

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

**А.И. Русаков  
Ю.А. Зеленков**

# **Принципы организации современных широкополосных сетей интегрированных услуг**

*Учебное пособие*

*Рекомендовано  
Научно-методическим советом университета  
для студентов направления подготовки  
Прикладная математика и информатика*

Ярославль 2006

УДК 621.394/.396

ББК 388я73

Р 88

*Рекомендовано*

*Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2006 года*

Р 88

**Русаков, А.И.** Принципы организации современных широкополосных сетей интегрированных услуг : учеб. пособие / А.И. Русаков, Ю.А. Зеленков ; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2006. – 135 с.

ISBN 5-8397-0413-X

В пособии рассматриваются существующие на данный момент основные способы организации широкополосных сетей с интеграцией услуг, а также такие перспективные технологии, как протокол IPv6 и IP – телефония.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 510200 "Прикладная математика и информатика" (дисциплина "Современные компьютерные технологии", блок ОПД), очной формы обучения.

Табл. 16. Рис. 22. Библиогр.: 172 назв.

УДК 621.394/.396

ББК 388я73

ISBN 5-8397-0413-X

© Ярославский  
государственный  
университет, 2006

© А.И. Русаков,  
Ю.А. Зеленков, 2006

## Оглавление

<b>1. ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
1.1. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО РЫНКА .....	5
1.2. ИНФРАСТРУКТУРА. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ .....	8
1.2.1. <i>Международные и междугородные каналы .....</i>	<i>8</i>
1.2.2. <i>Архитектура транспортных сетей.....</i>	<i>14</i>
1.2.3. <i>Городские опорные сети и сети доступа.....</i>	<i>18</i>
Кабельные сети доступа.....	22
Сети доступа на основе DSL.....	24
Волоконно-оптические сети доступа.....	26
Архитектура городских сетей и сетей доступа.....	28
1.3. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРИЛОЖЕНИЙ И УСЛУГ.....	31
1.4. ЛИТЕРАТУРА .....	35
<b>2. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ     ШИРОКОПОЛОСНЫХ СЕТЕЙ     ИНТЕГРИРОВАННЫХ УСЛУГ .....</b>	<b>40</b>
2.1. МОДЕЛИ ВОЗМОЖНЫХ ИНФРАСТРУКТУР СЕТЕЙ ДОСТУПА .....	44
2.1.1. <i>Предоставление доступа поверх существующей         инфраструктуры .....</i>	<i>44</i>
2.1.2. <i>Применение технологии xDSL с использованием         существующих медных пар.....</i>	<i>45</i>
2.1.3. <i>Предоставление сервиса поверх волоконно-оптических сетей         с использованием широкополосных         интегрированных технологий .....</i>	<i>45</i>
2.1.4. <i>Гибридная оптоволоконно-медная технология.....</i>	<i>46</i>
Особенности устройств передачи данных HFC.....	46
2.1.5. <i>Использование радиошлейфа (RITL).....</i>	<i>47</i>
2.1.6. <i>Доступ с использованием спутниковых технологий .....</i>	<i>47</i>
2.2. СЕТИ КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ.....	47
2.2.1. <i>Стандартизация сетей кабельного телевидения.....</i>	<i>50</i>
2.2.2. <i>Особенности архитектуры сетей кабельного телевидения ....</i>	<i>52</i>
2.3. СЕТИ НА ОСНОВЕ АБОНЕНТСКОЙ ЛИНИИ – xDSL .....	53
2.3.1. <i>Виды xDSL технологий.....</i>	<i>55</i>
2.3.2. <i>Технические принципы ADSL.....</i>	<i>56</i>
2.3.3. <i>Стандарты в ADSL .....</i>	<i>59</i>
2.3.4. <i>Адаптация ATM к ADSL .....</i>	<i>60</i>
2.4. ОПТОВОЛОКОННЫЕ СЕТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ATM .....	63
2.4.1. <i>Краткая характеристика ATM .....</i>	<i>63</i>
2.4.2. <i>Некоторые экономические аспекты ATM сервиса .....</i>	<i>65</i>

2.5. БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	69
2.5.1. Особенности архитектуры беспроводных сетей доступа .....	72
Кольцевая топология .....	74
2.5.2. Спектр оказываемых услуг .....	75
2.6. ПЕРСПЕКТИВЫ НАИБОЛЕЕ ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЮЩИХСЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОСТУПА .....	76
2.6.1. Один из возможных вариантов плана выделения каналов при мультиматной DWDM-HFC сети .....	78
2.6.2. Недостатки дешевых высокоскоростных технологий доступа – DSL и кабельных модемов.....	79
2.7. ПРИМЕР УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СЕТЕЙ ДОСТУПА .....	80
2.8. ЛИТЕРАТУРА .....	81
<b>3. IPV6. НЕОБХОДИМОСТЬ И МЕТОДИКА ПЕРЕХОДА.....</b>	<b>83</b>
3.1. ИСТОРИЯ ВОПРОСА.....	83
3.1.1. История возникновения и развития протокола IPv6 и мотивация его разработки.....	83
3.2. ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ДЕЛ В ОБЛАСТИ ВНЕДРЕНИЯ ПРОТОКОЛА IPV6 ...	87
3.2.1. Основные этапы перехода от IPv4 к IPv6 и их временные рамки .....	87
3.2.2. Опыт практического использования протокола IPv6.....	89
3.3. СПЕЦИФИКАЦИИ ПРОТОКОЛА IPV6.....	92
3.3.1. Архитектура адресации в IPv6 .....	92
3.3.2. Структура пакета IPv6.....	96
3.3.3. Особенности маршрутизации IPv6 .....	99
3.3.4. Механизмы автоконфигурации хостов IPv6 .....	102
3.3.5. Механизмы обеспечения «качества обслуживания» (QoS).....	103
3.3.6. Механизмы защиты информации и обеспечения сетевой безопасности.....	103
3.4. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СОПРЯЖЕНИЯ УЧАСТКОВ СЕТЕЙ IPV4 И IPV6 ВО ВРЕМЯ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА .....	104
3.5. ЛИТЕРАТУРА .....	108
<b>4. НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....</b>	<b>111</b>
4.1. РАЗВИТИЕ НОВЕЙШИХ ИНТЕРНЕТ-ПРИЛОЖЕНИЙ.....	113
4.1.1. РАЗВИТИЕ IP-ТЕЛЕФОНИИ .....	113
4.1.2. Session Initiation Protocol (SIP) .....	115
4.1.3. Передача видеоизображения через Интернет .....	118
4.2. ИНТЕРНЕТ КАК ЕДИНАЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННАЯ СРЕДА .....	120
4.2.1. Мультиплексирование по длине волны (Wavelength division multiplexing) .....	121
4.2.2. Dynamic Packet Transport Protocol .....	126
Реализации прототипов новой транспортной среды.....	130
4.3. ЛИТЕРАТУРА .....	134

# 1. Введение

## ***1.1. Особенности современного телекоммуникационного рынка***

Телекоммуникационная отрасль является одним из наиболее динамичных и перспективных сегментов глобального рынка и большинства национальных рынков. В качестве ее основных составляющих могут быть выделены: телекоммуникационные инфраструктуры (сети), телекоммуникационное оборудование и услуги (рис. 1). При этом сети играют ключевую роль, выступая и в качестве технической базы для предоставления телекоммуникационных услуг конечным пользователям, и в качестве основного потребителя телекоммуникационного оборудования [1].



Рис. 1 Структура телекоммуникационного рынка  
(традиционная модель)