

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА**

Факультет СС, СК и ВТ

Дипломная работа

на тему

**Разработка электронного учебного курса
«Назначение и примеры использования интегрированного
устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1
в компьютерных сетях»**

Дипломник

Бочелюк Т.В.

Руководитель работы

Доронин Е. М.

Санкт-Петербург

2008 г.

РЕФЕРАТ

Тема дипломной работы: Разработка электронного учебного курса «Назначение и примеры использования интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 в компьютерных сетях»

Пояснительная записка содержит:

112 листов;

41 рисунок;

9 таблиц;

1 приложение;

15 используемых источников.

Перечень ключевых слов: электронный учебный курс, дистанционное обучение, технологии xDSL, устройство абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eht-R, V1, мост, маршрутизатор, пользователь, браузер, HTML, редактор, FTP, тестирование, навигационное меню, аппаратное обеспечение, программное обеспечение.

Цель дипломной работы: данный электронный учебный курс разработан для обучения студентов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича в компьютерных аудиториях по дисциплинам "Системы документальной электросвязи", "Компьютерные сети передачи данных" и "Интернет-технологии", а так же для дистанционного обучения специалистов в области телекоммуникаций.

Область применения разработанного учебного курса: курс может применяться на кафедре «Обработки и передачи дискретных сообщений» университета как для дистанционного обучения студентов, так и в качестве дополнительного материала, выдаваемого преподавателем на занятиях в компьютерных аудиториях.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Обоснование необходимости разработки электронного учебного курса «Назначение и примеры использования устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 в компьютерных сетях»	8
1.1 Развитие телекоммуникаций в России	8
1.2 Сетевое передающее оборудование	9
1.3 Обоснование необходимости разработки электронных учебных курсов	11
1.4 Развитие дистанционных форм обучения	15
1.5 Достоинства электронного учебного курса	18
1.6 Примеры электронных учебных курсов Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича	19
2 Устройство абонентского доступа FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1. Назначение и примеры использования	23
2.1 Расшифровка названия	23
2.2 Общее понятие о технологиях xDSL	23
2.2.1Технология ADSL – Asymmetric DSL (Асимметричная DSL)	24
2.2.2Технология IDSL – ISDN Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия ISDN	27
2.2.3Технология HDSL – High-bit rate DSL (Высоко-скоростная DSL) ...	29
2.2.4Технология G.shdsl.....	30
2.3 Алгоритмы модуляции xDSL	35
2.3.1Основные причины ограничения скорости и дальности передачи информационного сигнала	35
2.3.2Алгоритм модуляции 2B1Q	38
2.3.3Алгоритм модуляции CAP	39

2.3.4	Алгоритм модуляции TCM	41
2.3.5	Алгоритм модуляции TC-PAM.....	42
2.4	Объединение локальных вычислительных сетей. Доступ в Интернет	43
2.4.1	Структура стека протоколов TCP/IP	43
2.4.2	Назначение адресов в сетях TCP/IP	45
2.4.3	Автоматическое назначение IP-адресов	48
2.4.4	Объединение локальных сетей при помощи мостов.....	49
2.4.5	Объединение сетей при помощи маршрутизаторов.....	58
2.4.5.1	Составляющие маршрутизации.....	58
2.4.5.2	Алгоритмы маршрутизации, протокол RIP.....	61
2.4.5.3	Доступ из ЛВС в Интернет, NAT	63
2.5	Назначение модема.....	65
2.6	Основные особенности.....	65
2.7	Описание устройства.....	66
2.7.1	Общие сведения о функционировании	66
2.7.2	Режимы работы	68
2.7.2.1	Линейный стык G.shdsl.....	68
2.7.2.2	Сетевой стык Ethernet 10/100BaseT.....	69
2.7.2.3	Интерфейс АТМ.....	70
2.7.3	Описание светодиодов.....	70
2.8	Конструкция	71
2.9	Примеры использования устройства абонентского доступа FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1.....	72
2.9.1	Высокоскоростной доступ по модему FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1	72
2.9.2	Организация доступа в Internet в корпоративных сетях	73
2.9.3	Личный опыт работы	74
3	Разработка структуры электронного учебного курса, функциональное наполнение и выбор инструментальных средств для его реализации.....	75

3.1 Цели создания электронного учебного курса	75
3.2 Требования к электронному учебному курсу	76
3.3 Разработка структуры электронного учебного курса	78
3.4 Выбор инструментальных средств для реализации электронного учебного курса	79
3.4.1 Язык гипертекстовой разметки HTML	80
3.4.2 Использование JavaScript	85
3.4.3 Использование Macromedia Dreamweaver	86
3.4.4 Использование Macromedia Flash.....	87
3.4.5 Использование Macromedia Fireworks	90
4 Реализация электронного учебного курса	92
5 Рекомендации по эксплуатации электронного учебного курса «Назначение и примеры использования устройства абонентского доступа FlexDSL FG – РАМ – SAN – 4Eth – R, V1 в компьютерных сетях»	101
5.1 Требования к программным и аппаратным средствам	102
5.2 Возможные способы усовершенствования электронного курса	102
5.3 Рекомендации по загрузке курса на сервер с помощью FTP-клиента ...	103
5.4 Выбор хостинга	105
5.4.1 Бесплатный хостинг	105
5.4.2 Коммерческий хостинг	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	109
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	110

ВВЕДЕНИЕ

Вычислительные системы, сети и телекоммуникации являются в современном обществе самыми востребованными ресурсами. Войдя в человеческую жизнь, компьютеры сейчас стали неотъемлемой частью нашей цивилизации. И хотя первая ЭВМ с автоматическим программным управлением была создана чуть более полувека назад, к настоящему моменту уже насчитывается пять поколений вычислительных машин. Столь бурного развития, вероятно, не претерпевала ни одна технология.

Рост технологий в области связи и телекоммуникаций так же приобрёл поразительный размах: что сегодня нам кажется чем-то невозможным, то завтра воспринимается как что-то обыденное, а послезавтра мы говорим: «Это прошлый век».

Стремительное развитие сетевых технологий, наблюдаемое в последние несколько лет, породило небывалое многообразие сетевых устройств, предлагаемых десятками производителей оборудования. Рынок сетевого оборудования становится всё более разнообразным. На смену одним устройствам приходят новые, ещё более совершенные.

Сегодня сети представляют собой функциональную структуру, включающую в себя широкий ассортимент сетевого передающего оборудования. Без такого оборудования локальные сети могли бы связывать лишь пары компьютеров, а глобальные сети практически не могли бы существовать. Одно сетевое оборудование усиливает передаваемый сигнал, позволяя ему достигнуть других помещений или зданий. Другое оборудование маршрутизирует, направляет сигнал из одной сети в другую в масштабах предприятия или глобальной сети. Третий тип оборудования преобразует данные, позволяя передавать их между сетями различного типа.

Так же наблюдается тенденция к интеграции оборудования. Очень сложно разобраться во всём многообразии сетевого оборудования и вариантах его использования.

Стремительные технологические изменения требуют овладения новыми знаниями, умениями и навыками, объём информации, которую необходимо изучить современным специалистам в области связи растёт с каждым днём, при этом время на обучение студентов остаётся прежним.

Чтобы идти в ногу со временем, необходимо постоянно обновлять свои знания, нужны новые «специфические» пособия, которые помогали бы самостоятельно разобраться в материале.

Возникает вопрос о проведения целенаправленного комплекса работ по разработке электронных курсов, посвящённых оборудованию сетей связи.

Разработанный электронный учебный курс «Назначение и примеры использования интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 в компьютерных сетях» предназначен как для студентов, так и для специалистов в области телекоммуникаций, которые могли бы изучать материал дистанционно, т. к. доступ к представленной в пособии информации возможен в любое удобное для учащегося время и вне зависимости от его географического местоположения. Достаточно наличия у обучаемого персонального компьютера и возможности выхода в Интернет.

Этим объясняется актуальность темы данной дипломной работы.

1 Обоснование необходимости разработки электронного учебного курса «Назначение и примеры использования интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 в компьютерных сетях»

1.1 Развитие телекоммуникаций в России

Точкой отсчета современных телекоммуникаций России можно назвать 1991 год, когда в стране начался переход к новым экономическим и политическим отношениям. На смену тоталитарному государству пришло демократическое, жесткая плановая экономика сменилась рыночными отношениями. Реформе подверглись все сферы хозяйственного комплекса страны. В отрасли связи и информатизации Российской Федерации также произошли кардинальные изменения.

Россия уверенно шагнула в мировое сообщество: в кратчайшие сроки были освоены современные технологии и большинству жителей страны обеспечен широкий набор современных услуг связи. Например, до 1991 года на 150 млн. населения было всего 2200 международных каналов электросвязи. Простому человеку дозвониться в другую страну было невозможно. Сейчас в это трудно поверить.

В кратчайшие сроки были реализованы крупнейшие проекты, такие как комплекс – Трансроссийская линия связи. Его строительство позволило увеличить количество международных каналов в 30 раз. Были построены волоконно-оптические линии на Данию, Турцию, Японию, Южную Корею, Китай. Это тоже было совершенно новое явление для России: страна через ВОЛС получила доступ к крупнейшим мировым узлам связи.

По оценкам Мининформсвязи России, в стране на конец 2005 года насчитывалось 5 млн. пользователей широкополосного доступа, т.е. доступа со скоростью не менее 2 Мбит/с. Основной технологией, применяемой в России в этих целях, по мнению министерства, является технология DSL.

В 2005 году впервые число пользователей, подключенных в Москве к сети Интернет по широкополосным каналам, превысило число пользователей, подключенных по телефонной линии с помощью модема. Начало 2006 года ознаменовалось активизацией деятельности компаний, оказывающих услуги широкополосного доступа. Рост числа пользователей Интернет в России отражён в табл. 1.1 [1].

Таблица 1.1

Наименование показателей	Число пользователей Интернет в России			
	По данным мининформ связи	По данным фонда «Общественное мнение»	По данным ROMIR Monitoring	По данным SeoSpider
Число пользователей Интернет (млн.) 2003г.	12,0	11,6	12,2	8,8
Число пользователей Интернет (млн.) 2004г.	18,5	14,2	14,4	10,6
Число пользователей Интернет (млн.) 2005г.	22,0	20,1	18,9	16,5

1.2 Сетевое передающее оборудование

Сеть доступа состоит из системы мультиплексоров доступа в центральном узле (DSLAM) и DSL-модемов в помещении потребителя, соединенных абонентской линией.

Узел доступа выполняет следующие функции: окончание абонентских линий DSL; концентрация/мультиплексирование абонентских линий DSL в региональную широкополосную сеть. Мультиплексор доступа цифровых абонентских линий объединяет трафик большого количества абонентских телефонных линий. С мультиплексора доступа данные в виде пакетов передаются в сеть Интернет и поступают по назначению.

Абонентское оборудование DSL можно разбить на две основные категории: мосты и маршрутизаторы. Мост — это устройство с низким

уровнем интеллекта, имеющее входной порт Ethernet и выходной порт DSL, поэтому мосты могут представлять интерес только при подключении сетей, где уже есть средства маршрутизации и защиты трафика. Маршрутизаторы DSL — это обычные сетевые маршрутизаторы с дополнительными платами DSL. Они, со временем, стали обладать рядом специфических возможностей, от которых зависит их стоимость и степень пригодности для нужд конкретного пользователя. К числу таких возможностей относятся: наличие достаточного числа портов Ethernet; гибкое управление IP-адресами с помощью преобразования сетевых адресов (Network Address Translation, NAT) и сервиса DHCP и др.

На абонентской стороне линии, идущие от телефонных аппаратов и, например, компьютеров, подключаются к устройству интегрированного доступа, позволяющего преобразовать аналоговый сигнал телефонной связи в цифровую форму, объединить его с данными, поступающими от компьютеров, и все это передать в виде цифрового высокочастотного сигнала на телефонную станцию.

С развитием технологий xDSL развиваются и сетевые устройства. Так, например, интегрированное устройство абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 разработанное фирмой НАТЕКС — это сетевое устройство, в некоторых случаях исполняющее функции моста, а в других случаях — функции маршрутизатора. Например, такое устройство может работать как мост для определенных протоколов, таких как NetBEUI (поскольку тот является немаршрутизируемым), и как маршрутизатор для других протоколов, например, для TCP/IP. Устройство может выполнять следующие функции:

- эффективно управлять пакетами в сети со многими протоколами, включая протоколы, которые являются маршрутизируемыми, и протоколы, которые маршрутизировать нельзя;
- уменьшать нагрузку на каналы, изолируя и перенаправляя сетевой трафик;
- соединять сети;

- обеспечивать безопасность некоторых фрагментов сети, контролируя доступ к ним.

Функции (маршрутизация или пересылка), выполняемые устройством по отношению к некоторому протоколу, зависят от двух причин:

- от директив сетевого администратора, заданных для этого протокола;
- от того, содержит ли входящий фрейм данные о маршрутизации (если не содержит, то пакеты этого протокола обычно пересылаются во все сети).

Таким образом, сетевое оборудование продолжает развиваться с каждым днём. Разобраться во всём многообразии устройств и выполняемых ими функций даже специалисту достаточно сложно [2].

1.3 Обоснование необходимости разработки электронных учебных курсов

Специфика подготовки специалистов в области телекоммуникаций в высших учебных заведениях связи подразумевает наличие у студентов знаний по всем вопросам, охватывающим телекоммуникационную область, будь то оборудование для организации каналов передачи данных или технологии, по которым данные передаются. Вся сложность процесса обучения заключается в том, что пяти лет, которые студент проводит в университете вполне достаточно для того, чтобы какое-то устройство успело появиться, отработать свой срок и устареть. Как же в таком случае шагать в ногу со временем и уследить за всеми происходящими изменениями? Для этих целей необходимо разрабатывать электронные учебные курсы, которые позволяли бы всем специалистам в области телекоммуникаций поддерживать свои знания на должном уровне. Материал в них должен быть изложен просто и доступно для понимания не только людям, работающим в этой области, но и всем, кто бы хотел дистанционно обучаться, не имея предварительной подготовки. Дистанционное обучение приобретает с каждым днём всё больший размах, потому что многие хотят повысить свою квалификацию или получить новую специальность, не останавливая свой

рост по карьерной лестнице. Так же необходимо не забывать об инвалидах и людях с ограниченными физическими способностями - они из-за своих недугов не способны регулярно посещать классные занятия. Это еще одна часть общества, на которую рассчитано дистанционное обучение.

Основу образовательного процесса при использовании электронного учебного курса составляет целенаправленная и контролируемая интенсивная самостоятельная работа студента, который может учиться в удобном для себя месте, по индивидуальному расписанию, имея при себе комплект специальных средств обучения. Интенсивность и продолжительность занятий студент может регулировать самостоятельно, что весьма важно, так как в силу различной степени одарённости, способности лучше или хуже усваивать тот или иной вид учебного материала обычно требуется индивидуальный темп изучения и разное время на усвоение учебного материала. Посещая занятия в ВУЗе, студенты учатся по расписанию, рассчитанному на «среднего» студента. Поэтому слабые студенты, не успевая за предложенным темпом обучения, быстро теряют к нему интерес. При этом общий график учебных работ не способствует развитию и одарённых студентов, так как они тратят на обучение гораздо меньше усилий, не могут реализовать себя в полной мере и через какое-то время так же теряют свой первоначально высокий потенциал [3].

В части обеспеченности учебными материалами студенты, обучающиеся в дистанционной форме, обычно находятся в гораздо лучшем положении, чем остальные студенты. Несмотря на то, что учебное заведение, предоставляющее образовательные услуги, как правило, берёт на себя обязательство обеспечить своих студентов учебной литературой, степень такой обеспеченности невысока, и это может служить одной из причин, снижающих качество образования. При дистанционной форме обучения учебные материалы производятся на электронных носителях, и это позволяет их издавать и тиражировать с минимальными затратами.

Таким образом, можно выделить основные цели обучения с использованием электронных учебных курсов:

- предоставление всем слоям населения равных образовательных возможностей в любых районах страны и за её рубежами;
- повышение качественного уровня образования за счёт более активного использования научного и образовательного материала различных учебных заведений;
- возможность получения как базового, так и дополнительного образования параллельно с основной деятельностью;
- создание условий для непрерывного образования;
- обеспечение доступности образования при сохранении его качества.

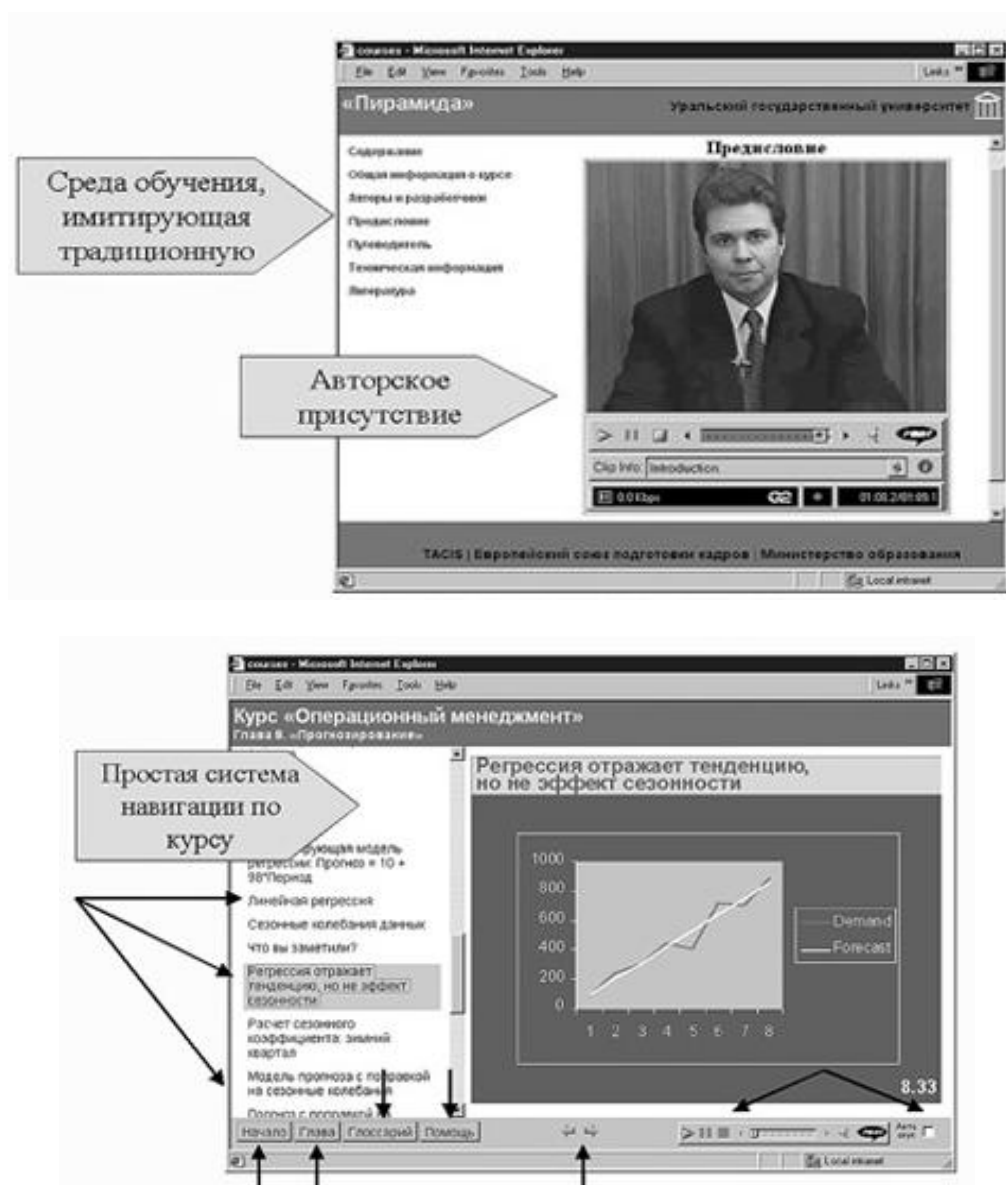
Предпосылкой к необходимости разработки таких курсов послужили, прежде всего, два фактора:

- повсеместное распространение персональных компьютеров;
- развитие сети Интернет;

Основные свойства, которыми должен обладать курс дистанционного обучения.

- Экономичность. Производство курса должно быть недорогим, лёгким в создании и обновляться в короткие сроки. Время его создания должно быть значительно меньше времени жизни курса.
- Интерфейс должен быть приближённый к обычным лекциям. Для облегчения восприятия необходимо разработать максимально удобный интерфейс.
- Ориентация на обучение взрослых. Должна предоставляться возможность изучения в индивидуальном порядке.
- Ориентация на открытые Internet-стандарты для представления материалов курса. Необходимо, чтобы студент получал возможность изучать дисциплину посредством обычного Internet-браузера.

