

А. В. Благодаров  
А. Н. Пылькин  
Д. М. Скуднев  
А. П. Шибанов

**Моделирование и синтез  
оптимальной структуры сети**

# **Ethernet**

Москва  
Горячая линия - Телеком  
2011

УДК 658.5.012.  
ББК 007:519.876  
М74

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор *В. А. Антипов*, доктор техн. наук, профессор *Е. А. Саксонов*

Авторы: А. В. Благодаров, А. Н. Пылькин, Д. М. Скуднєв, А. П. Шибанов

**М74 Моделирование** и синтез оптимальной структуры сети Ethernet. – М.: Горячая линия–Телеком, 2011. – 112 с.: ил.

**ISBN 978-5-9912-0184-1.**

Рассмотрены вопросы автоматизации проектирования локальных сетей Ethernet. Предложено решение задачи имитационного моделирования работы сети Ethernet с заданной структурой с целью выявления ее производительности. Рассмотрена проблема синтеза оптимальной по стоимости структуры сети Ethernet и ее решение с помощью генетических алгоритмов.

Для специалистов в области проектирования компьютерных сетей, будет полезна студентам и аспирантам технических вузов.

ББК 007:519.876

*Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU*

Научное издание

**Благодаров** Андрей Витальевич, **Пылькин** Александр Николаевич  
**Скуднєв** Дмитрий Михайлович, **Шибанов** Александр Петрович

**Моделирование и синтез оптимальной структуры сети Ethernet**

*Монография*

Компьютерная верстка И. А. Благодаровой  
Обложка художника В. Г. Ситникова

Подписано в печать 18.02.2011. Печать офсетная. Формат 60×88/16. Уч. изд. л. 7. Тираж 500 экз.

ISBN 978-5-9912-0184-1

© А. В. Благодаров, А. Н. Пылькин,  
Д. М. Скуднєв, А. П. Шибанов, 2011  
© Издательство «Горячая линия–Телеком», 2011

## Введение

В настоящее время локальные вычислительные сети (ЛВС) нашли широкое применение в различных сферах деятельности человека. В процессе развития ЛВС происходила стандартизация технологии объединения компьютеров в сеть – Ethernet, FDDI, Token Ring, и др. Наибольшее распространение получила сеть Ethernet, архитектура которой определяется стандартом IEEE 802.3 и базируется на протоколе функционирования общей среды передачи CSMA/CD.

Проблемами анализа и параметрической оптимизации ЛВС Ethernet занимались многие отечественные и зарубежные ученые, например, Коган Я.А., Майоров С.А., Вишневский В.М., Марьянович Т.П., Ляхов В.А., Родионов А.С., Бертсекас Д., Клейн Дж., Войтер А.П., Эд Уилсон, и др. Эти вопросы достаточно хорошо проработаны. В настоящее время, как в России, так и за рубежом, практически единственным подходом к решению задачи выбора топологии ЛВС является опыт инженеров по системной интеграции. Так как ЛВС являются весьма сложными системами, это часто приводит к принятиям неоптимальных решений при их проектировании. Единственный способ избежать указанных трудностей – принимать решения с использованием средств автоматизированного проектирования.

Аналитические методы оперируют с относительно простыми моделями. В них сложно учесть специфические требования пользователей, а для разработки нового математического аппарата требуется значительное время и высокая квалификация разработчиков модели. При использовании имитационных методов можно построить весьма подробную модель. Но проведение имитационных экспериментов требует значительных затрат машинного времени, особенно с тех случаях, когда необходимо исследовать поверхности отклика для нахождения наилучшего решения. Как аналитическое, так и имитационное моделирование при решении проектных задач дают возможность оценить основные показатели качества сети, в частности, найти так называемые «узкие места», т.е. точки, в которых могут возникнуть перегрузки или отказы сети.

