer.....	179
5.2.4. Сравнительная характеристика NetMaker, COMNETPredictor SES/Strategizer .....	180
5.2.5. ns2/VINT .....	183
5.2.6. Netsimulator.....	185
5.2.7. Opnet .....	186
5.2.8. NET-Simulator.....	188
5.2.9. Менее распространенные СИМ.....	191
5.2.10. Сравнительный анализ СИМ .....	192
<b>ГЛАВА 6. Программное обеспечение моделирования алгоритмов маршрутизации КС.....</b>	<b>199</b>
6.1. Практическая реализация.....	201
Заключение .....	213
Список литературы.....	215