Вот несколько фрагментов курсов, иллюстрирующие перечисленные свойства (рис. 1.1):



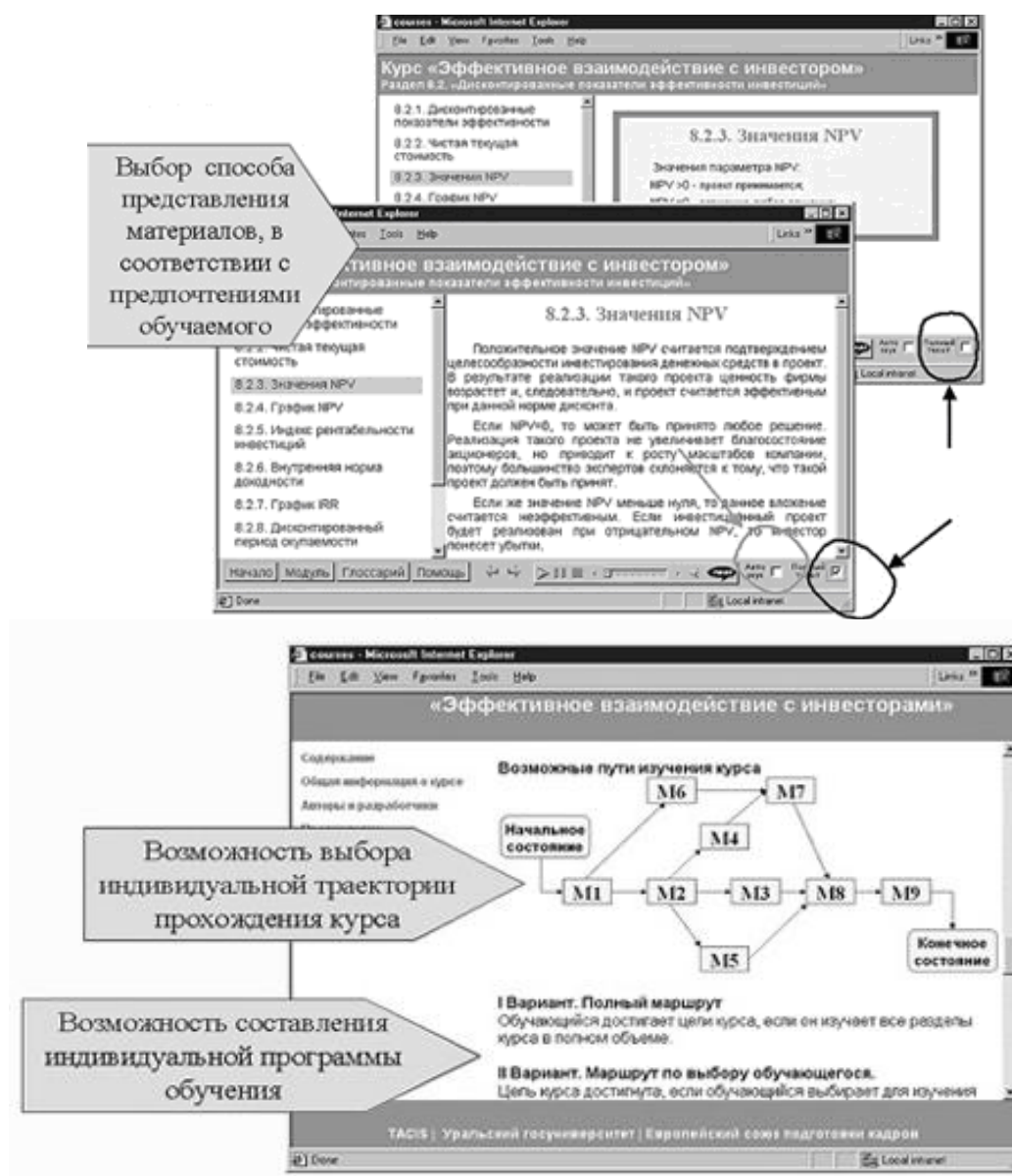


Рис. 1.1. Свойства электронного учебного курса

1.4 Развитие дистанционных форм обучения

В России процесс развития и внедрения ДО начался в начале 90-х годов. Однако, он сдерживается обычными для России причинами – отсутствием хорошего материально-технического обеспечения, дефицитом компьютерной техники, ограниченными возможностями связи и низким материальным стимулированием преподавателей. Тем не менее, в Московском энергетическом институте на кафедре радиосистем дистанционно успешно обучались студенты из Рязанского института радиоинженеров (г. Рязань) и Марийского политехнического института (г.

Йошкар-Ола). В Московском государственном авиационном технологическом университете (МАТИ) проводится дистанционная подготовка абитуриентов для поступления в университет из числа школьников, проживающих в удаленных районах России. В Московском государственном индустриальном университете ДО используется в экспериментальном порядке для обучения сотрудников уголовно-исполнительной системы МВД России и осужденных исправительных колоний. Стали уже классическими примеры экспериментального ДО в Московском государственном университете электроники и математики (МИЭМ). Активно внедряются технологии ДО в МГУ им. М.В. Ломоносова, Московском государственном авиационном институте (МАИ), Московском государственном институте электронного машиностроения (МИЭМ), Московском государственном университете экономики, информатики и статистики (МЭСИ), Челябинском государственном техническом университете, Самарском государственном авиационном университете, Томской государственной академии управляющих систем и радиоэлектроники, Уральском государственном техническом университете и других вузах [4].

В качестве примера российской платформы ДО рассмотрим систему "ОРОКС 2.1".

Данная платформа позволяет создавать учебные курсы по различным дисциплинам. Обучающие курсы предназначены для использования в локальных сетях при групповом компьютерном обучении, для самоподготовки, а также, при удаленном доступе, для обучения, тестирования, контроля и управления учебным процессом.

Программа позволяет оперативно отслеживать успеваемость каждого слушателя, устанавливать индивидуальные уровни сложности обучения, тестировать, принимать зачеты и экзамены, как в локальной сети, так и через Internet.

На рис. 1.2 представлена структура работы платформы "ОРОКС 2.1" [5].

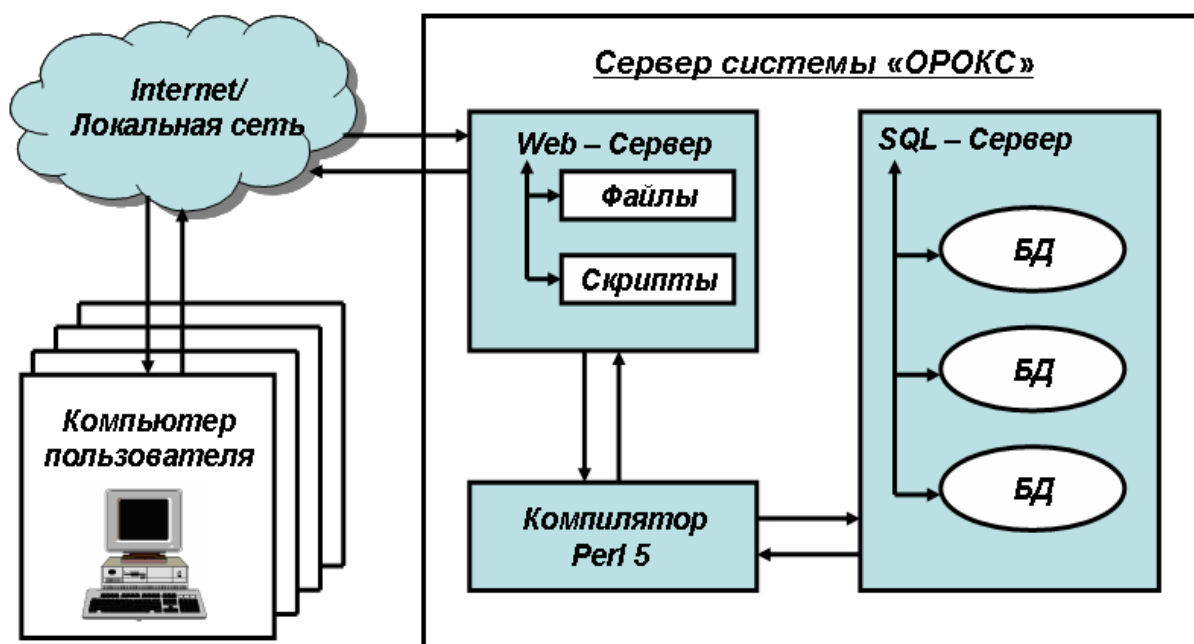


Рис. 1.2. Структура работы платформы "ОРОКС 2.1"

Электронному учебному курсу необходимо обеспечить большую эффективность дистанционного обучения. Поэтому независимо от того, по какой дисциплине разрабатывается этот курс, для какой аудитории он разрабатывается, курс должен соответствовать определенным требованиям:

- материал, который предоставляется обучаемым, должен быть корректно составлен, вопросы должны быть четко и грамотно сформулированы;
- система должна быть программно и аппаратно независима;
- система должна обеспечивать высокую скорость обмена информацией, сводя к минимуму время ожидания при обучении;
- позволять включать учебные материалы в информационные ресурсы Internet, независимо от формы их представления;
- цветовая гамма любая (предпочтительно холодных тонов);
- дизайн не должен быть перегруженным;
- удобство навигации;
- сайт должен быть выполнен в едином стиле;
- сайт должен легко обновляться.

Впрочем, отечественные преподаватели и методисты всегда подчеркивают, что онлайн-обучение ни в коем случае не является полной заменой традиционному обучению. Ничто не сможет в полной мере заменить общение с живым педагогом или ту атмосферу, которая складывается на занятиях между студентами. Считается, что электронное обучение наиболее эффективно тогда, когда оно используется в качестве дополнения, обогащающего традиционный образовательный процесс и заменяющего 40–60% педагогического материала.

1.5 Достоинства электронного учебного курса

- Получение большого объема информации в единицу времени. В электронном учебнике представлено большое количество информации, собранной из разных источников. Таким образом, обучающийся может ее одновременно сравнивать и анализировать.
- Наглядность учебного материала. Материал, представленный в электронном учебнике, имеет четкую структурированность, насыщенность графическими изображениями и анимацией.
- Оперативное дополнение материала новой информацией. Любой обучаемый имеет возможность опубликовать свою статью в учебнике (после проверки ее преподавателем).
- Система линейного двустороннего перемещения по материалу учебника – Панель навигации.
- Использование графики высокого разрешения и богатой цветовой палитры.
- Подключение новых модулей, содержащих теоретический материал, контрольные вопросы и практические задания по вновь добавляемой теме.
- Поддержка сетевого режима, когда учебник запускается на выделенном сервере, а пользователи находятся на рабочих местах.
- Использование анимации в учебнике для пояснения и наглядного изложения объясняемых понятий.

Так же с экономической точки зрения ДО имеет ряд преимуществ:

- использование высококачественных учебных программ, материалов, информационных ресурсов широким кругом обучаемых снижает стоимость обучения;
- возможность концентрации интеллектуальных и финансовых ресурсов на создании широко тиражируемых высококачественных учебных материалов и программ обуславливает высокий уровень профессионализма специалистов, прошедших обучение, что экономически выгодно для каждого государства;
- в связи с отсутствием "стен" в открытых учебных заведениях сокращаются расходы на содержание зданий и общежитий;
- отсутствуют или существенно сокращаются расходы на переезды к месту учебы и проживания;
- возможность совмещать производственную деятельность и обучение, делают экономически возможным обучение той части населения, которая не может или не хочет прерывать производственную деятельность.

Можно сделать вывод, что развитие дистанционного обучения необходимо всем ВУЗам по следующим причинам:

- в первую очередь, увеличить свой список предоставляемых услуг;
- во-вторых, так как дистанционное обучение, как правило, платное ВУЗ может решить некие экономические задачи;
- в-третьих, выдержать конкуренцию.

1.6 Примеры электронных учебных курсов

Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича тоже совершенствует методы и способы обучения. На кафедрах нашего учебного заведения постоянно идет разработка новых современных электронных учебных

пособий. В этом процессе вместе с профессорско-преподавательским составом участвуют и студенты нашего университета [6].

Кафедра «Обработки и передачи дискретных сообщений» постоянно выпускает новые электронные пособия. Их можно увидеть на сайте opds.sut.ru. Вот несколько работ.

- Учебное пособие «Интернет-технологии и мультимедиа» (рис. 1.3) было разработано для студентов специальности «Сети связи и системы коммутации» в 2005 году студенткой группы СК-01 Родионовой О.Б. под руководством заведующего кафедрой ОПДС профессора Когновицкого О.С.

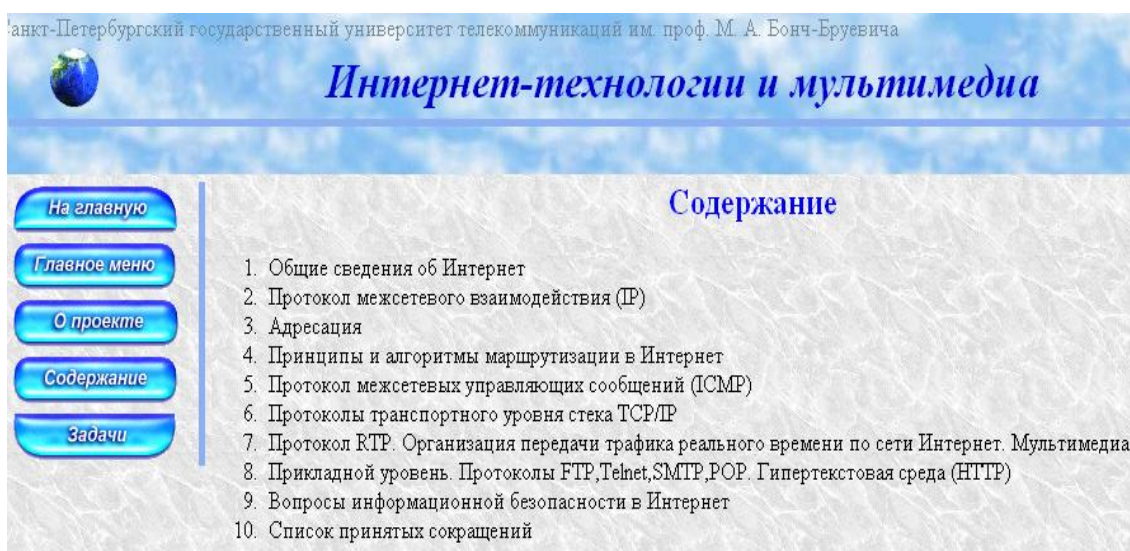


Рис. 1.3. Учебное пособие «Интернет-технологии и мультимедиа»

- Мультимедийный учебный курс «Принципы построения современных компьютерных сетей» (рис. 1.4) был разработан для студентов специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления» в 2006 году студенткой группы СУ-11 Голубцовой А.А. под руководством доцента кафедры ОПДС Доронина Е.М.

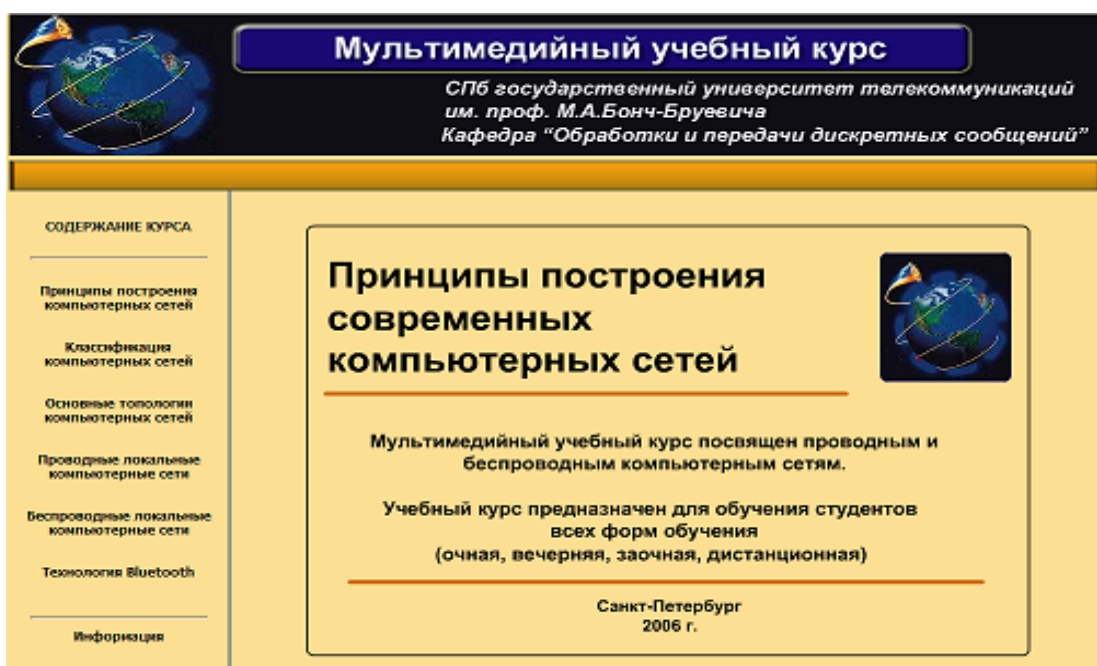


Рис. 1.4. Курс «Принципы построения современных компьютерных сетей»

- Электронное пособие по дисциплине «Программное обеспечение систем телеобработки данных» (рис. 1.5) было разработано для студентов специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления» в 2006 году студенткой группы СУ-11 Ницаковой А.В. под руководством доцента кафедры ОПДС Доронина Е.М.

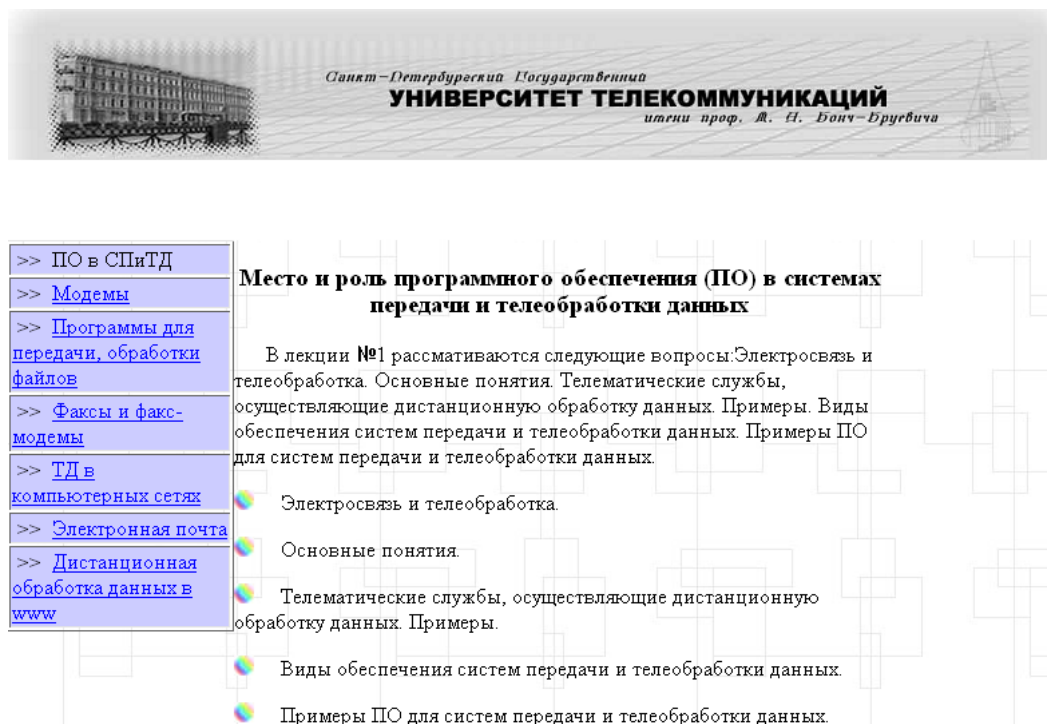


Рис. 1.5. Пособие «Программное обеспечение сетей телеобработки данных»

При обучении студентов широко используются электронные учебные курсы, компьютерные методы проведения лабораторных работ, а также разработанная на кафедре система тестирования знаний учащихся с возможностью удаленного доступа.

Разработанный электронный учебный курс «Назначение и примеры использования интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 в компьютерных сетях» предназначен для использования преподавателями при проведении лекционных занятий в компьютерной аудитории по дисциплинам «Системы документальной электросвязи», «Компьютерные сети передачи данных» и «Интернет-технологии». Также является помощью студентам при подготовке и выполнении лабораторных работ и тестов по данному курсу. Этот электронный учебный курс необходим ещё и для специалистов в области связи и телекоммуникаций, т.к. технический прогресс не стоит на одном месте, с каждым днём появляется всё новое и новое оборудование. Для того, чтобы шагать в ногу со временем, нужно постоянно быть в курсе всех нововведений. Основная проблема – это медленное и недостаточно эффективное освоение информационных технологий. Использовать в полном объеме имеющуюся информацию по предметной области в рамках учебного процесса в настоящее время затруднительно. Это обусловлено тем, что требуемая информация находится в различных местах, на различных носителях и представлена в различной форме.

Основное назначение электронного учебного курса заключается в обеспечении обучаемого информацией об устройстве абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 фирмы HATEКС, реализации возможности проверки знаний и обеспечении возможности корректирования информации, добавления новой информации и т.д.

Таким образом, работа на тему «Назначение и примеры использования интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-

4Eth-R, V1 в компьютерных сетях» является актуальной. Внедрение такого пособия в учебный процесс позволит повысить его эффективность.

2 Устройство абонентского доступа FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1. Назначение и примеры использования

2.1 Расшифровка названия

FG – PAM – признак семейства FlexDSL PAM;

SA – Stand Alone – компактный настольный модуль;

N – NTU – модуль сетевого окончания – предназначен для установки на узлах потребителей услуг;

4Eth – 4 интерфейса Ethernet 10 Base-T, разъём RJ-45;

R – функция встроенного маршрутизатора, поддержка DHCP, NAT, RIP;

V1 – версия.

Таким образом, **FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1** – модуль FlexDSL, 1*PAM, Stand Alone, NTU, локальное, сетевой интерфейс 4*Ethernet, “bridge/router”, версия V1.

Производитель фирма HATEКС.

2.2 Общее понятие о технологиях xDSL

Для организации цифрового доступа на абонентском участке на первый план выходит семейство технологий xDSL, позволяющее не создавая новой инфраструктуры сети, успешно использовать старую. С разработкой концепции DSL значительно изменилась идеология развития сетей связи. Если раньше широко бытовало мнение, что довести «цифру в каждый дом» можно лишь с помощью массового внедрения оптических кабелей, то после практического использования технологий DSL у операторов связи появилась уверенность в том, что существующая сеть медных кабелей связи ещё долго останется той основой, на которой строится вся телекоммуникационная инфраструктура.

Существует много технологий высокоскоростной передачи данных, объединённых общим названием xDSL (Digital Subscriber Line или ЦАЛ, Цифровая Абонентская Линия, x – префикс, определяющий конкретный тип технологии DSL). Передача речи, подключение компьютеров, объединение локальных сетей, дистанционное обучение и т.п. – всё это возможно при использовании одной из технологий DSL. Применение DSL позволяет перейти на новый технологический уровень использования медных линий, обеспечивающий пропускную способность для любого из предлагаемых пользователю приложений. При этом может быть организована не только выделенная линия с двумя модемами (при использовании HDSL), но и цифровая АЛ, соединяющая станцию с модемом пользователя (ADSL или VDSL) при сохранении возможности использования АЛ для аналоговой телефонии [7].