В последнее время появились работы по синтезу и структурной оптимизации компьютерных сетей на основе генетических algo-

ритмов, в частности Кузнецова И.В., Трекина А.Г., Бугрова Д.А., Аль-Шрайдеха Х. С., Адиль О., Мальчерека М. Получен ряд частных результатов, но в целом задача структурной оптимизации ЛВС Ethernet является нерешенной. Существенной характеристикой любой программы анализа или синтеза ЛВС Ethernet является ее функциональная полнота. То же самое можно отнести и системам структурной оптимизации таких сетей. Важна не только непосредственно сама топология сети, но и то, в какой мере она отвечает потребностям либо проектировщика сети, либо сетевого администратора. Другими словами, в процессе оптимизации (нахождения наилучшей структуры) постоянно должно проверяться выполнение показателей качества сети. Это – любые заданные системным администратором параметры и характеристики, такие как время реакции на запросы системных программ или пользователей, особенности протокола – полнодуплексный или полудуплексный, задержки при передаче пакетов и их вариации, достоверность передачи информации, процент потерь пакетов, влияние коллизий на характеристики сети, а также параметры, накладывающие ограничения на время восстановления и реконфигурации ЛВС Ethernet.

Поэтому проблема создания новых систем синтеза оптимальной структуры ЛВС Ethernet с учетом возможности настройки такой системы на конкретную спецификацию (набор контролируемых параметров и характеристик) системного администратора является весьма актуальной.

Исследования, результаты которых приведены в книге, проводились при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в форме гранта, шифр 07-07-00146-а.

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>3</b>
<b>Глава 1. Локальные вычислительные сети и методы их исследования .....</b>	<b>5</b>
1.1. Обзор литературы.....	5
1.2. Технология и архитектура сетей Ethernet .....	8
1.3. Показатели эффективности глобальных вычислительных систем.....	11
1.4. Аналитические методы исследования характеристик сети Ethernet .....	15
1.5. Имитационное моделирование сети Ethernet.....	21
1.6. Основные выводы.....	22
<b>Глава 2. Модели составных частей локальных вычислительных систем.....</b>	<b>24</b>
2.1. Область применения технологии Ethernet и модели трафика сети .....	24
2.2. Локальная вычислительная сеть РГРТУ .....	26
2.3. Локальная вычислительная сеть ЛГПУ.....	30
2.4. Снятие характеристик сетей РГРТУ и ЛГПУ .....	35
2.5. Основные компоненты локальной сети Ethernet .....	37
2.6. Формальное описание сети Ethernet в рамках агрегативного подхода .....	42
2.7. Основные результаты.....	45
<b>Глава 3. Компоненты локальной сети Ethernet .....</b>	<b>46</b>
3.1. Понятие «блок».....	46
3.2. Блок модели сетевого адаптера.....	48
3.3. Блок модели повторителя .....	51
3.4. Канал связи .....	53
3.5. Блок модели коммутатора .....	53
3.6. Взаимосвязь блоков модели .....	57
3.7. Основные результаты.....	62

<b>Глава 4. Оптимизация структуры сети Ethernet по критериям пропускной способности и полной стоимости.....</b>	<b>63</b>
4.1. Использование генетических алгоритмов для синтеза сети.....	63
4.2. Общая структура генетического алгоритма.....	72
4.3. Структура хромосомы и алгоритм формирования начального множества жизнеспособных хромосом.....	75
4.4. Формирование кроссовера.....	82
4.5. Фитнесс-функция.....	83
4.5.1. Фитнесс-функция оптимизации локальной сети Ethernet по стоимости.....	83
4.5.2. Фитнесс-функция оптимизации по нагруженности коммутационных узлов и сегментов сети .....	89
4.6. Методика оптимизации структурированной кабельной системы Ethernet.....	95
4.7. Определение оптимальной структуры сети Fast Ethernet с одним коммутатором .....	100
4.8. Основные результаты.....	104
<b>Заключение .....</b>	<b>105</b>
<b>Список использованных источников.....</b>	<b>106</b>