2.2.1 Технология ADSL – Asymmetric DSL (Асимметричная DSL)

Технология ADSL разработана в Северной Америке в середине 1990-х годов для предоставления услуг, требующих асимметричной передачи данных (например, видео по запросу, при котором передаётся большой объём данных в сторону пользователя и существенно меньший в противоположную сторону). Для предоставления этих услуг требуется очень высокое качество передачи (коэффициент битовых ошибок BER не менее 10^{-9}), потому что используется передача видеоданных в стандарте MPEG, характеризующимся очень высоким коэффициентом сжатия и низкой избыточностью, когда даже единичные ошибки оказывают значительное влияние на качество изображения. Это потребовало использования метода упреждающей коррекции ошибок FEC и чередования данных, которые никогда не рассматривались по отношению к IDSL или HDSL. Расплачиваться пришлось увеличением времени ожидания. Именно поэтому ранние системы ADSL имели задержку в 20 мс, а в IDSL и HDSL задержки не превышали 1,25 мс.

Полоса частот, используемая для восходящего (от абонента к сети) потока данных в ADSL, значительно уже полосы нисходящего потока (от сети к абоненту). Скорости нисходящего и восходящего потоков изменяются и зависят от длины абонентской телефонной линии и уровня шумов. Обычно скорость передачи восходящего потока колеблется от нескольких сотен кбит/с до 1 Мбит/с. Используя технологию ADSL, при длине линии до 3 км может быть достигнута скорость передачи более 8 Мбит/с в нисходящем направлении, для длины линии 6 км - 1,5 Мбит/с, скорости 52 Мбит/с соответствует длина линии порядка 300 метров, а скорости 13 Мбит/с - примерно 1,5 км. Эта зависимость отражена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Длина линии	Скорость передачи в нисходящем направлении
6 км	1,5 Мбит/с
3 км	8 Мбит/с
1,5 км	13 Мбит/с
300 м	52 Мбит/с

Оптимальной для ADSL является абонентская линия длиной 3,5 - 5,5 км при толщине проводов 0,5 мм. Для этой цели используется метод FDD - частотное разделение сигналов для обеспечения дуплексной связи, позволяющий выделить одну полосу частот для восходящего потока данных, а другую – для нисходящего потока. Это позволяет расширить используемую полосу частот приблизительно до 1 МГц. В некоторых вариантах ADSL используется подавление эхо-сигналов, что позволяет еще лучше использовать доступный спектр частот, перекрывая часть диапазона, занятого нисходящим потоком данных, передачей данных в восходящем направлении.

Технология ADSL (рис. 2.1) отличается тем, что позволяет использовать ту же самую пару проводов для традиционной телефонной связи. Это реализуется за счет использования специальных устройств разделения сигналов – сплиттеров, устанавливаемых на окончаниях действующей телефонной линии - один на АТС, другой у пользователя.

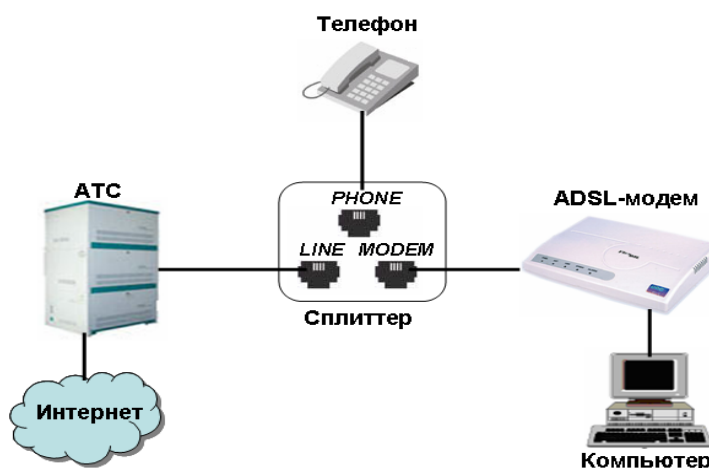


Рис. 2.1. Технология ADSL

В технологии ADSL используются специально созданные алгоритмы цифровой обработки сигнала, усовершенствованные аналоговые фильтры и аналого-цифровые преобразователи. Телефонные линии большой протяжённости могут ослабить передаваемый высокочастотный сигнал, например, на частоте 1 МГц (что является обычной скоростью для ADSL) на величину до 90 дБ. Это заставляет аналоговые системы модема ADSL работать с достаточно большой нагрузкой, позволяющей иметь большой динамический диапазон и низкий уровень шумов.

На рис. 2.2 показан пример использования метода FDD для разделения восходящего и нисходящего потоков данных и применение сплиттера. При этом фильтр верхних частот может находиться на входе блока сетевого окончания ADSL. К абонентскому сплиттеру подключаются обычный аналоговый телефон и модем ADSL, который в зависимости от исполнения может выполнять функции маршрутизатора или моста между локальной сетью и маршрутизатором провайдера. При этом работа модема абсолютно не мешает использованию телефонной связи, существующей независимо от того функционирует ли линия ADSL [7].

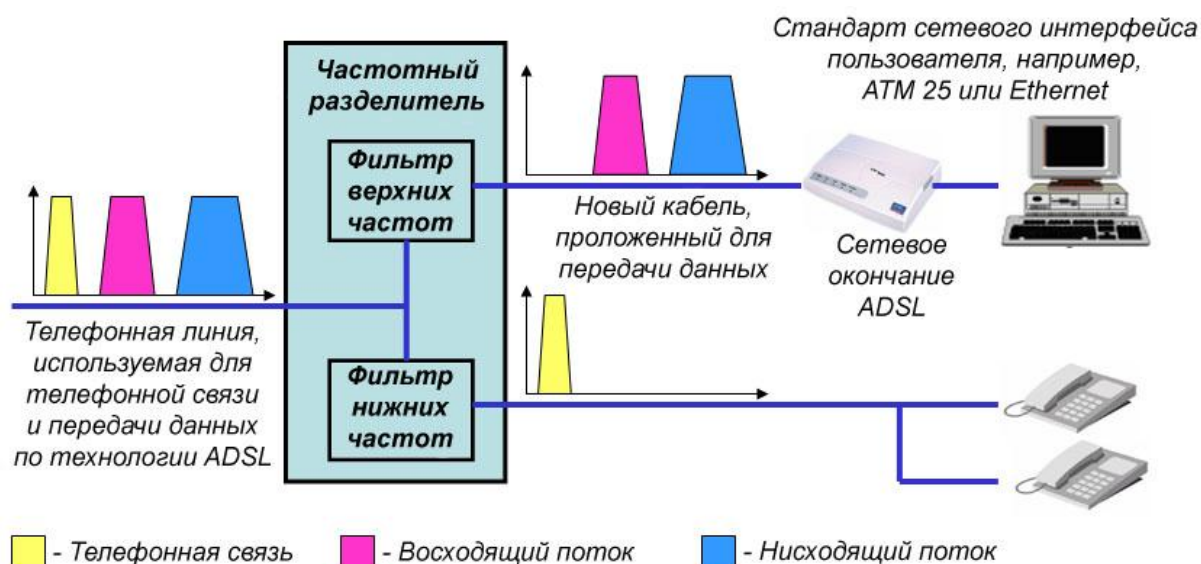


Рис. 2.2. Метод FDD для разделения потоков

ADSL продолжает развиваться, уже существуют различные её варианты, такие как RADSL и ADSL G.lite.

RADSL (Rate Adaptive DSL, DSL с адаптивной частотой), по сути, является модификацией ADSL, с той разницей, что способна динамически регулировать скорость передачи в зависимости от длины, качества и зашумлённости линии. Технология RADSL позволяет работать на расстояниях, превышающих ограничения ADSL, с допустимой для Интернета скоростью и надёжностью.

ADSL G.lite – вариант ADSL, имеющий как асимметричный режим передачи с пропускной способностью до 1,536 Мбит/с от сети к пользователю и до 384 кбит/с от пользователя к сети, так и симметричный – со скоростью до 384 кбит/с в обоих направлениях.

2.2.2 Технология IDSL – ISDN Digital Subscriber Line – цифровая абонентская линия ISDN

Раньше всех появилась технология U интерфейса ЦСИО, обеспечивающая дуплексную передачу со скоростью 160 кбит/с по одной паре симметричного кабеля (рис. 2.3). Сокращение DSL изначально использовалось именно по отношению к обеспечению базового доступа к

ЦСИО. Затем эта технология получила название IDSL (ISDN Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия сети связи с интеграцией услуг ISDN (Integrated Service Digital Network)). Международные стандарты IDSL в основном определяют аспекты передачи физического уровня для U интерфейса ЦСИО. Передача данных при использовании IDSL осуществляется по двум каналам В и по каналу D, по которому со скоростью 16 кбит/с передаются сигналы управления и служебная информация, иногда он может использоваться для пакетной передачи данных. Это обеспечивает пользователю возможность доступа со скоростью 144 кбит/с, Дополнительный служебный канал в 16 кбит/с предоставляется для ЕОС (встроенного эксплуатационного канала), предназначенного для обмена информацией (например, статистики работы линии передачи данных) между линейным окончанием и сетевым окончанием. Обычно встроенный эксплуатационный канал недоступен конечному пользователю. Дополнительные 32 кбит/с используются для обеспечения синхронизации и служебных функций. Таким образом, общая линейная скорость составляет 192 кбит/с.

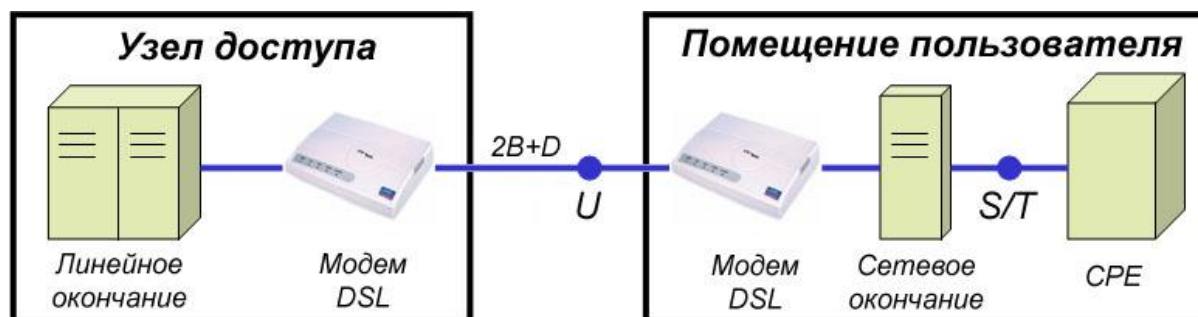


Рис. 2.3. Концепция IDSL

Большинство модемов IDSL используют компенсацию эхо-сигналов, позволяющую организовать полностью дуплексную передачу на скорости 160 кбит/с по одной ненагруженной паре телефонных проводов и четырехуровневый линейный код PAM (амплитудно-импульсная модуляция, прямая, немодулированная передача), известный как 2B1Q. Трансиверы IDSL с эхоподавлением позволяют использовать полосу частот примерно от 10 до

100 кГц, а пик спектральной плотности мощности систем DSL, базирующихся на методе 2B1Q, находится в районе 40 кГц с первым спектральным нулем на частоте 80 кГц. Системы IDSL выгодно отличаются тем, что могут использоваться на длинных телефонных линиях, и их использование допускает большая часть абонентских линий. Данная технология применяется в течение значительного времени и за последние годы достигнуто улучшение рабочих характеристик трансиверов. IDSL широко распространена и кроме ЦСИО, применяется для создания оборудования уплотнения АЛ на ограниченное расстояние (short-range), однако возможности IDSL ограничиваются только передачей данных [7].

2.2.3 Технология HDSL – High-bit rate DSL (Высокоскоростная DSL)

Следующей в ряду xDSL и наиболее распространенной в настоящее время, является технология высокоскоростной цифровой абонентской линии HDSL (High Data-Rate Digital Subscriber Line). Стандарт HDSL основан на стандарте IDSL, Концепция HDSL разработана в США. Разработчики пытались повысить тактовую частоту доступа к ISDN, чтобы увидеть, насколько далеко и быстро могут работать системы высокоскоростной передачи данных. Исследовательская работа привела к удивительному открытию. Оказывается, даже простая 4-уровневая амплитудно-импульсная модуляция PAM позволяет работать на скоростях до 800 кбит/с при вполне приемлемой длине линии, а использование в такте передачи трех пар абонентского кабеля позволило повысить скорость до скорости первичного доступа, обеспечивая передачу потока T1 (1,544 Мбит/с) или E1 (2,048 Мбит/с). Развитие цифровых способов обработки сигнала DSP в начале 90-х годов привели к созданию HDSL. Эта технология сочетала в себе линейное кодирование 2B1Q и сложные алгоритмы эхоподавления. Первые варианты HDSL, работающие по двум парам, были созданы в США и быстро вытеснили старые цифровые системы реализующие передачу потока T1

скоростью 1,544 Мбит/с и имевшие рабочую дальность чуть более 1 км. Это произошло благодаря тому, что HDSL, обеспечивая большую дальность (3,5 км на проводе 0,4 мм), позволила отказаться от регенераторов и существенно снизить затраты на монтаж и эксплуатацию вновь вводимых линий.

В Европе получили распространение варианты HDSL, обеспечивающие передачу потока E1 (2048 кбит/с). Сначала появился вариант, который для получения большей скорости при той же дальности использовал три кабельных пары (рис. 2.4). При этом скорость передачи по каждой из них была та же, что и у американского варианта (748 кбит/с). Затем стандартизован двухпарный вариант, у которого скорость по каждой из пар выше (1168 кбит/с).

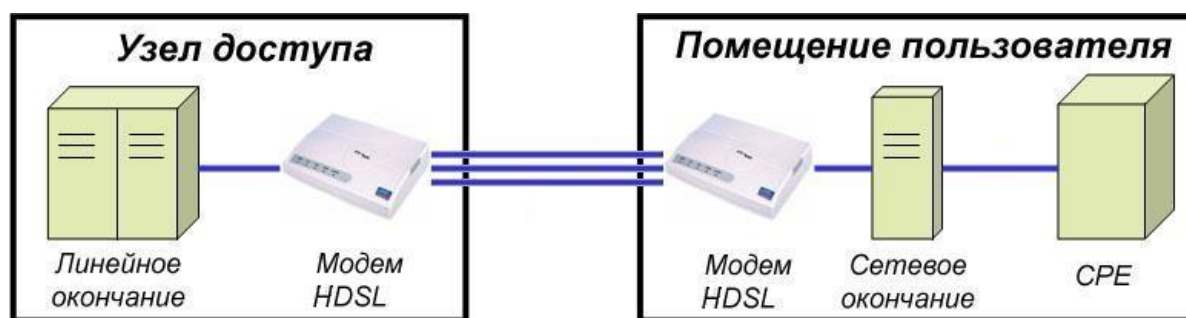


Рис. 2.4. Концепция HDSL

Оборудование HDSL в основном предназначено для применения в корпоративных сетях. Отсутствие поддержки аналоговой телефонной линии компенсируется возможностью передачи речи в цифровом виде через интерфейсы E1 [7].

2.2.4 Технология G.shdsl

В 1998 г. в МСЭ-Т стандартизована технология single pair HDSL, SHDSL, т.е. однопарная, предназначенная для двунаправленной передачи потоков 2048 кбит/с по двухпроводной линии на расстояние до 3 км. Иногда, что не совсем верно, название SHDSL расшифровывают как Symmetric DSL, подчеркивая тем самым симметричность потоков информации. Стандарт G.991.2, описывающий эту технологию, назван G.shdsl и утвержден в 2001 г, его европейской версией является спецификация TS 101 524.

В основу SHDSL были положены основные идеи HDSL2, при этом была поставлена задача, используя те же способы линейного кодирования, что и в HDSL2, снизить взаимное влияние на соседние линии ADSL при скоростях передачи выше 784 кбит/с. Так же предусмотрена возможность выбора скорости в диапазоне 192 - 2320 кбит/с. За счет расширения набора скоростей передачи оператор может более точно удовлетворить потребности клиентов. Кроме того, уменьшая скорость можно добиться увеличения дальности в тех случаях, когда установка регенераторов невозможна. Так, если при максимальной скорости рабочая дальность составляет около 2 км (для провода 0,4 мм), то при минимальной – свыше 6 км (рис. 2.5).

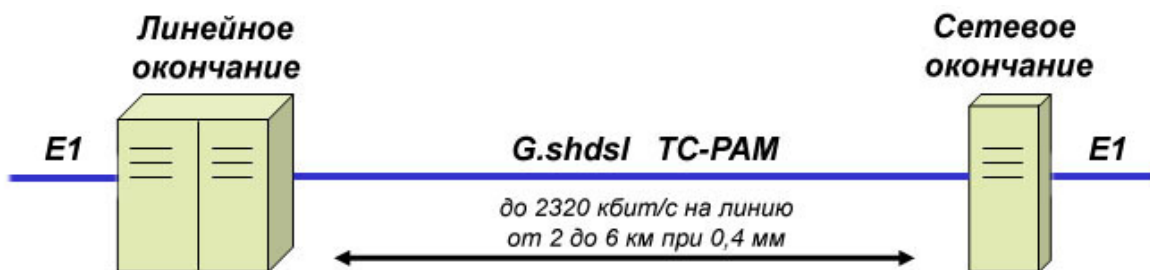


Рис. 2.5. Дальность действия систем SHDSL

Кроме этого в SHDSL предусмотрена возможность использования для передачи двух пар одновременно, что позволяет увеличить скорость передачи до 4624 кбит/с. Но главное, можно удвоить максимальную скорость на реальном кабеле. По сравнению с двухпарными, однопарные варианты SHDSL обеспечивают существенный выигрыш по аппаратным затратам и, соответственно надежности изделия. Ресурс снижения стоимости составляет до 30 % для модемов и до 40 % для регенераторов – каждая из пар требует приемопередатчика HDSL, линейных цепей, элементов защиты и т.п. Исходя из основных показателей, можно сказать, что SHDSL, по сравнению с однопарным вариантом 2B1Q HDSL позволяет на 35 – 45 % увеличить скорость передачи при той же дальности или на 15 – 20% увеличить дальность при той же скорости. Кроме того, в SHDSL заложены базовые возможности для использования в сетях доступа к базовым сетям, использующим технологии передачи с ИКМ, АТМ, IP, FR. Благодаря этому

SHDSL имеет широкую область применения и явное преимущество по сравнению с HDSL по соотношению цена/качество услуги.

Для обеспечения совместимости оборудования разных производителей в стандарт G.shdsl инкорпорирован стандарт G.hs.bis (рек. G.844.1), описывающий процедуру инициализации соединения. Предусмотрено два варианта такой процедуры. В первом установленное на АТС линейное окончание диктует параметры соединения сетевому оборудованию клиента, во втором – оба устройства "договариваются" о скорости передачи с учетом состояния линии. Учитывая неизвестные начальные условия, при обмене данными во время инициализации для гарантированного установления соединения применяется низкая скорость передачи и один из классических методов модуляции (DPSK).

Кроме выбора скорости, G.shdsl описывает и порядок выбора протокола в процессе установления соединения. Чтобы обеспечить совместимость со всеми используемыми на сегодня услугами, формирователь потока в модеме SHDSL должен реализовать возможность работы с протоколами E1, ATM, IP, PCM, ISDN. Для обеспечения гарантированной работоспособности приложений реального времени, стандартом G.shdsl ограничена максимальная задержка данных в канале передачи (не более 500 мс). Наиболее используемыми приложениями этого вида для SHDSL являются передача голоса VoDSL во всех ее разновидностях (обычный цифровой канал телефонии, VoIP – речь через IP и VoATM – речь через ATM) и видеоконференцсвязь (рис. 2.6).

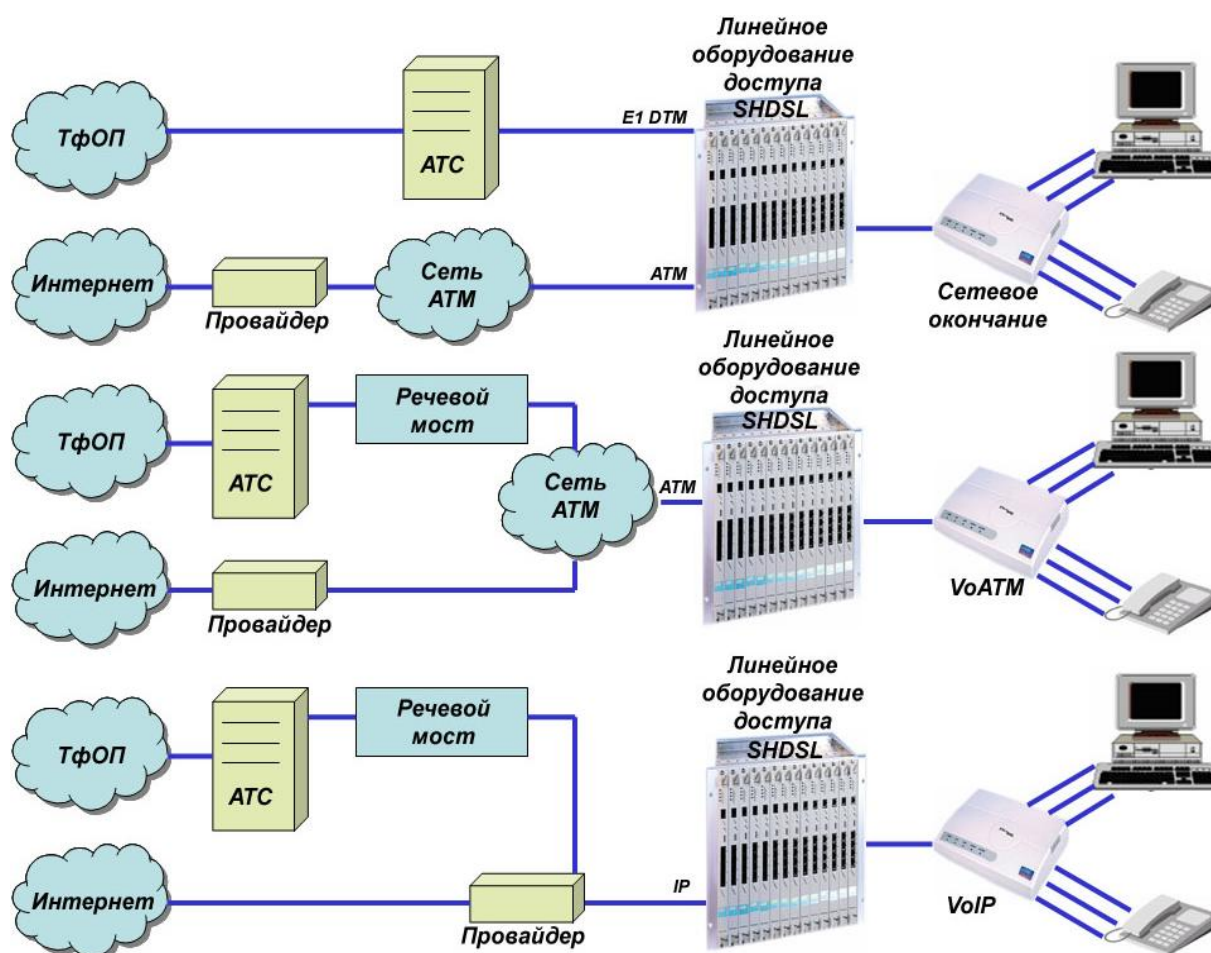


Рис. 2.6. Варианты применения SHDSL

За счет оптимального выбора протокола во время инициализации в SHDSL удастся дополнительно снизить задержки в канале передачи. Например, для трафика IP устанавливается соответствующий протокол, что позволяет отказаться от передачи избыточной информации, по сравнению с пакетами IP, инкапсулированными в ячейки АТМ. А для передачи цифровых телефонных каналов в формате ИКМ непосредственно выделяется часть полосы канала DSL. Стоит отметить, что упомянутые выше передача голоса и видеоконференцсвязь требуют передачи симметричных потоков данных в обе стороны. Симметричная передача необходима и для подключения локальных сетей корпоративных пользователей, которые используют удаленный доступ к серверам с информацией. Поэтому в отличие от других высокоскоростных технологий (ADSL и VDSL), SHDSL как нельзя лучше подходит для организации абонентского доступа. Так, при максимальной

скорости она обеспечивает передачу 36 стандартных телефонных каналов. Тогда как ADSL, где ограничивающим фактором является низкая скорость передачи от абонента к сети (640 кбит/с), позволяет организовать лишь 9 телефонных каналов, не оставляя места для передачи данных.

Технология SHDSL находит применение, как в сфере бизнеса, так и в квартирном секторе, что создает ей высокую потенциальную ценность. Технология SHDSL может использоваться в виде встроенных линейных карт, способных передавать 2 канала В коммутируемого трафика через коммутационную сеть. Кроме обеспечения быстрого доступа в Интернет, параллельно с телефонными услугами по одной симметричной паре, назначение SHDSL состоит в том, чтобы нагрузку Интернет отделить от телефонной нагрузки. Любые другие возможности высокоскоростного доступа выводятся из коммутируемой сети в некоммутируемую сеть высокоскоростной передачи данных. Технология SHDSL может использоваться в качестве дополнения к таким технологиям доступа как HDSL, ADSL и VDSL.

Еще одна задача, которая успешно решена в SHDSL - снижение энергопотребления. Поскольку для дистанционного питания используется одна пара, важность этой задачи трудно переоценить. Еще одна положительная сторона - снижение рассеиваемой мощности. Она открывает путь к созданию высокоинтегрированного станционного оборудования.

Оборудование SHDSL предлагают даже небольшие компании. Это связано с тем, что речь идет об оборудовании, частично выполняющем требования стандарта G.shdsl. Благодаря тому, что оно реализует не все описанные в стандарте функции или делает это с использованием упрощенных нестандартных алгоритмов, оно стоит недорого. Обычно, в таких устройствах совместимость со стандартом ограничена применением линейного кодирования TC-PAM [2].

2.3 Алгоритмы модуляции xDSL

2.3.1 Основные причины ограничения скорости и дальности передачи информационного сигнала

Технологии DSL (Digital Subscriber Line - цифровая абонентская линия) используют для передачи данных медные провода, которые первоначально были предназначены для подключения абонентов к АТС. При передаче информации по медным проводам различного диаметра отсутствует основной фактор, ограничивающий скорость передачи данных через АТС, - полоса частот передаваемых по линии сигналов более не ограничена диапазоном 3-4 кГц. Связь между модемами в таких случаях осуществляется по схеме точка - точка и, в общем случае, между передатчиком и приемником находится только медный провод. Следовательно, по крайней мере теоретически, по такой линии можно передавать информацию со сколь угодно высокой скоростью. Однако реальные линии, с которыми приходится иметь дело DSL-устройствам, существенно отличаются от упрощенной математической модели и имеют ряд особенностей, без учета которых невозможно построение современной высокопроизводительной системы передачи данных.

Ослабление (затухание) сигнала

Ослабление сигналов при передаче вызвано наличием потерь в линии. Чем меньше диаметр провода и больше его длина, тем меньший уровень сигнала получит приемник. Следовательно, принятый сигнал сложнее будет распознать на фоне шума и возрастет уровень ошибок. В качестве характеристики качества принятого сигнала в системах передачи данных используют отношение сигнал/шум (Signal-Noise Ratio – SNR), которое вычисляется в децибелах (dB). Уровень сигналов принято указывать в виде отношения к милливатту, которое также вычисляется в децибелах (dBm).

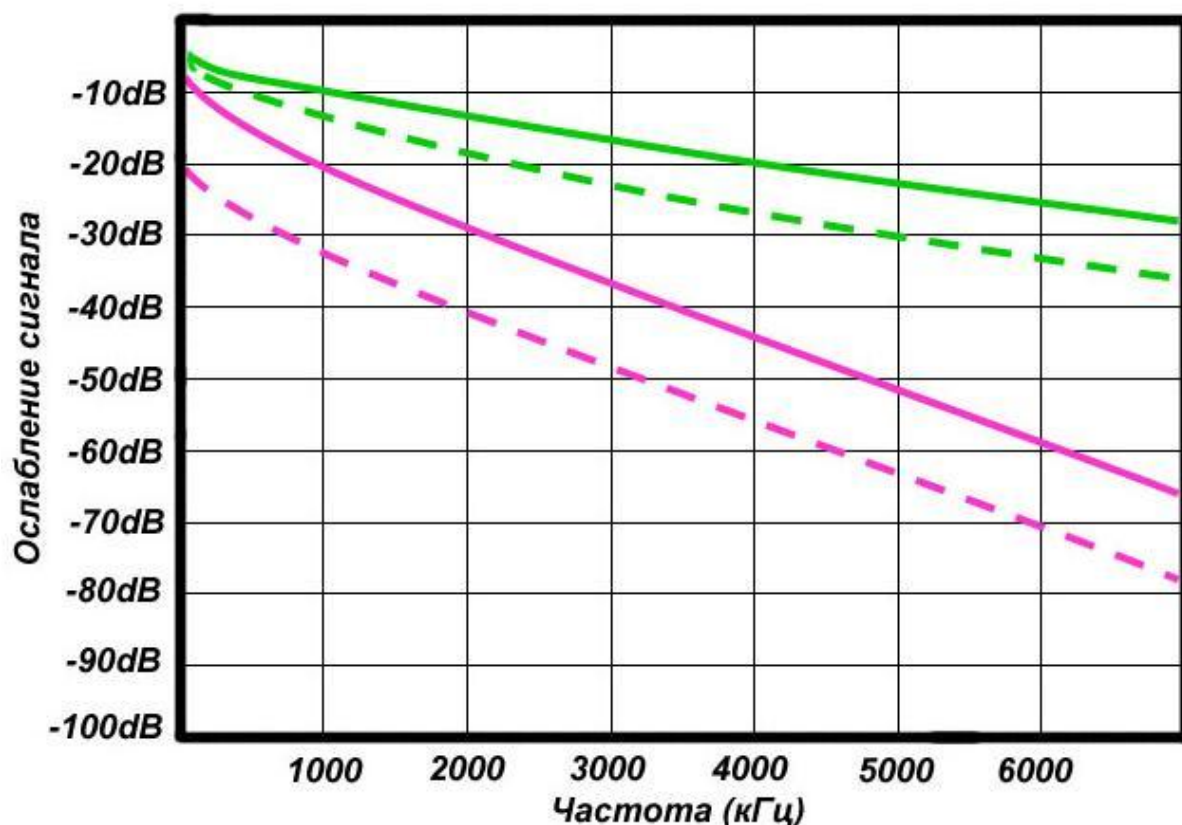


Рис. 2.7. Диаграмма зависимости величины затухания сигналов от длины линии

Наиболее часто для передачи сигналов DSL используются линии с диаметром проводников 0.4 мм и 0.5 мм. На рис. 2.7 приведена диаграмма, где представлены зависимости величины затухания сигналов в линии от протяженности линии (зелёная линия – 300 м; розовая – 1000 м) и частоты передаваемого сигнала. Сплошными линиями на диаграмме отображены зависимости, которые соответствуют диаметру провода 0.5 мм, пунктирные линии соответствуют диаметру 0.4 мм.

Перекрестные помехи соседних каналов

Теоретически значение отношения сигнал/шум можно увеличить, если поднять уровень передаваемого сигнала. Однако в этом случае возрастет и уровень помех, которые данный сигнал будет давать в соседние каналы. Поэтому стандарты DSL четко определяют максимальный уровень сигнала, который может передаваться в линию - обычно этот уровень соответствует значению -13.5 dBm. Помимо электрических наводок от внешних источников электромагнитного излучения (атмосферные разряды, коммутация

сильноточных цепей и т.д.), наибольшее влияние на принимаемый сигнал оказывают как раз те помехи, которые вызваны высокоскоростной передачей данных по остальным парам многожильного кабеля. В терминологии DSL такие помехи называются NEXT (Near End Cross talk). Значение NEXT увеличивается с ростом числа пар кабеля, используемых для передачи данных, и при увеличении частоты передаваемых сигналов. Обеспечение спектральной совместимости является одной из наиболее важных задач, решаемых при разработке и реализации различных алгоритмов линейного кодирования данных.

Совместное использование линии

Как было отмечено выше, технологии DSL используют для передачи данных провода, предназначенные для подключения абонентов к АТС. С точки зрения конечного пользователя, гораздо удобнее, если при использовании линии для высокоскоростной передачи данных сохраняется возможность телефонной связи по той же линии. Поэтому обеспечение совместного использования линии для передачи данных и телефонной связи является одной из важных задач, которые должны быть решены разработчиками DSL-систем передачи данных.

Способы решения проблем передачи данных по абонентской линии

Для привлечения пользователей технология должна обеспечить как можно более высокую скорость передачи данных. Однако, повышение скорости передачи ведет к снижению качества принимаемого сигнала и росту уровня помех, которые данный канал вносит в работу соседних каналов. Для решения этих проблем в совокупности применяются специальные методы линейного кодирования (алгоритмы модуляции), позволяющие передавать данные с достаточно высокими скоростями. При этом передаваемые в линию сигналы имеют такие параметры, которые обеспечивают возможность достоверного приема и не оказывают катастрофического влияния на работу соседних информационных каналов [8].

2.3.2 Алгоритм модуляции 2B1Q

Линейное кодирование 2B1Q (2 Binary 1 Quandary) было разработано для использования в качестве протокола физического уровня в точке сопряжения U BRI-интерфейса сетей ISDN. Алгоритм 2B1Q представляет собой один из вариантов реализации амплитудно-импульсной модуляции с четырьмя уровнями выходного напряжения без возвращения к нулевому уровню. Алгоритм формирования кода приведен в табл. 2.2.

Таблица 2.2

<i>Кодовая группа</i>	<i>Кодовое напряжение</i>
00	- 2,5 В
01	- 0,833 В
10	+ 2,5 В
11	+ 0,833 В

Для формирования линейного кода входной информационный поток делится на кодовые группы по два бита в каждой. Положительная полярность означает, что первый бит равен 1, а отрицательная, что он равен 0. Второй бит интерпретируется как 1 при низких уровнях напряжения и как 0 при высоких уровнях.

Таким образом, закодированный в соответствии с правилами 2B1Q сигнал представляет собой последовательность скачкообразно изменяющихся напряжений с 4 возможными уровнями (рис. 2.8) [9].

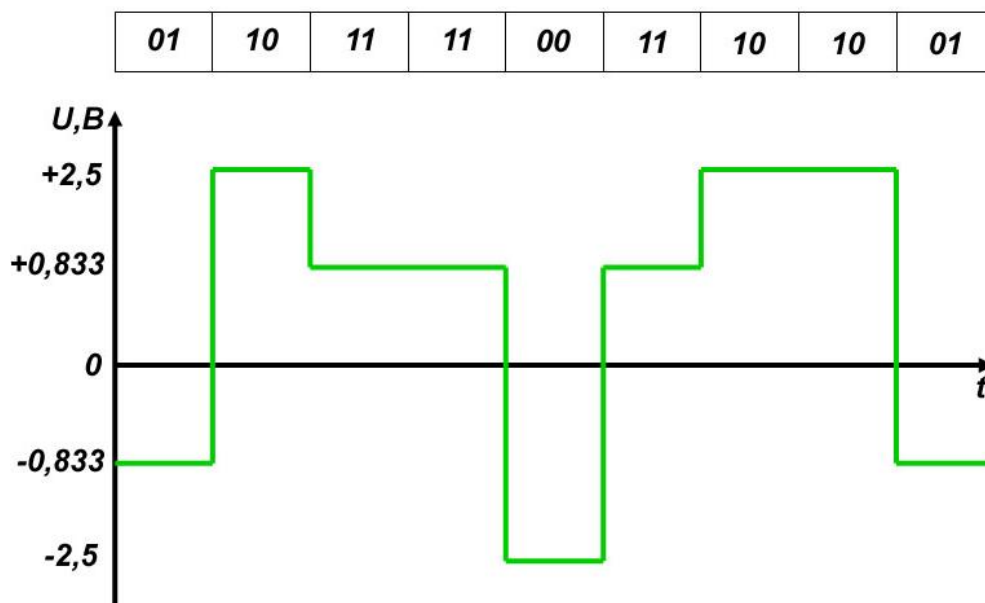


Рис. 2.8. Пример формирования кода 2B1Q

2.3.3 Алгоритм модуляции CAP

Алгоритм амплитудно-фазовой модуляции с подавлением несущей carrier (CAP) является одним из наиболее широко используемых в настоящее время на DSL-линиях методов модуляции. Алгоритм CAP представляет собой одну из разновидностей алгоритма QAM, его особенность заключается в специальной обработке модулированного информационного сигнала перед его отправкой в линию. В процессе этой обработки из спектра модулированного сигнала исключается составляющая, которая соответствует частоте несущей QAM. После того, как приемник принимает сигнал, он сначала восстанавливает несущую частоту, а после этого - поток данных. Такие манипуляции со спектром выполняются для того, чтобы уменьшить долю неинформативной составляющей в спектре передаваемого сигнала. Это, в свою очередь, делается для того, чтобы обеспечить большую дальность распространения сигнала и уменьшить уровень перекрестных помех между сигналами, которые передаются по одному кабелю.

Описание алгоритма

Из модулированного сигнала предлагается исключить именно ту гармоническую составляющую, которая должна была использоваться для переноса полезного сигнала. Однако, если более подробно рассмотреть схему формирования сигнала, станет понятно, что алгоритм CAP в части формирования линейного кода практически ничем не отличается от классических алгоритмов гармонической амплитудной модуляции.

Синим цветом на рис. 2.9 отмечен спектр передаваемого полезного сигнала. Максимальная частота этого сигнала имеет значение $f_{\max}$. Частота модулирующего колебания-носителя имеет значение f_c . После выполнения процедуры гармонической амплитудной модуляции спектр полезного сигнала переносится в область частоты f_c и приобретает зеркальные составляющие. На рисунке этот спектр помечен зеленым цветом. Для восстановления переданного сигнала на приемной стороне достаточно передать только одну из зеркальных компонент спектра модулированного

сигнала. Гармоника с частотой f_c также является компонентом спектра модулированного сигнала, однако при восстановлении сигнала без неё также можно обойтись. Теоретически, амплитуда этой гармоники несет информацию об уровне постоянной составляющей передаваемого сигнала (составляющая спектра сигнала с частотой $= 0$). В силу этого данная гармоника не является в полной мере информативной, и её потеря не повлияет на качество восстановленного сигнала. Хотя исключение гармоники f_c из передаваемого сигнала ведет к возникновению определенных трудностей при восстановлении сигнала, эта процедура вполне оправдана, поскольку позволяет существенно снизить уровень неинформативного сигнала, передаваемого в линию. Красным цветом на рисунке показан спектр модулированного колебания, который сформирован в соответствии с принципами алгоритма CAP.

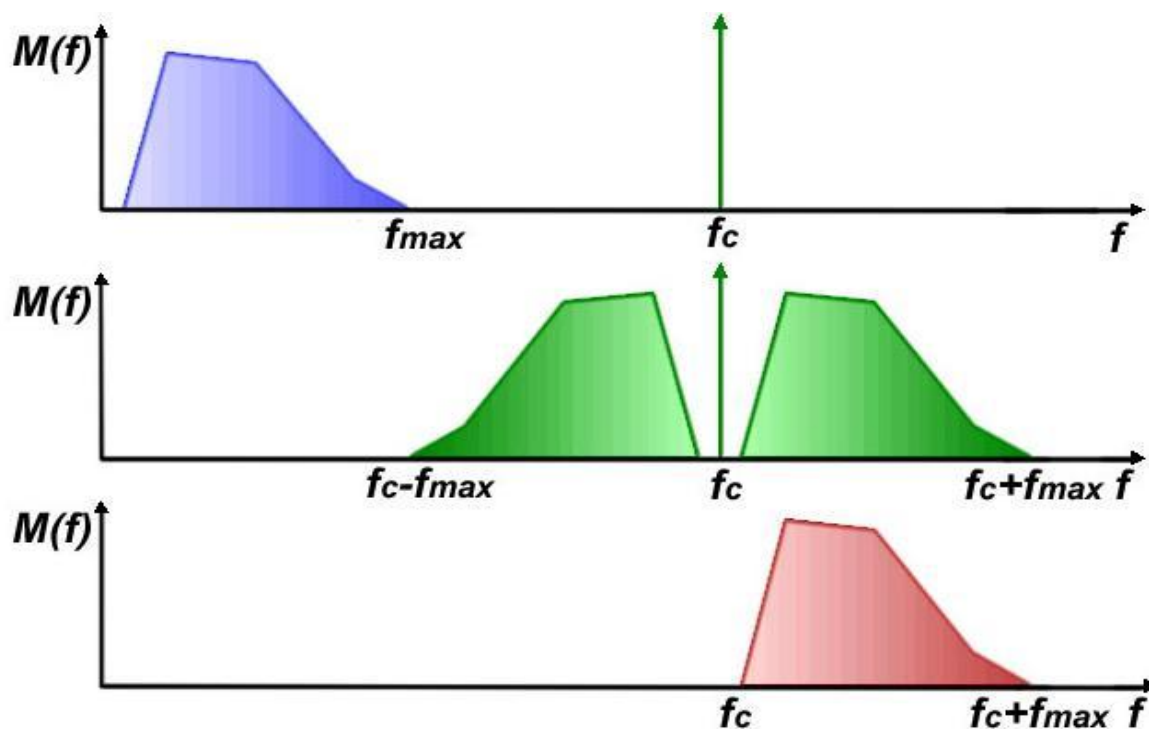


Рис. 2.9. Алгоритм модуляции CAP

Достоинства алгоритма

Поскольку алгоритм амплитудно-фазовой модуляции с подавлением несущей является, по сути, алгоритмом типа QAM, ему свойственны все положительные качества, присущие этому классу алгоритмов –

относительная простота реализации и высокая спектральная эффективность. Несомненным достоинством алгоритма CAP является высокая энергетическая эффективность формируемого сигнала. Именно этот алгоритм теоретически способен обеспечить максимальные значения SNR и, следовательно, передачу сигнала на наибольшие расстояния. Все эти полезные качества алгоритма модуляции CAP позволяют применять его для построения эффективных и экономичных приемо-передающих устройств широкого спектра технологий DSL - от SDSL до VDSL.

Недостатки алгоритма

Основным недостатком этого метода является отсутствие стандартизирующего документа, который определяет процедуры преобразования сигналов. Отсутствие этого документа объясняется рядом политических и экономических причин. Одной из причин, которые сдерживают внедрение этой технологии, является сильная поддержка альтернативной технологии DMT, которую оказывает комитет T1E1 ANSI. Другой причиной является недостаточная гибкость лицензионной политики, которую проводит обладатель патента на CAP - компания GlobeSpan. Эти причины, которые нельзя назвать техническими, в то же время являются достаточно вескими, для того, чтобы сдерживать процессы внедрения алгоритма CAP в перспективные системы DSL [8].

2.3.4 Алгоритм модуляции TCM

Наиболее усовершенствованный метод модуляции – TCM (Trellis Coded Modulation), модуляция с решетчатым кодированием или треллис-модуляция. Преимущество метода TCM перед QAM состоит не столько в увеличении числа бит, передаваемых за время посылки (оно может составлять от 1 до 9), сколько в снижении требования к телефонной линии по величине отношения сигнал-шум на 3...6 дБ. Одним из основных решений, заложенных в метод модуляции TCM, относится введение избыточного бита, полученного с помощью сверточного кодирования, после этого применяется метод модуляции QAM. Несмотря на то, что введение избыточного бита

приводит к увеличению общего числа посылок в два раза, использование при декодировании эффективного алгоритма обработки сигналов на фоне шумов и помех (алгоритма Виттерби) позволяет компенсировать эту избыточность и получить отмеченный выше выигрыш в отношении сигнал-шум. Анализ принятого избыточного бита и учет ранее принятых сигналов дает возможность более уверенно выбрать наиболее вероятную точку в пространстве сигналов. Усложнение алгоритмов обработки сигналов и увеличение общего числа посылок ведет к увеличению требуемой производительности (вычислительной мощности) декодера, однако современный уровень развития цифровых сигнальных процессоров позволяет решить эту задачу. Модемы со скоростью передачи до 33600 бит/с, предназначенные для работы на аналоговых телефонных линиях и отвечающие рекомендациям стандарта V.34, используют метод модуляции TCM. На рис. 2.10 в качестве примера представлены проекции сигналов на комплексную плоскость для метода модуляции TCM при числе точек, равном 24 и 128 (соответствующие скорости передачи в стандарте V.34 9600 и 19200 бит/с) [9].

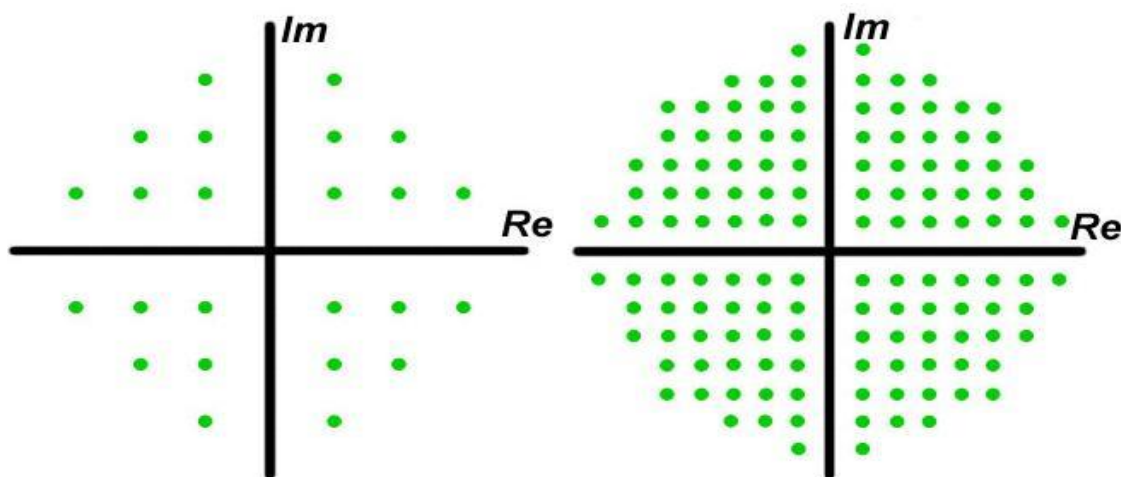


Рис. 2.10. Проекции сигналов на комплексную плоскость

2.3.5 Алгоритм модуляции TC-РАМ

Современный тип кодирования TC-РАМ обладает наилучшими на сегодняшний день характеристиками дальности и электромагнитной

совместимости при работе на однопарных абонентских линиях. TC-PAM расшифровывается как Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation (импульсная амплитудно-фазовая модуляция с треллис-кодированием). Суть данного метода кодировки состоит в увеличении числа уровней (кодовых состояний) с 4 (как в 2B1Q) до 16 и применении специального механизма коррекции ошибок.

Технология TC-PAM лежит в основе первого всемирного стандарта ITU на высокоскоростную симметричную передачу по одной паре – G.shdsl. Новая технология TC-PAM позволяет выбирать линейную скорость в диапазоне от 192 кбит/с до 2,3 Мбит/с (шаг 8 кбит/с) имеет более узкий частотный спектр, чем предшественники (2B1Q и CAP). Таким образом, обеспечивается большая дальность работы и электромагнитная совместимость с другими DSL-технологиями, такими как ISDN или ADSL и G.lite [10].

2.4 Объединение локальных вычислительных сетей.

Доступ в Интернет

Локальные вычислительные сети (LAN) облегчают документооборот, общий доступ к данным в современных компаниях, но технология Ethernet не позволяет передавать данные на большие расстояния и строить территориально распределённые сети. Для решения этой задачи можно использовать xDSL.

Основными протоколами обмена информацией в локальных сетях сегодня являются протоколы, которые составляют стек протоколов TCP/IP.

2.4.1 Структура стека протоколов TCP/IP

Стек протоколов TCP/IP (рис. 2.11) получил распространение с развитием сети Интернет по всему миру. Он был разработан ранее, чем модель OSI, и имеет с ней много различий.

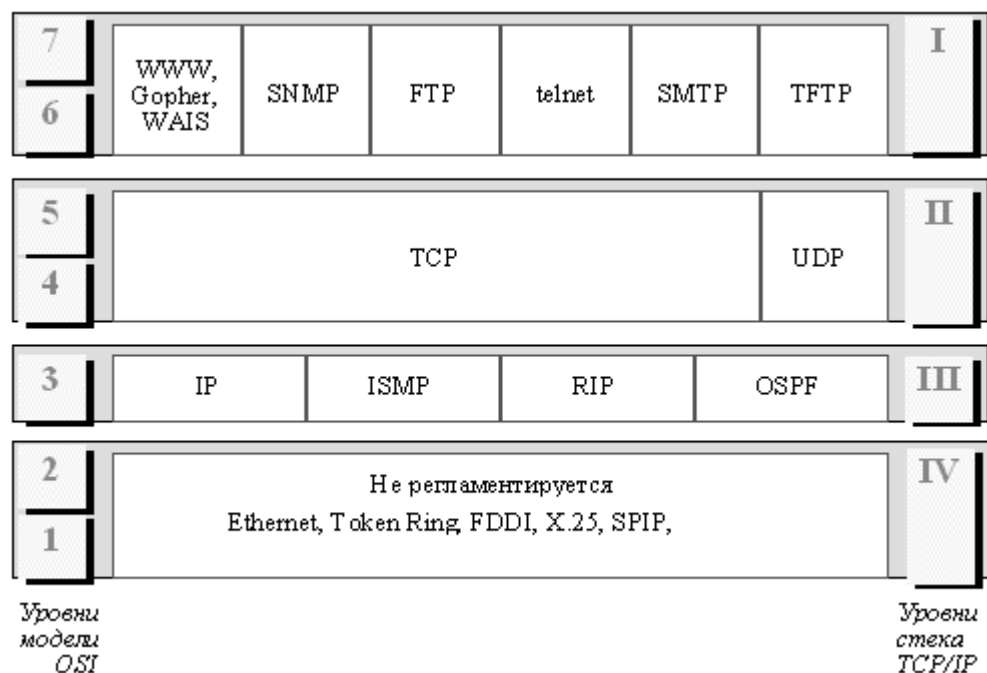


Рис. 2.11. Стек протоколов TCP/IP

Протоколы TCP/IP делятся на 4 уровня.

Уровень IV

Это – самый нижний уровень. Он соответствует одновременно и физическому, и канальному уровням модели OSI. В протоколах TCP/IP уровень IV не регламентируется, но поддерживает все популярные стандарты физического и канального уровня. Для локальных сетей самым популярным стандартом является Ethernet, для глобальных сетей – протоколы SLIP, PPP, Frame Relay. При появлении новой сетевой технологии, она включается в стек TCP/IP после разработки соответствующего документа RFC (Request for Comment), определяющего метод инкапсуляции пакетов IP в её кадры. Так для инкапсуляции пакетов IP в ячейки ATM, разработан метод, представленный в документе RFC1483. Он используется и в модемах FlexDSL PAM.

Уровень III

Уровень III называется уровнем межсетевого взаимодействия. Процессы этого уровня занимаются передачей пакетов и используют для этого различные транспортные среды, такие как локальные и глобальные сети, линии xDSL и т. д.

Основным протоколом этого уровня является протокол IP.

К уровню межсетевого взаимодействия также относятся все протоколы, связанные с составлением и модификацией таблиц маршрутизации, такие как протокол сбора маршрутной информации RIP (Routing Internet Protocol). Этот протокол используется в модемах FlexDSL PAM.

Уровень II

Уровень II называется основным. К этому уровню относятся протоколы управления передачей TCP (Transmission Control Protocol) и дейтаграмм пользователя UDP (User Datagram Protocol). Протокол TCP обеспечивает надежную передачу пакетов за счет образования виртуальных соединений. Протокол UDP, как и IP, обеспечивает передачу прикладных пакетов дейтаграммным способом. Он является связующим звеном между сетевым протоколом и многочисленными прикладными процессами.

Уровень I

Уровень I называется прикладным. Он содержит большое количество протоколов и сервисов прикладного уровня. К ним относятся такие широко используемые протоколы, как протокол копирования файлов FTP, протокол эмуляции терминала Telnet, почтовый протокол SMTP, протоколы «всемирной паутины» WWW и многие другие [11].

2.4.2 Назначение адресов в сетях TCP/IP

Уровни адресов

Любое устройство в сети IP может принадлежать к следующим группам:

Физический адрес. Это – шестнадцатеричный MAC-адрес сетевого адаптера или порта. MAC адрес является уникальным и имеет длину - 6 байтов. Из которых, старшие 3 байта - идентификатор производителя, а младшие 3 байта назначаются случайным образом производителем.

Например: 18-B7-34-39-AA-FC.

Сетевой адрес (IP-адрес). Этот адрес не зависит от физического адреса устройства и назначается администратором сети во время её настройки.

Адрес имеет десятичное представление. Длина - 4 байта. Состоит из двух частей: номера сети и номера узла в сети. В зависимости от класса сети, под номер сети выделяется различное число байт. Одно устройство может содержать несколько сетевых адресов, если оно принадлежит адресному пространству нескольких сетей.

Символьный адрес (DNS-имя), например, www.nateks.ru. Этот адрес состоит из нескольких частей: имени машины, имени организации, имени домена. Он используется на прикладном уровне.

Классы IP-адресов

Сетевой адрес состоит из двух логических частей - номера сети и номера узла в сети. Класс сети определяется значениями первых битов адреса:

- *Сети класса А.* Номер сети занимает один байт, остальные три байта определяют номер узла в сети. Для сетей класса А разрешено иметь номера в диапазоне от 1.0.0.0 до 126.0.0.0. Сеть с номером 0.0.0.0 зарезервирована для использования в служебных сообщениях, а сеть с номером 127.0.0.0 используется для петлевого соединения (пересылки пакетов самим себе), поэтому общее количество сетей класса А равно 126. Адреса сетей класса А должны иметь первый бит равный 0.
- *Сети класса В.* Номер сети и номер узла занимают по два байта. Для сетей класса В разрешено иметь номера в диапазоне от 128.0.0.0 до 191.255.0.0. Адреса сетей класса В должны иметь первые два бита равные 10.
- *Сети класса С.* Номер сети и занимает три байта, номер узла - один. Для сетей класса С разрешено иметь номера в диапазоне от 192.0.1.0 до 223.255.225.0. Адреса сетей класса С должны иметь первые три бита равные 110.
- *Сети класса D.* Сети этого класса имеют особый групповой адрес - multicast. Для сетей класса D разрешено иметь номера в диапазоне от 224.0.0.0 до 239.255.225.225. Пакет с адресом, принадлежащим сети

класса D, будет получен всеми узлами, имеющими данный адрес. Адреса сетей класса D должны начинаться с последовательности 1110.

- *Сети класса E.* Сети этого класса не используются и зарезервированы для будущих применений. Для сетей класса E разрешено иметь номера в диапазоне от 240.0.0.0 до 247.255.225.225. Адреса сети класса E должны начинаться с последовательности 11110.

4 байта					
1	2	3	4		
Класс А					
0	№ сети	№ узла			
Класс В					
1	0	№ сети	№ узла		
Класс С					
1	1	0	№ сети № узла		
Класс D					
1	1	1	0	Адрес группы Multicast	
Класс E					
1	1	1	1	0	Зарезервирован

Рис. 2.12. Классы IP адресов

Маски

Маска сети – число, состоящее из четырёх байт. Она представляется десятичными числами, разделёнными точками и используется в паре с IP-адресом. В разрядах IP адреса, определяющих номер сети, маска содержит десятичные числа 255. Маски позволяют выделять пользователям более узкие диапазоны адресов, чем это разрешается в сетях различных классов. Наименьшим выделяемым диапазоном без использования масок является сеть класса C, т.е. 256 адресов. При использовании маски, запись 192.168.1.253 mask 255.255.255.252 определяет адрес 192.168.1.253 в подсети из четырех адресов: 192.168.1.252 - 192.168.1.255.

Специальные IP адреса

В протоколе IP существуют несколько специальных IP адресов:

- если в поле номера сети стоят 0, то по умолчанию считается, что этот узел принадлежит той же самой сети, что и узел, который отправил пакет;
- если в поле номера узла назначения стоят сплошные 1, то пакет, имеющий такой адрес, рассылается всем узлам сети с заданным номером. Такая рассылка называется широковещательным сообщением (broadcast);
- адрес 127.0.0.1 зарезервирован для организации обратной связи при тестировании работы программного обеспечения узла без реальной отправки пакета по сети. Этот адрес имеет название loopback.

Пакет, имеющий адрес multicast, будет доставлен сразу нескольким узлам, образующих группу с номером, указанным в поле адреса. Такие сообщения, в отличие от широковещательных, называются мультивещательными. Групповой адрес обрабатывается маршрутизатором особым образом и не делится на поля номера сети и узла [12].

2.4.3 Автоматическое назначение IP-адресов

Администратор может назначать IP-адреса для сетевых устройств в ручном или в автоматическом режиме. При большом количестве устройств в сети ручное назначение адресов – очень длительный и требующий внимания процесс. Для автоматизации этого процесса был разработан протокол Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). Основной задачей DHCP является динамическое назначение IP-адресов. Однако кроме динамического, DHCP может поддерживать и более простые способы ручного и автоматического статического назначения адресов.

В ручной процедуре назначения адресов активное участие принимает администратор, который предоставляет DHCP-серверу информацию о соответствии IP-адресов MAC адресам или другим идентификаторам клиентов. Эти адреса сообщаются клиентам в ответ на их запросы к DHCP-серверу.

При автоматическом статическом способе DHCP-сервер присваивает свободный IP-адрес из диапазона IP-адресов без вмешательства администратора сети. Границы диапазона назначаемых адресов задает администратор во время конфигурирования DHCP сервера. Если клиент при первом обращении к DHCP серверу получил IP-адрес, то он будет выдаваться ему при всех следующих обращениях.

При динамическом распределении адресов DHCP-сервер выдает адрес клиенту на ограниченное время, что дает возможность впоследствии повторно использовать IP-адреса другими компьютерами. Динамическое разделение адресов позволяет строить IP-сеть, количество узлов в которой, намного превышает количество имеющихся в распоряжении администратора IP-адресов.

2.4.4 Объединение локальных сетей при помощи мостов

Простейшим устройством, предназначенным для логической структуризации сети, является мост (bridge). Он делит среду передачи сети на части (логические сегменты), передавая информацию из одного сегмента в другой только в том случае, если такая передача действительно необходима, то есть, если адрес назначения принадлежит другой подсети.

Мосты соединяют подсети на канальном уровне модели OSI, используя для своей работы аппаратные адреса компьютеров и иных устройств. Мост контролирует поток информации, обрабатывает ошибки передачи, обеспечивает физическую (в отличие от логической) адресацию и управляет доступом к физической среде. Мосты обеспечивают выполнение этих функций путем поддержки различных протоколов канального уровня, которые предписывают определенный поток информации, обработку ошибок, адресацию и алгоритмы доступа к среде.

Основным преимуществом объединения с помощью мостов является прозрачность протоколов верхних уровней. Т.к. мосты работают на канальном уровне, от них не требуется проверки информации высших

уровней. Это означает, что они могут быстро продвигать трафик, представляющий любой протокол сетевого уровня.

Разделяя крупные сети на автономные блоки, мосты обеспечивают ряд дополнительных преимуществ. Во-первых, поскольку пересылается лишь некоторый процент трафика, мосты уменьшают трафик, проходящий через устройства всех соединенных сегментов. Во-вторых, мосты действуют как непреодолимая преграда для некоторых потенциально опасных для сети неисправностей. В-третьих, мосты позволяют осуществлять связь между большим числом устройств, чем ее можно было бы обеспечить на любой LAN, подсоединенной к мосту, если бы она была независима. В-четвертых, мосты увеличивают эффективную длину LAN, позволяя подключать еще не подсоединенные отдаленные станции.

Типы мостов

Мосты бывают локальные и дистанционные. Локальные мосты обеспечивают прямое соединение подсетей, находящихся на одной территории. Дистанционные мосты соединяют подсети на различных территориях, обычно через телекоммуникационные линии. Устройство FG-RAM-SAN-4Eth-R, V1 принадлежит именно к дистанционным мостам.

Дистанционное мостовое соединение представляет ряд уникальных трудностей объединения сетей. Одна из них - разница между скоростями LAN и WAN (большая разница скоростей LAN и WAN иногда не позволяет пользователям передавать через WAN трафик сетевых служб, чувствительных к задержкам).

Дистанционные мосты не могут увеличить скорость WAN, однако они могут компенсировать несоответствия в скоростях путем использования достаточных буферных мощностей. Если какое-либо устройство LAN, способное передавать со скоростью 10 Мбит/с, намерено свяжется с одним из устройств отдаленной LAN, то локальный мост должен регулировать поток информации, передаваемой со скоростью 10 Мбит/с, чтобы не переполнить последовательный канал, который пропускает 2 Мбит/с. Это достигается

путем накопления поступающей информации во внутренних буферах и посылки ее через канал связи. Это осуществимо только для коротких пакетов информации, которые не переполняют буферные мощности моста.

Устройство FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 при работе в качестве моста реализует алгоритмы «прозрачный мост» (transparent bridge) и «связующее дерево» (spanning tree).

Алгоритм «прозрачный мост» назван так потому, что присутствие и работа моста являются прозрачными для хостов сети.

Прозрачный мост строит свою адресную таблицу на основании пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующим в подключенных к его портам сегментах. При этом мост учитывает адреса источников кадров данных, поступающих на порты моста. По адресу источника кадра мост делает вывод о принадлежности этого узла тому или иному сегменту сети. Процесс создания адресной таблицы моста можно рассмотреть на примере простой сети, состоящей из двух сегментов (рис. 2.13, табл. 2.3)

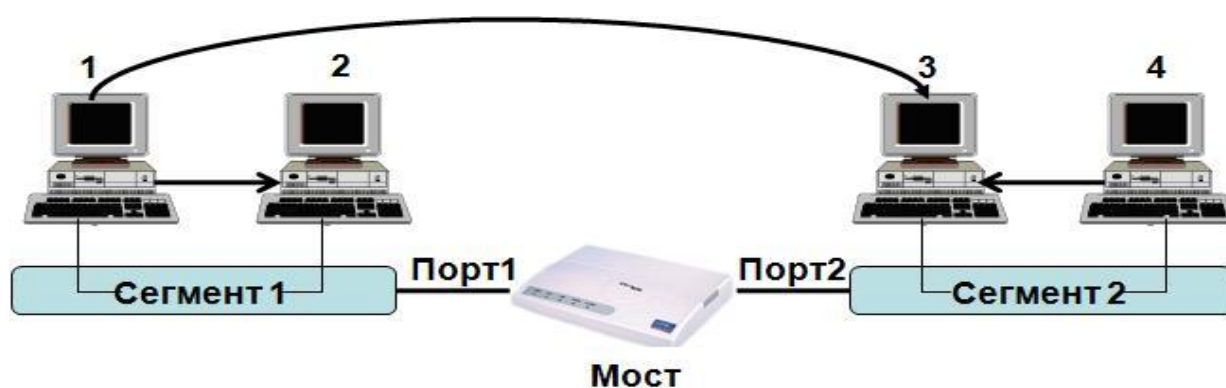


Рис. 2.13. Простая сеть, состоящая из двух сегментов

Таблица 2.3

MAC-адрес	Порт
1	1
2	1
3	2
4	2

Мост соединяет два логических сегмента. Сегмент 1 составляют компьютеры, подключенные к порту 1 моста, а сегмент 2 - компьютеры, подключенные к порту 2 моста.

Каждый порт моста работает как конечный узел своего сегмента за одним исключением - порт моста не имеет собственного MAC - адреса. Порт моста работает в так называемом неразборчивом (promiscuous) режиме захвата пакетов, когда все поступающие на порт пакеты запоминаются в буферной памяти. С помощью такого режима мост следит за всем трафиком, передаваемым в присоединенных к нему сегментах, и использует проходящие через него пакеты для изучения состава сети. Так как в буфер записываются все пакеты, то адрес порта мосту не нужен.

В исходном состоянии мост ничего не знает о том, компьютеры с какими MAC - адресами подключены к каждому из его портов. Поэтому в этом случае мост просто передает любой захваченный и буферизованный кадр на все свои порты за исключением того, от которого этот кадр получен. В примере у моста только два порта, поэтому он передает кадры с порта 1 на порт 2, и наоборот. Отличие работы моста в этом режиме от повторителя в том, что он передает кадр не побитно, а с буферизацией. Буферизация разрывает логику работы всех сегментов как единой разделяемой среды. Когда мост собирается передать кадр с сегмента на сегмент, например с сегмента 1 на сегмент 2, он заново пытается получить доступ к сегменту 2 как конечный узел по правилам алгоритма доступа, в данном примере - по правилам алгоритма CSMA/CD.

Одновременно с передачей кадра на все порты мост изучает адрес источника кадра и делает новую запись о его принадлежности в своей адресной таблице, которую также называют таблицей фильтрации или маршрутизации. Например, получив на свой порт 1 кадр от компьютера 1, мост делает первую запись в своей адресной таблице: MAC - адрес 1 - порт 1. Если все четыре компьютера данной сети проявляют активность и посылают

друг другу кадры, то скоро мост построит полную адресную таблицу сети, состоящую из 4 записей - по одной записи на узел.

После того как мост прошел этап обучения, он может работать более рационально. При получении кадра, направленного, например, от компьютера 1 компьютеру 3, он просматривает адресную таблицу на предмет совпадения ее адресов с адресом назначения 3. Поскольку такая запись есть, то мост выполняет второй этап анализа таблицы - проверяет, находятся ли компьютеры с адресами источника (в примере - это адрес 1) и адресом назначения (адрес 3) в одном сегменте. Так как в нашем примере они находятся в разных сегментах, то мост выполняет операцию продвижения (forwarding) кадра - передает кадр на другой порт, предварительно получив доступ к другому сегменту.

Если бы оказалось, что компьютеры принадлежат одному сегменту, то кадр просто был бы удален из буфера и работа с ним на этом бы закончилась. Такая операция называется фильтрацией (filtering).

Если же адрес назначения неизвестен, то мост передает кадр на все свои порты, кроме порта - источника кадра, как и на начальной стадии процесса обучения.

Прозрачный мост успешно изолирует внутрисегментный трафик, тем самым сокращая трафик в каждом отдельном сегменте. Это уменьшает время реакции сети. Степень сокращения трафика и уменьшения времени реакции зависят от объема межсегментного трафика относительно общего трафика, а также от объема широковещательного трафика.

Существенным препятствием, нарушающим правильную работу алгоритма «прозрачного моста» является наличие «петель» в сети, как это показано на рис. 2.14.

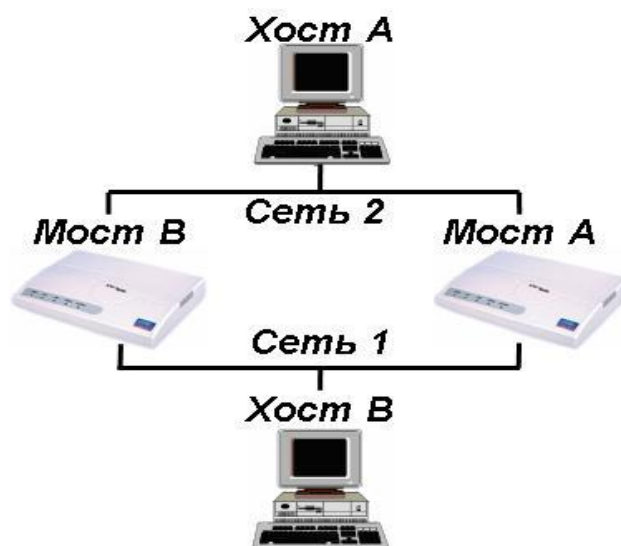


Рис. 2.14. Наличие «петель» в сети

Предположим, что хост А отправляет блок данных в хост В. Оба моста принимают этот блок данных и делают правильный вывод о том, что машина А находится в сети 2. К сожалению, после того, как машина В примет два экземпляра блока данных машины А, оба моста снова получают этот же блок данных на свои интерфейсы от Сети 1, т.к. все хосты принимают все широковещательные сообщения LAN. В некоторых случаях мосты затем изменяют свои внутренние таблицы, чтобы указать, что машина А находится в Сети 1. В этом случае при ответе машины В на блок данных машины А оба моста примут, а затем проигнорируют эти ответы, т.к. их таблицы укажут, что данный пункт назначения (машина А) находится в том же сегменте сети, что и источник этого блока данных.

Помимо основных проблем связности, подобных описанной выше, потенциально серьезной проблемой является размножение широковещательных сообщений в сетях с петлями. Предположим, что первоначальный блок данных машины А является широковещательным. Оба моста будут бесконечно продвигать этот блок данных, используя всю доступную ширину полосы сети и блокируя передачу других пакетов в обоих сегментах.

Для разрешения описанных проблем был разработан алгоритм связующего дерева (Spanning-Tree Algorithm, STA). Он сохраняет преимущества петель, устранив их проблемы. Алгоритм опубликован в спецификации IEEE 802.1d.

STA предусматривает свободное от петель подмножество топологии сети путем размещения таких мостов, которые, если они включены, то образуют петли в резервном (блокирующем) состоянии. Порты блокирующего моста могут быть активированы в случае отказа основного канала, обеспечивая новый тракт через объединенную сеть. Рис. 2.15 и рис. 2.16 объясняют, каким образом STA устраняет петли.

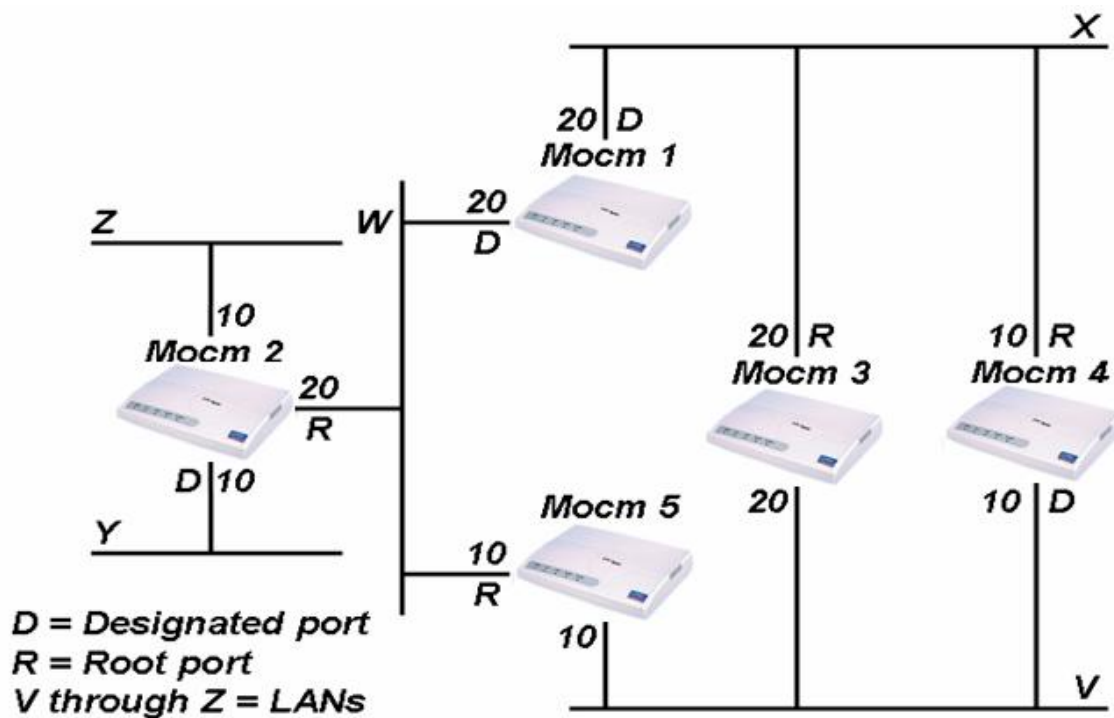


Рис. 2.15. Сеть до выполнения алгоритма связующего дерева

STA требует, чтобы каждому мосту был назначен уникальный идентификатор. Обычно этот идентификатор является одним из адресов MAC данного моста, который дополнен приоритетом. Каждому порту во всех мостах также назначается уникальный (в пределах этого моста) идентификатор (как правило, его собственный адрес MAC). И наконец, каждый порт моста взаимосвязан с затратами какого-нибудь тракта. Затраты

тракта представляют собой затраты на передачу какого-нибудь блока данных в одну из локальных сетей через этот порт. На рис. 2.15 затраты трактов отмечены на линиях, исходящих из каждого моста. Затраты трактов обычно устанавливаются по умолчанию, но могут быть назначены вручную администраторами сети.

Первым шагом при вычислении связующего дерева является выбор корневого моста (*root bridge*), который представляет собой мост с наименьшим значением идентификатора моста. На рис. 2.15 корневым мостом является Мост 1. Далее определяется корневой порт (*root port*) во всех остальных мостах. Корневой порт моста - это порт, через который можно попасть в корневой мост с наименьшими комбинированными затратами тракта. Эта величина (т.е. наименьшие комбинированные затраты тракта до корневого моста) называется затратами корневого тракта (*root path cost*).

И, наконец, определяются назначенные мосты (*designated bridges*) и их назначенные порты (*designated ports*). Назначенный мост - это тот мост каждой локальной сети, который обеспечивает минимальные затраты корневого тракта. Назначенный мост локальной сети является единственным мостом, который позволяет продвигать блоки данных в ту локальную сеть (и из нее), для которой этот мост является назначенным. Назначенный порт локальной сети - это тот порт, который соединяет ее с назначенным мостом.

В некоторых случаях два или более мостов могут иметь одинаковые затраты корневого тракта. Например, на рис. 2.15 как Мост 4, так и Мост 5 могут достичь Мост 1 (корневой мост) с затратами тракта 10. В этом случае снова используются идентификаторы моста, на этот раз для определения назначенных мостов. При выборе предпочтение отдано порту LAN V Моста 4 перед портом LAN V Моста 5. При использовании этого процесса устраняются все мосты, непосредственно соединенные с каждой LAN, кроме одного; таким образом, удаляются все петли между двумя LAN. STA также устраняет петли, включающие более двух LAN, в то же время сохраняя

связность. На рис. 2.16 «Сеть после выполнения алгоритма связующего дерева» показаны результаты действия STA в сети, изображенной на рис. 2.15. Сравнение двух рисунков показывает, что алгоритм перевел в режим резерва как порты Моста 3 в LAN V, так и порты Моста 5 в LAN V.

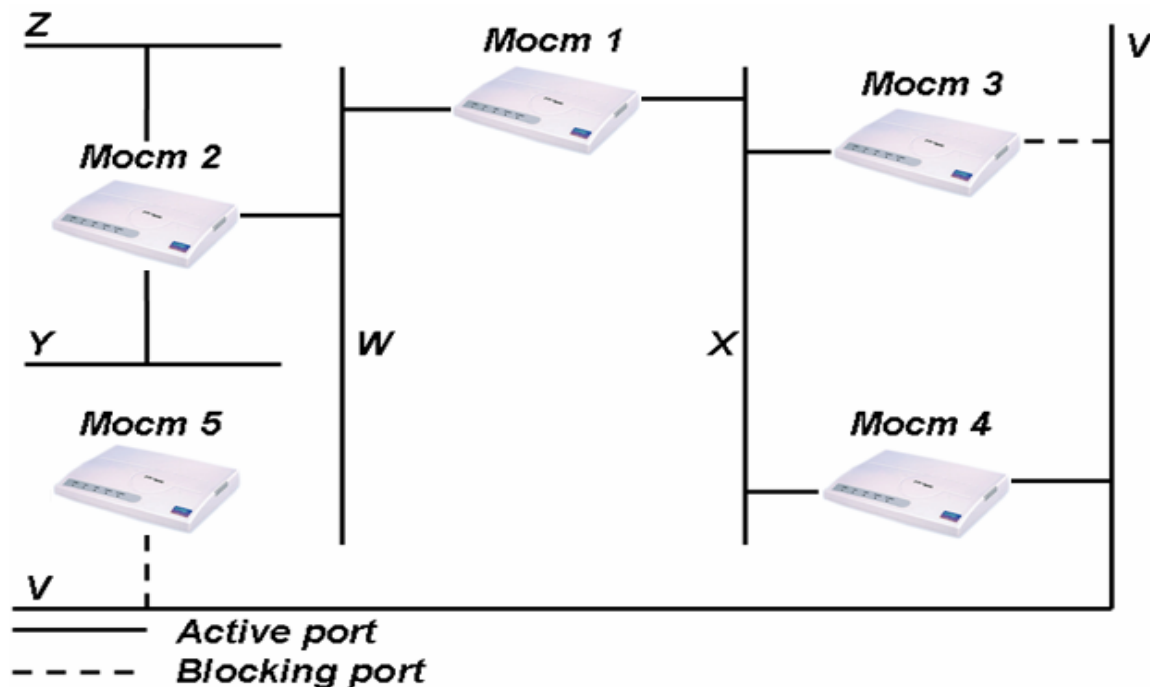


Рис. 2.16. Сеть после выполнения алгоритма связующего дерева

Расчет связующего дерева имеет место при подаче питания на мост и во всех случаях обнаружения изменения топологии. Для расчета необходима связь между мостами связующего дерева, которая осуществляется через сообщения конфигурации. Они содержат информацию, идентифицирующую тот мост, который считается корневым (т.е. идентификатор корневого моста), расстояние от моста-отправителя до корневого моста (затраты корневого тракта), а также идентификаторы моста и порта моста-отправителя, а также возраст информации, содержащейся в сообщении конфигурации.

Мосты обмениваются сообщениями конфигурации через регулярные интервалы времени (обычно 1-4 с). Если какой-нибудь мост отказывает (вызывая изменение в топологии), то соседние мосты вскоре обнаруживают отсутствие сообщений конфигурации и инициируют пересчет связующего дерева[13].

В устройстве FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 реализованы как алгоритм прозрачного моста, так и алгоритм связующего дерева.

2.4.5 Объединение сетей при помощи маршрутизаторов

Слово маршрутизация означает передачу информации от источника к приёмнику через объединенную сеть. При этом, хотя бы один раз необходимо преодолеть разветвление сети. Маршрутизация часто противопоставляется объединению сетей с помощью моста. Основное различие между ними заключается в том, что объединение с помощью моста имеет место на Уровне 2 эталонной модели OSI, в то время как маршрутизация встречается на Уровне 3. Этой разницей объясняется то, что маршрутизация и объединение по мостовой схеме используют различную информацию в процессе ее перемещения от источника к месту назначения. Результатом этого является то, что маршрутизация и объединение с помощью моста выполняют свои задачи разными способами.

2.4.5.1 Составляющие маршрутизации

Маршрутизация состоит из двух основных составляющих: определение оптимального маршрута между источником и приёмником информации, и передача информации по сети. Последняя функция называется коммутацией.

Определение оптимального маршрута

Определение маршрута основывается на различных показателях, вычисленных на основе одной переменной, например, длины маршрута или комбинациях переменных. Алгоритмы маршрутизации высчитывают показатели маршрута для определения оптимального пути к пункту назначения.

Для облегчения процесса определения маршрута алгоритмы маршрутизации инициализируют и поддерживают таблицы маршрутизации, в которых содержится маршрутная информация. Маршрутная информация изменяется в зависимости от используемого алгоритма маршрутизации.

Алгоритмы маршрутизации заполняют маршрутные таблицы необходимой информацией. Комбинации "Пункт назначения/Следующая пересылка" сообщают маршрутизатору, что пункт назначения может быть достигнут кратчайшим путем при отправке пакета в определенный маршрутизатор, представляющий "следующую пересылку" на пути к конечному пункту назначения. При приеме поступающего пакета маршрутизатор проверяет адрес пункта назначения и пытается ассоциировать этот адрес со следующей пересылкой. Табл. 2.4 – пример таблицы маршрутизации.

Таблица 2.4

<i>Пункт назначения</i>	<i>Следующая пересылка</i>
27	Маршрутизатор А
57	Маршрутизатор В
17	Маршрутизатор С
24	Маршрутизатор А
52	Маршрутизатор А
16	Маршрутизатор В
26	Маршрутизатор А

В маршрутных таблицах может содержаться также и другая информация. "Показатели" обеспечивают информацию о желательности какого-либо канала или тракта. Маршрутизаторы сравнивают показатели, чтобы определить оптимальные маршруты. Показатели отличаются друг от друга в зависимости от использованной схемы алгоритма маршрутизации.

Маршрутизаторы сообщаются друг с другом (и поддерживают свои маршрутные таблицы) путем передачи различных сообщений. Одним из видов таких сообщений является сообщение об "обновлении маршрутизации". Обновления маршрутизации обычно включают всю маршрутную таблицу или ее часть. Анализируя информацию об обновлении маршрутизации, поступающую ото всех маршрутизаторов, любой из них может построить детальную картину топологии сети. Другим примером сообщений, которыми обмениваются маршрутизаторы, является "объявление о состоянии канала". Объявление о состоянии канала информирует другие маршрутизаторы о состоянии каналов отправителя. Канальная информация

также может быть использована для построения полной картины топологии сети. После того, как топология сети определена, маршрутизаторы могут определить оптимальные маршруты ко всем пунктам назначения.

Передача информации по сети, коммутация

Алгоритмы коммутации сравнительно просты и в основном одинаковы для большинства протоколов маршрутизации. В большинстве случаев хост определяет необходимость отправки пакета на другой хост. Получив адрес маршрутизатора, хост-источник отправляет пакет, адресованный специально на физический адрес маршрутизатора (уровень МАС), однако с адресом протокола (сетевой уровень) хоста пункта назначения.

После проверки сетевого адреса пакета маршрутизатор определяет, находится или нет адрес пункта назначения в таблице маршрутизации. Во втором случае (когда маршрутизатор не нашёл адрес в таблице маршрутизации) пакет, как правило, игнорируется. В первом случае маршрутизатор отсылает пакет к следующему маршрутизатору путем замены физического адреса пункта назначения на физический адрес следующего маршрутизатора и последующей передачи пакета.

По мере того, как пакет передаётся через объединенную сеть, его физический адрес меняется, однако адрес протокола сетевого уровня остается неизменным. Этот процесс иллюстрируется на рис. 2.17.



Рис. 2.17. Передача пакета через объединенную сеть

2.4.5.2 Алгоритмы маршрутизации, протокол RIP

От алгоритма маршрутизации зависит скорость обработки информации, её достоверность. Но более сложные и быстросействующие

алгоритмы накладывают повышенные требования к мощности самих маршрутизаторов.

Самые простые алгоритмы – статические алгоритмы маршрутизации. Таблицы маршрутизации устанавливаются администратором сети, и в дальнейшем они не изменяются, если только администратор сети их не изменит. Никакие изменения в работе сети не отслеживаются, но алгоритмы статических маршрутов просты в обработке и хорошо работают в простых сетях с небольшим трафиком. Более сложные алгоритмы – динамические. Они подстраиваются к изменениям в сети в масштабе реального времени. Они выполняют это путем анализа поступающих сообщений об обновлении маршрутных таблиц. При получении сообщения об изменении в сети маршрутизатор корректирует свою таблицу маршрутизации и рассылает служебную информацию всем известным ему узлам.

К протоколам динамической маршрутизации относится протокол RIP (Routing Information Protocol), реализованный в модеме FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1.

Таблица маршрутизации RIP содержит информацию о конечном пункте назначения пакета, адресе следующей пересылки на пути к пункту назначения и число пересылок (metric). В таблице маршрутизации может находиться также и другая информация, в том числе различные таймеры, связанные с данным маршрутом, например, табл. 2.5.

Таблица 2.5

Destination	Next hop	Distance	Timers	Flags
Network A	Router 1	3	t1, t2, t3	x,y
Network B	Router 2	5	t1, t2, t3	x,y
Network C	Router 1	2	t1, t2, t3	x,y

RIP поддерживает только самые лучшие маршруты к пункту назначения. Если новая информация обеспечивает лучший маршрут, то эта информация заменяет старую маршрутную информацию. Изменения в топологии сети могут вызывать изменения в маршрутах, приводя к тому, например, что какой-нибудь новый маршрут становится лучшим маршрутом

до конкретного пункта назначения. Когда появляются изменения в топологии сети, то эти изменения отражаются в сообщениях о корректировке маршрутизации. Например, когда какой-нибудь маршрутизатор обнаруживает отказ одного из каналов или другого маршрутизатора, он повторно вычисляет свои маршруты и отправляет сообщения о корректировке маршрутизации. Каждый маршрутизатор, принимающий сообщение об обновлении маршрутизации, в котором содержится изменение, корректирует свои таблицы и распространяет это изменение [13].

2.4.5.3 Доступ из ЛВС в Интернет, NAT

Технология NAT (Network Address Translation) позволяет решать две основные проблемы, стоящие сегодня перед глобальной сетью Интернет. Это – ограниченность адресного пространства протокола IP и масштабирование маршрутизации.

При необходимости подключения к Интернет, когда количество внутренних узлов сети превышает выданное поставщиком услуг Интернет количество реальных адресов IP, NAT позволяет частным сетям IP, использующим незарегистрированные адреса, получать доступ к ресурсам Интернет. Функции NAT конфигурируются на пограничном маршрутизаторе, разграничивающем частную (внутреннюю) сеть Интранет и сеть Интернет.

При необходимости изменения внутренней системы адресов, вместо того, чтобы производить полное изменение всех адресов всех узлов внутренней сети, что представляет собой достаточно трудоемкую процедуру, NAT позволяет производить их трансляцию в соответствии с новым адресным планом.

При необходимости организации простого разделения трафика на основе портов TCP, функции NAT предоставляют возможность установления соответствия (mapping) множества локальных адресов одному внешнему адресу, используя функции распределения нагрузки TCP.

Функционирование NAT

Технология NAT определяет, как это оговорено в стандарте RFC 1631, способы трансляции IP адресов, используемых в одной сети, в адреса, используемые в другой.

Существует 3 базовых концепции трансляции адресов - статическая, динамическая, и masquerading.

Static Network Address Translation

Статическая трансляция (static NAT). Маршрутизатор NAT хранит таблицу соответствия внутренних и внешних IP-адресов. В этом случае зарегистрированный адрес Интернета нужен каждому внутреннему компьютеру, но внутренний компьютер становится доступным из Интернета, поскольку NAT обеспечивает взаимнооднозначное преобразование адресов.

Dynamic Network Address Translation

Динамическая трансляция необходима в случае, когда количество транслируемых адресов (внутренних и внешних) различно, впрочем, иногда применяется и в случае, когда их количество одинаково, но из каких-либо соображений зависимость не может быть описана правилами статической трансляции. Количество взаимодействующих хостов в любом случае будет ограничено числом свободных (доступных) на NAT-интерфейсе адресов. Динамическая реализация NAT более сложна, поскольку требует вести учет взаимодействующих хостов, а иногда и конкретных соединений, в случае, когда требуется просмотр и модификация содержимого на 4-м уровне (например, TCP).

В этой технологии в отличие от статической трансляции появляется новое понятие – таблица NAT (NAT table), которая применительно к динамической трансляции представляет собой таблицу соответствия внутренних адресов и адресов интерфейса NAT (далее для краткости - NAT адресов).

Masquerading (NAPT, PAT)

Трансляция адреса порта PAT (Port Address Translation) – это частный случай динамической трансляции, при котором мы имеем только один внешний адрес, за которым "спрятаны" внутренние - их может быть теоретически сколько угодно. В отличие от оригинальной динамической трансляции, PAT, разумеется, не подразумевает функционирование одновременно только одного соединения. Дабы расширить количество одновременных сеансов, эта техника использует информацию о номере TCP порта. Таким образом, количество одновременных сеансов ограничено только количеством свободных (из числа выделенных под NAT портов) [10].

2.5 Назначение модема

Модуль FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1 входит в состав семейства оборудования FlexDSL PAM, предназначенного для организации высокоскоростных каналов связи по однопарным физическим линиям (DSL). Модуль представляет собой модем G.shdsl, рассчитанный на скорости передачи информации от 64 до 2312 кбит/с. Современный тип кодирования TC-PAM имеет самые лучшие на сегодняшний день характеристиками дальности и электромагнитной совместимости при работе на однопарных абонентских линиях. TC-PAM расшифровывается как Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation (импульсная амплитудно-фазовая модуляция с треллис-кодированием). Суть данного метода кодировки состоит в увеличении числа уровней (кодовых состояний) с 4 (как в 2B1Q) до 16 и применении специального механизма коррекции ошибок.

2.6 Основные особенности

- Высокоскоростная симметричная передача данных по одной ненагруженной медной витой паре с волновым сопротивлением 135 Ом в соответствии с G.shdsl ITU G.991.2;
- Линейное кодирование TC-PAM;

- Линейная скорость от 72 кбит/с до 2320 кбит/с;
- Ручной или автоматический режим выбора линейной скорости;
- Сетевой стык Ethernet 10BaseT;
- Встроенный HUB на 4 порта;
- Функции моста или маршрутизатора;
- AAL5 для ATM поверх SHDSL;
- Установка приоритетов для трафика;
- Поддержка DNS;
- Встроенный DHCP сервер;
- Поддержка NAT;
- Статическая и динамическая маршрутизация, RIP
- Встроенные функции диагностики и самотестирования;
- Легкость применения, низкая потребляемая мощность;
- Консольный порт для локального управления;
- Управление по TELNET или HTTP;
- Встроенный SNMP агент;
- Возможность дистанционной загрузки программного обеспечения по протоколу TFTP;
- Различные типы конструктивного исполнения.

2.7 Описание устройства

2.7.1 Общие сведения о функционировании

Устройство FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 является высокоинтегрированным оборудованием высокоскоростной цифровой системы передачи для симметричных ненагруженных медных линий. Для передачи информации по витой паре используется технология линейного кодирования TC-PAM (стандарт G.shdsl), которая выбрана МСЭ в качестве единственного всемирного стандарта на высокоскоростную симметричную передачу по одной паре. Устройство состоит из следующих функциональных блоков:

- Микропроцессора с программным обеспечением;

- Блока памяти;
- Сигнального процессора;
- Источника электропитания (DC/DC-конвертера);
- Сетевого интерфейса Ethernet 10BaseT;
- Интерфейса управления;
- Линейного интерфейса.

Структурная схема модуля изображена на рис. 2.18.

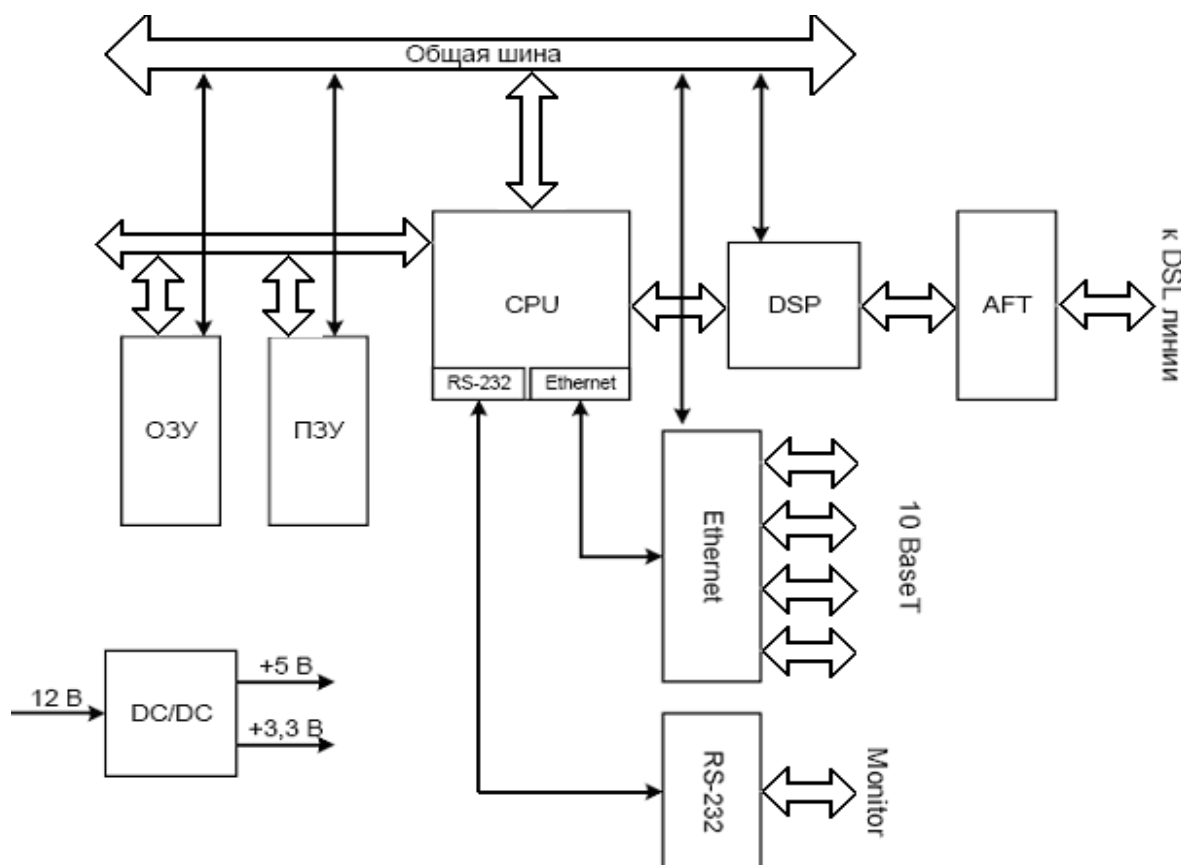


Рис. 2.18. Структурная схема модуля

Блок микропроцессора управляет всеми функциональными блоками модуля в соответствии с программным обеспечением и установленными параметрами. Микропроцессор поддерживает интерфейсы Ethernet и RS232.

Блок памяти хранит управляющую микропрограмму, переменные среды и служит для буферизации Ethernet пакетов. Установка параметров работы, переключение режимов и контроль состояния системы возможны через интерфейс управления с помощью терминала типа VT100 или по

протоколам Telnet, HTTP через интерфейс Ethernet. Через интерфейс Ethernet также может осуществляться загрузка программного обеспечения.

Сигнальный процессор осуществляет преобразование потока данных перед подачей в линию, а именно:

- генерацию структуры цикла SHDSL (слов синхронизации, служебных бит и пр.) и заполнение ее данными;
- выравнивание синхронизации между внутренней шиной данных устройства и передачей в линии (т.е. управление алгоритмом стаффинга).

Сигнальный процессор также осуществляет управление процессом установления связи в линии и цифровую обработку сигнала, поступающего из линии.

В блок линейного интерфейса входит схема с интегрированными в нее блоками ЦАП и АЦП, входными и выходными усилителями с программируемым усилением и аналоговыми фильтрами, служащими для преобразования цифровых данных в сигнал для передачи в линию и наоборот.

Питание модуля осуществляется от встроенного AC-DC/DC конвертера напряжениями +3,3 В и +5 В.

Блок сетевого интерфейса служит для преобразования уровней сигнала данных оборудования, подключенного к сетевым стыкам, и предварительной обработки информации, в соответствии с заданными режимами работы сетевого стыка, перед передачей на микропроцессор [10].

2.7.2 Режимы работы

Режим работы изменяется локально с управляющего компьютера, подключенного к разъему управления модуля или удаленно по протоколам Telnet или HTTP.

2.7.2.1 Линейный стык G.shdsl

Режим “Ведущий/Ведомый”

Для установления связи между двумя модулями необходимо, чтобы один модуль работал в режиме COE (Ведущий), а другой – в режиме CPE (Ведомый). При этом процедура установления связи контролируется модулем COE. Невозможно установление связи с конфигурацией COE-COE или CPE-CPE. По умолчанию модули установлены в режим CPE.

Установка соединения на фиксированной скорости (Fixed Mode)

Устройства могут устанавливать соединение на фиксированной скорости. Адаптация линейной скорости к параметрам линии производиться не будет, т. е. соединение будет установлено на указанной скорости, даже если линия позволяет более высокую скорость. Фиксированная скорость задается на стороне COE, а устройство CPE должно быть настроено в адаптивный режим.

Установка соединения с автоматическим выбором скорости (Adaptive Mode)

Для упрощения процесса установки, устройства могут автоматически выбирать линейную скорость, адаптируясь к качеству линии. Критерием для выбора оптимальной линейной скорости является отсутствие потерянных пакетов за тестовый временной интервал.

Адаптивный режим устанавливается на устройствах COE и CPE.

2.7.2.2 Сетевой стык Ethernet 10/100BaseT

Функциональные возможности сетевого стыка Ethernet зависят от используемого режима работы устройства.

Режим моста

Режим моста существует для простого соединения локальных сетей. При этом используется алгоритм инкапсуляции Ethernet трафика в ATM согласно RFC1483. Устройство FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 может работать по алгоритму прозрачного моста или связующего дерева.

Режим маршрутизатора

При недостаточности функций моста, устройство FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 может быть переведено в режим маршрутизатора. Ethernet трафик

инкапсулируется согласно RFC1483, RFC2364, RFC2516. Устройство FG-PAM-SAN-4Eth-R,V1 реализует алгоритмы статической или динамической маршрутизации.

2.7.2.3 Интерфейс ATM

Со стороны линейного стыка G.shdsl, устройство FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 выступает как SHDSL модем, использующий для передачи информации протокол ATM. Это позволяет подключать его к оборудованию DSLAM различных производителей. В текущей версии программного обеспечения реализованы следующие возможности ATM:

- мультипротокольная инкапсуляция разнородного LAN-трафика в ячейки ATM. (AAL5) по рекомендации RFC1483;
- поддержка протоколов IP over ATM и PPP over ATM;
- организация 8 PVC в режиме моста;
- в режиме маршрутизатора организуются один PVC для моста, по RFC1483, 8 PVC для IP over ATM, один PVC для PPP over ATM;
- поддержка элементов QoS: UBR, CBR, VBR-nrt;
- интерфейсы ATM UNI версий 3.0, 3.1, 4.0.

2.7.3 Описание светодиодов

Для контроля режима работы модуля и идентификации аварийных состояний предусмотрены следующие светодиоды (табл. 2.6).

Таблица 2.6

Элемент	Состояние		
	Выключен	Включён	Мигает
Alarm	Нормальная работа	Авария или старт устройства	Низкое качество тракта BER > 15%
Synch	DSL – линия не подключена	Синхронизация установлена	Идёт установка синхронизации
Link	Не подключена сеть Ethernet	Сеть Ethernet подключена	Идёт обмен пакетами между shdsl и Ethernet – блоками устройства
Act	--	--	Принят Ethernet - пакет
Pwr	Нет питания на устройстве	Есть питание на устройстве	--
Link	Порт концентратора	Порт концентратора	--

1, 2, 3, 4	не активен	активен	
100 M 1, 2, 3, 4	Выбрана скорость 10 Мбит	Выбрана скорость 100 Мбит	--
FDX 1, 2, 3, 4	Halfduplex	Fullduplex	--

2.8 Конструкция

Stand Alone

С конструктивной точки зрения модули FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 представляет собой корпус из ударопрочного полистирола, в котором смонтированы основные элементы устройства. Источник питания выполнен отдельно в виде вилки увеличенных габаритов, включаемой в сетевую розетку.

На панелях устройства (рис. 2.19) размещены разъемы и средства индикации, указанные в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Элемент	Назначение
Alarm	Светодиод индикации аварии оборудования
Sync	Светодиод состояния xDSL линии
Link	Светодиод состояния пользовательского интерфейса Ethernet
Act	Светодиод индикации передачи по пользовательскому интерфейсу
Pwr	Светодиод индикации питания
xDSL	Разъем RJ11 для подключения DSL-линии
X1 – X4	4 разъема RJ45 для подключения к сети Ethernet
1, 2, 3, 4	Индикации активности порта концентратора Ethernet
Col	Светодиод возникновения коллизии в Ethernet интерфейсе
DC/IN	Разъём для подключения внешнего адаптера питания
Monitor	Разъем DB9F для подключения к терминалу управления
┐	Болт заземления

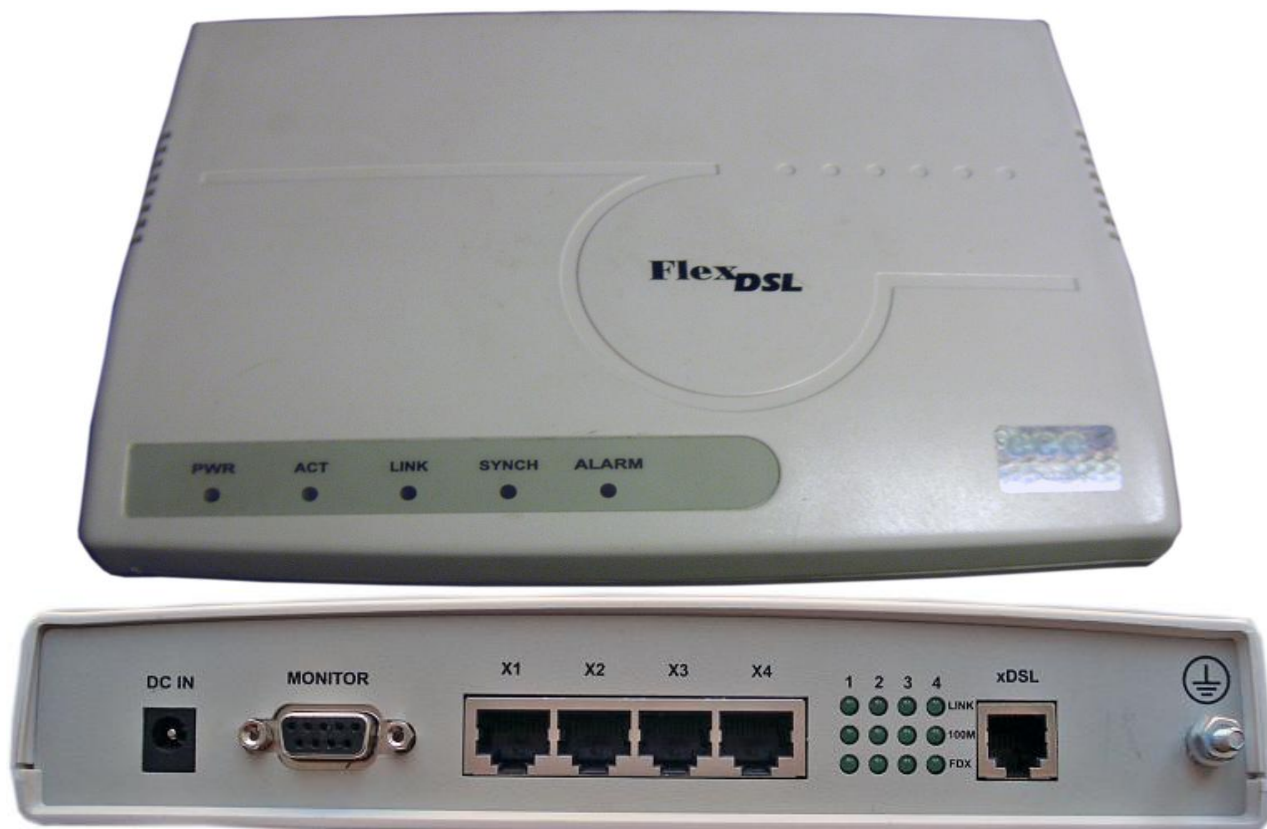


Рис. 2.19. Вид передней и задней панелей модулей

2.9 Примеры использования устройства абонентского доступа FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1

Популярность решений на основе технологий DSL обусловлена тем, что они обеспечивают передачу данных и телефонии с высокой скоростью (до 2 Мбит/с) на большие расстояния - до 4 км по паре с сечением 0,5 мм со значительно меньшими затратами, по сравнению с другими существующими технологиями высокоскоростной передачи данных.

Типовые задачи, которые позволяет решать оборудование FlexDSL:

1. Связь удаленных офисов в единую сеть;
2. Организация высокоскоростного доступа в Интернет в корпоративных сетях.

2.9.1 Высокоскоростной доступ по модему FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1

Для связи локальных сетей удаленных офисов используются модемы FlexDSL с интерфейсами 10Base-T Ethernet (router) или V.35. Использование

модемов, работающих по одной паре, снижает затраты на аренду линии, а встроенные маршрутизатор и четырехпортовый концентратор (рис. 2.20) позволяют сэкономить на сетевом оборудовании. Организованный таким образом высокоскоростной канал (рис. 2.21) позволяет не только связать локальные сети предприятий, но и работать с распределенными базами данных в реальном времени, а также – организовать высококачественную видеоконференцсвязь.

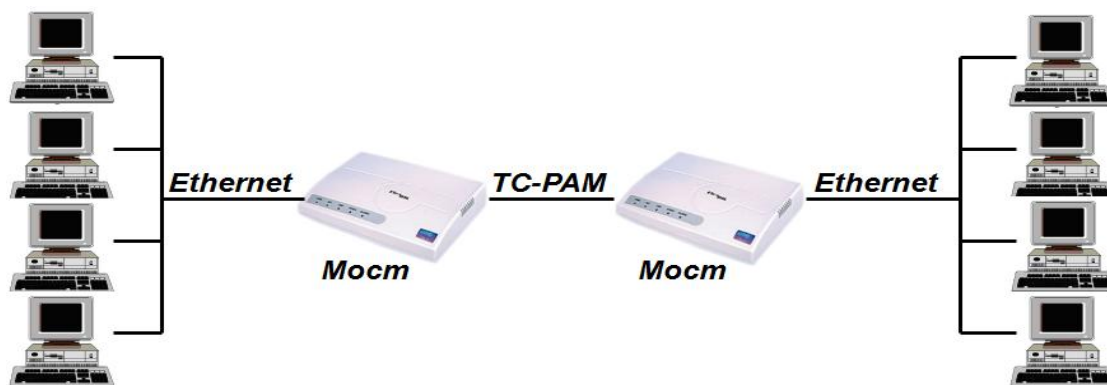


Рис. 2.20. Использование четырехпортового концентратора

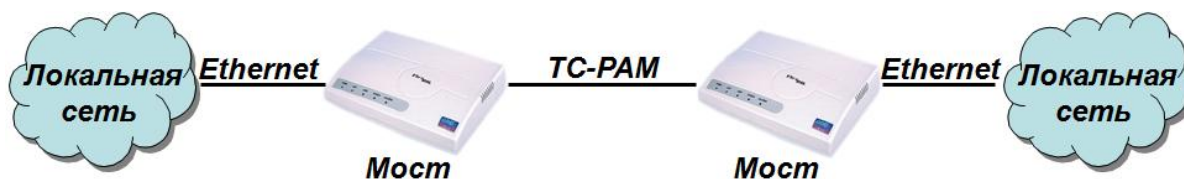


Рис. 2.21. Высокоскоростной канал

2.9.2 Организация доступа в Internet в корпоративных сетях

Другой вариант использования модема FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 – подключение корпоративной сети к Интернету на скорости 2 Мбит/с (рис. 2.22). Для этого в помещении провайдера и в офисе компании устанавливаются модемы FlexDSL Ethernet. К модему на стороне провайдера подключается маршрутизатор, а на стороне офиса – компьютер или сервер клиента. Такой высокоскоростной канал обеспечивает комфортную работу в Интернете до двухсот пользователей [10].

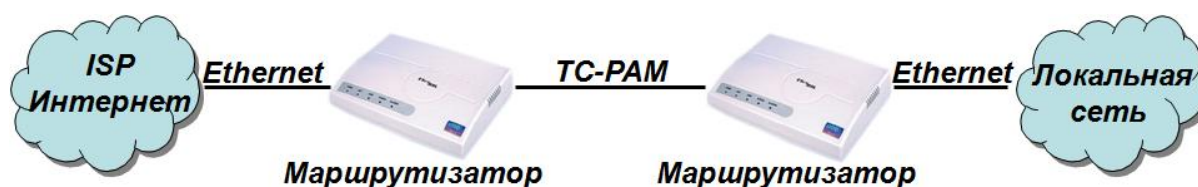


Рис. 2.22. Подключение корпоративной сети к Интернету

2.9.3 Личный опыт работы

Для организации высокоскоростного доступа в Интернет я использую устройство абонентского доступа фирмы ZyXEL, которое работает по технологии ADSL2+ и выполняет те же функции, что и устройство FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1. Оно позволяет объединить в домашнюю сеть несколько компьютеров и обеспечивает доступ в Интернет из любой точки квартиры без необходимости прокладывать дополнительные провода. Модем имеет встроенный четырёхпортовый коммутатор для непосредственного подключения компьютеров или других сетевых устройств. Он автоматически определяет параметры каждого сетевого подключения и использует максимально возможную скорость. С установкой этого модема исчезает необходимость самостоятельной ручной настройки каждого сетевого устройства. Встроенный сервер DHCP автоматически назначает IP-адреса и другие необходимые сетевые параметры всем компьютерам в локальной сети. Настройка модема для работы при помощи программы ZyXEL NetFriend (Сетевой Друг) — дело нескольких минут. NetFriend знает параметры настройки ADSL-канала для всех известных провайдеров. Требуется лишь выбрать из списка своего провайдера и тарифный план. Общая схема использования приведена на рис. 2.23 [14].

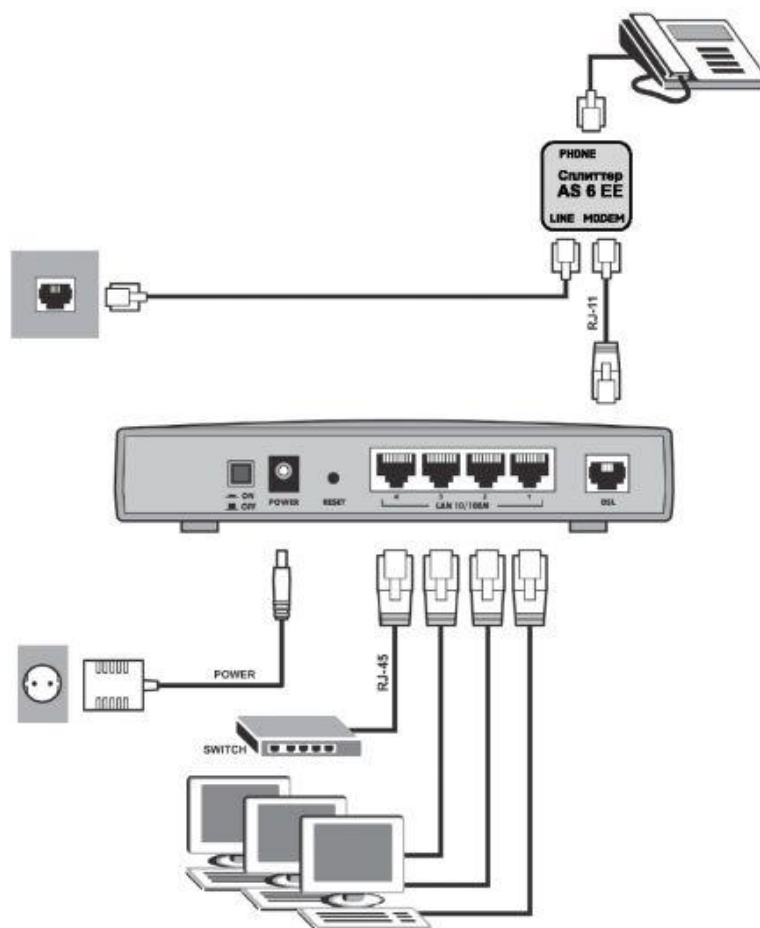


Рис. 2.23. Схема использования устройства фирмы ZyXEL

3 Разработка структуры электронного учебного курса, функциональное наполнение и выбор инструментальных средств для его реализации

3.1 Цели создания электронного учебного курса

Задумывая идею электронного учебного курса, преследовались несколько целей:

во-первых, предоставить студентам эффективное и легкодоступное средство обучения, которое включало бы в себя теоретический материал, вопросы и практические задания, и выполняло бы не только обучающую, но и контролирующую и оценивающую функции;

во-вторых, провести анализ теоретического материала, предлагаемого к компьютерной реализации с целью определения его пригодности к подобной реализации и степень ее эффективности;

в-третьих, продолжить, и в чем-то оживить, процесс внедрения

средств новых информационных технологий в область преподавания;

в-четвертых, хотелось предоставить нашему университету полноценное программное обеспечение, которое сможет применяться при обучении, которым смогут пользоваться множество студентов, и с помощью которого можно будет достичь более эффективных результатов в обучении.

Все вышеизложенное накладывает требования к содержанию информационной базы учебного курса и его построению.

3.2 Требования к электронному учебному курсу

Вопрос о требованиях весьма сложен, от его решения зависит вся судьба электронного учебного курса, удобство его использования, модернизация и т.д. Можно составить следующую схему предъявляемых групп требований (рис. 3.1):

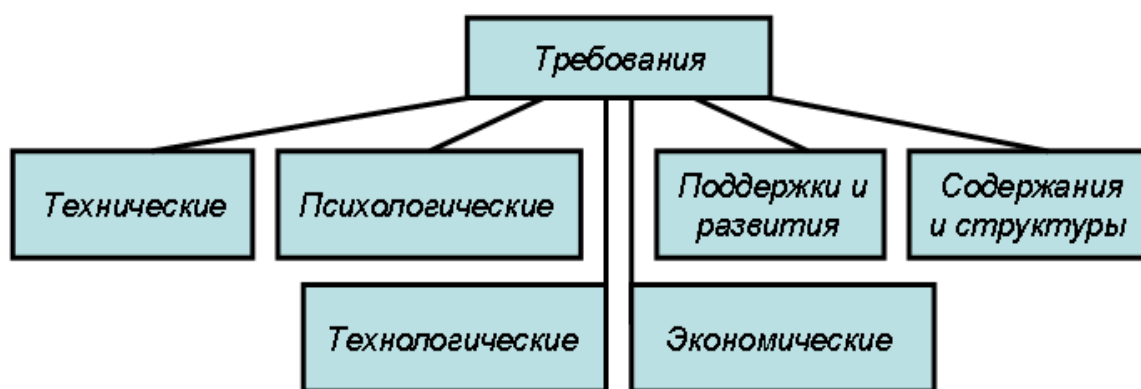


Рис. 3.1. Основные группы требований

Понятие «требование» в данном случае понимается в первую очередь как ограничение, накладываемое тем или иным процессом реализации программного обеспечения или этапом его жизненного цикла.

В каждой из этих групп можно выделить детальные требования, предъявляемые к учебному курсу.

В группе технических требований можно выделить:

- Требования к определённым характеристикам компьютера. Для функционирования электронного учебного курса пользователь должен иметь компьютер, построенный на базе процессора Pentium, с тактовой частотой не

ниже 200 МГц, мышь и клавиатуру. Такие требования относятся к аппаратной части компьютера.

- Требования к периферийным компонентам и устройствам ввода-вывода. У пользователя должен быть цветной монитор, поддерживающий разрешение не менее 800х600 точек, выход в Интернет и принтер.

В группе технологических требований учитываются ограничения, возникающие в результате применения той или иной технологии создания программного продукта, насколько хорошо при помощи данной технологии можно реализовывать задуманное, насколько легко можно будет поддерживать данный программный продукт, модифицировать его.

Ограничения на создание и внедрение электронного учебного курса может наложить и финансовая сторона вопроса. Однако, следует отметить, что существует большое количество «бесплатных» программных продуктов, в результате применения которых можно реально снизить себестоимость создания электронного учебного курса.

Важнейшей характеристикой любого продукта является его психологическое восприятие. Учёт особенностей человека не только желателен, но и необходим. Он позволит:

- улучшить наглядность учебного курса;
- повысить запоминаемость материала;
- ускорить адаптацию студента к новому курсу;
- снизить утомляемость при работе за экраном;
- акцентировать внимание на важных деталях, улучшить их восприятие.

Из сказанного можно сделать вывод, что восприятие студентом излагаемого в электронном учебном курсе материала зависит не только от того, как подобран и в какой последовательности подаётся материал, каким стилем и в какой манере написан курс, но и как он оформлен.

3.3 Разработка структуры электронного учебного курса

Все разделы электронного учебного курса представляют большой интерес в смысле компьютерного представления как для студентов по специальности 230102, так и для специалистов в области телекоммуникаций.

Рассмотрим принципиальную схему взаимодействия Преподаватель-Студент с использованием электронного учебного курса. Остановимся более подробно на особенностях понятия обратной связи, присущих педагогическим системам. Обратную связь (ОС) в триаде «Педагог - Обучающая программа – Студент» можно разделить на два вида: внешняя и внутренняя ОС (рис. 3.2).

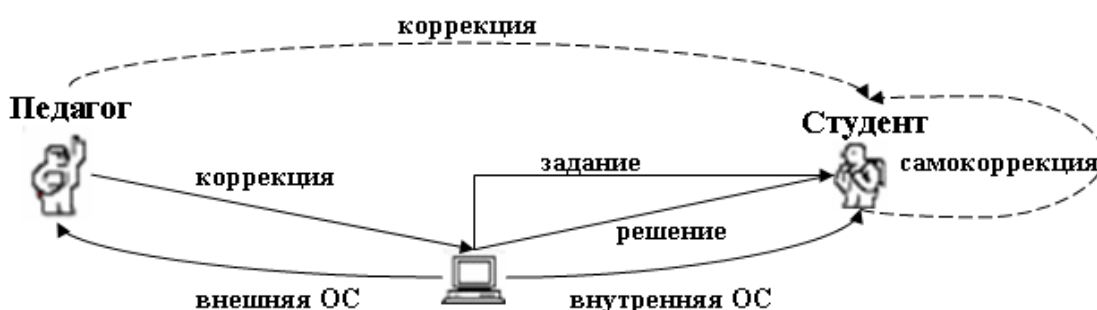


Рис. 3.2. Схема взаимодействия в триаде "Педагог - ЭУК - Студент"

Внутренняя ОС - это информация, которая поступает от обучающей программы к ученику в ответ на его действия при выполнении упражнений. Она предназначена для самокоррекции учеником своей учебной деятельности.

Понятие внутренней ОС имеет исключительно важное значение для автоматизации процесса обучения. Внутренняя ОС дает возможность студенту сделать осознанный вывод об успешности или ошибочности учебной деятельности. Она побуждает студента к рефлексии, является стимулом к дальнейшим действиям, помогает оценить и скорректировать результаты учебной деятельности.

Информация внешней ОС в рассматриваемой триаде (рис. 3.2) поступает к педагогу и используется им для коррекции деятельности студента и обучающей программы.

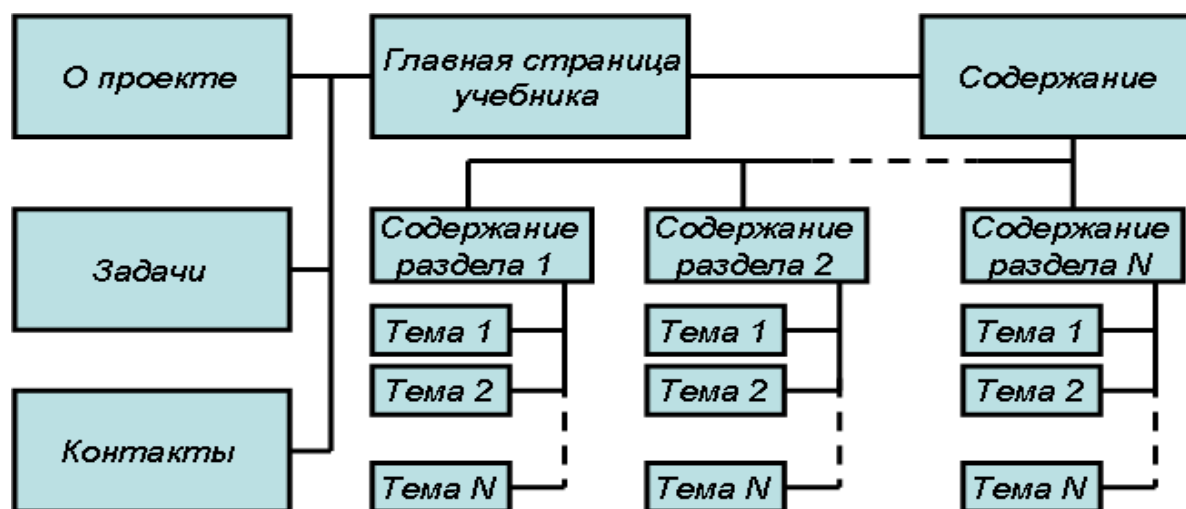


Рис. 3.3. Структура электронного учебного курса

Рис. 3.3 отображает общую структуру электронного учебного курса.

О проекте – содержит информацию о теме дипломной работы и назначении созданного электронного учебного курса.

Задачи – данный модуль включает в себя набор заданий для проверки усвоения материала студентами.

Контакты – содержит контактную информацию о разработчике электронного пособия и руководителе дипломной работы. С открывшейся страницы пользователь может отправить на E-mail сообщения с вопросами и пожеланиями по материалам и структуре электронного учебного курса.

3.4 Выбор инструментальных средств для реализации электронного учебного курса

Средствами, которые позволяют объединить отдельные части в единое законченное целое, являются инструментальные пакеты программ для компоновки приложений. Такие средства можно условно разделить на три группы:

- языки программирования;
- программы, предназначенные для быстрой подготовки несложных мультимедийных презентаций или публикаций в Интернете;

- программы для создания полномасштабных мультимедийных приложений – их часто называют авторскими, имея ввиду специализацию фирмы-разработчика именно в данной области.

Аппаратной платформой для реализации проекта электронного учебника была выбрана база IBM–совместимых компьютеров. В пользу этого выбора сыграло, во-первых, преобладание в образовательных учреждениях именно этой аппаратной платформы - IBM–совместимые компьютеры сегодня составляют до 80% всего парка компьютеров. Во-вторых, долгосрочные планы Министерства образования РФ по компьютеризации учебных заведений предполагают дальнейшее широкомасштабное внедрение этой аппаратной платформы. В-третьих, это является следствием двух первых пунктов, разработка электронного учебника для IBM–совместимых компьютеров позволит охватить максимальное число потенциальных пользователей. И, в-четвертых, для этих компьютеров существует огромная библиотека всевозможных инструментальных средств, включая авторские системы и системы программирования, которой не может похвалиться ни одна другая платформа – все эти обстоятельства определили выбор аппаратной платформы в пользу IBM-совместимых компьютеров.

Не менее важным видится и выбор программных средств реализации электронного учебного курса – от выбора той или иной авторской системы зависят не только внешний вид учебника, его эстетический уровень, но и его функциональность, способность поддерживать различные форматы данных, соответствие стандартам мультимедиа. Также зависит, будет ли он привязан к авторской системе, в которой разрабатывался, или сможет работать на любом компьютере в независимости от установленного на нем программного обеспечения.

3.4.1 Язык гипертекстовой разметки HTML

Для разработки клиентской части электронного учебного курса будет использоваться язык HTML (Hyper Text Markup Language) – язык разметки гипертекста, то есть данных, снабжённых мультимедиа возможностями.

Чтобы представить информацию для глобального использования, нужен универсальный язык, который понимали бы все компьютеры. Языком публикации, используемым в World Wide Web, является HTML.

Язык HTML был разработан Тимом Бернерс-Ли во время его работы в CERN и распространен браузером Mosaic, разработанным в NCSA. В 1990-х годах он добился особенных успехов благодаря быстрому росту Web. В это время HTML был расширен и дополнен. В Web очень важно использование одних и тех же соглашений HTML авторами Web-страниц и производителями. Это явилось причиной совместной работы над спецификациями языка HTML.

HTML дает авторам средства для:

- публикации электронных документов с заголовками, текстом, таблицами, списками, фотографиями и т.д.;
- загрузки электронной информации с помощью щелчка мыши на гипертекстовой ссылке;
- разработки форм для выполнения транзакций с удаленными службами, для использования в поиске информации, резервировании, заказе продуктов и т.д.;
- включения электронных таблиц, видеоклипов, звуковых фрагментов и других приложений непосредственно в документы.

Для создания HTML-документа не требуется никакого специализированного программного обеспечения, кроме программ, способных работать с обычными текстовыми файлами, простейшей из которых является Notepad (блокнот), поставляемая вместе с операционной системой Windows. Чтобы освоить этот язык, не требуется много времени, так как язык прост в изучении, однако в функциональном плане настолько мощен и гибок, что с его помощью можно решать множество задач.

HTML является упрощенной версией стандартного общего языка разметки SGML (Standart Generalised Markup Language), который был утвержден ISO в качестве стандарта еще в 80-х годах. Этот язык

предназначен для создания других языков разметки, он определяет допустимый набор тегов, их атрибуты и внутреннюю структуру документа. Контроль за правильностью использования дескрипторов осуществляется при помощи специального набора правил, называемых DTD-описаниями, которые используются программой клиента при разборе документа. Для каждого класса документов определяется свой набор правил, описывающих грамматику соответствующего языка разметки. С помощью SGML можно описывать структурированные данные, организовывать информацию, содержащуюся в документах, представлять эту информацию в некотором стандартизованном формате. Но в виду некоторой своей сложности, SGML использовался, в основном, для описания синтаксиса других языков (наиболее известным из которых является HTML), и немногие приложения работали с SGML-документами напрямую.

Гораздо более простой и удобный, чем SGML, язык HTML позволяет определять оформление элементов документа и имеет некий ограниченный набор инструкций – тегов, при помощи которых осуществляется процесс разметки. Инструкции HTML, в первую очередь, предназначены для управления процессом вывода содержимого документа на экране программы клиента и определяют способ представления документа, но не его структуру. В качестве элемента гипертекстовой базы данных, описываемой HTML, используется текстовый файл, который может легко передаваться по сети с использованием протокола HTTP. Эта особенность, а также то, что HTML является открытым стандартом и огромное количество пользователей имеет возможность применять возможности этого языка для оформления своих документов, безусловно, повлияли на рост популярности HTML и сделали его сегодня главным механизмом представления информации в WWW [3].

Файлы с текстом кода на языке HTML имеют расширение **.html** или **.htm**. В документе HTML обычный текст сочетается с элементами разметки, заключёнными в угловые скобки < и >, например <html>, <head>, <title>. Такие элементы разметки называются тегами. Теги управляют отображением

информации и при этом сами не выводятся на экран. Теги бывают одиночными, открывающими и закрывающими. Кроме угловых скобок тег содержит своё имя и необязательные атрибуты, т.е. параметры тега, например **language = “JavaScript”**.

Если в тег включается символ слеш /, то тег является конечным тегом, закрывающим некоторую структуру, например **</script>**.

В тегах могут использоваться только символы латинского алфавита, а в значениях атрибутов – любые символы. Если в качестве значений атрибута используются, например, русские символы, то они должны быть заключены в кавычки, например, **name=“Название”**. Язык HTML не различает большие и малые буквы, так что теги **<TITLE>**, **<title>** и **<Title>** эквивалентны.

Многие теги являются парными: за открывающим тегом следует закрывающий его, а между ними содержится текст или другие теги, например:

<TITLE>Электронный учебный курс</TITLE>

В подобных случаях два тега и часть документа, заключённая между ними, образуют блок, называемый элементом HTML. Некоторые теги, например **<hr>**, являются одиночными, и для них нет закрывающего тега. Данные теги сами по себе являются элементами HTML.

Как уже упоминалось, теги могут иметь атрибуты – параметры с дополнительной информацией о том, как браузер должен обрабатывать текущий тег, например, можно указать цвет текста. Атрибут тега состоит из имени, например **language**, знака равенства = и значения, которое задаётся строкой символов, например **language=“JavaScript”**. Значение атрибута может записываться как в кавычках, так и без них. Если эти значения используют только символы латинского алфавита, цифры и дефисы, то кавычки иногда опускают. Атрибуты в теге отделяются друг от друга пробелами, при этом их порядок следования произволен.

Каждый HTML-документ имеет определённую структуру:

<html>

<head>

...

</head>

<body>

...

</body>

</html>

HTML-документ содержит теги **<html>** и **</html>**, отмечающие начало и конец документа, заголовок, ограниченный тегами **<head>** и **</head>**, а также тело или содержательную часть документа, заключённую между тегами **<body>...</body>**.

В заголовке, ограниченном тегами **<head>** и **</head>**, теги **<title>...</title>** определяют название документа, которое должно описывать его содержимое. Название документа обычно содержит несколько слов. Это название отображается браузерами в строке заголовка рабочего окна программы. Важность названия документа заключается ещё и в том, что имя страницы загружается из Интернета в первую очередь, а получение остальной части документа может занять продолжительное время.

Сегодня основной спецификацией языка HTML является четвертая версия, то есть HTML 4. Язык поддерживает вставки из других языков программирования, таких как Java, JavaScript, PHP, CSS. В свою очередь HTML может сам являться вставкой в эти и некоторые другие языки программирования, позиционированные для Web. Однако становится все более очевидным, что язык HTML на данный момент практически исчерпал перспективы развития, и добавление новых тегов вряд ли выведет его на принципиально иной уровень. Именно поэтому современные электронные учебные пособия разрабатываются с применением синтеза различных технологий [15].

3.4.2 Использование JavaScript

4 декабря 1995 г. Компании Netscape и Sun объявили о создании языка JavaScript 1.0, который первоначально назывался LiveScript. Этот язык мог интерпретироваться браузерами Netscape Navigator 2. Имея интерпретируемую природу, JavaScript стал дополнением языка Java и позволил Web-разработчикам создавать и развертывать приложения как в корпоративных сетях, так и в Internet. Язык JavaScript предоставил Web-разработчикам возможности настоящей программы, а не просто форматирования данных, как это было в случае с HTML.

Он предоставил возможность управления клиентской частью, которой так долго ждали разработчики. Язык JavaScript фактически ликвидировал разрыв, который существовал между простым миром HTML и миром более сложных серверных CGI-программ. Для Web-разработчиков он стал стандартным языком, используемым при планировании, реализации и развертывании приложений в различных сетях, причем в этом случае появилась возможность распределения нагрузки между сервером и клиентом.

Следующей ступенью признания JavaScript стала его реализация в браузере Internet Explorer 3 компании Microsoft.

Для создания электронного учебного курса интересные возможности предоставляет клиентская часть языка, позволяющая манипулировать оформлением, использовать XML-базы данных для наполнения HTML содержания, манипулировать объектами.

Тег **<script>** позволяет включать в документ программу, которая будет запущена на компьютере после загрузки Web-страницы. Скрипты можно использовать, например, для анимации изображения. Атрибут тега с именем **language** указывает на используемый для скрипта язык, так атрибут **language="JavaScript"** показывает браузеру, что программа написана на языке JavaScript.

События и обработчики событий являются очень важной частью для программирования на языке JavaScript. События, главным образом,

инициируются теми или иными действиями пользователя. Если он щелкает по кнопке, происходит событие «*Click*». Если указатель мыши пересекает какую-либо ссылку гипертекста, происходит событие «*MouseOver*». Существует несколько различных типов событий. Программа, написанная на языке JavaScript, реагирует на некоторые из них. Это может быть выполнено с помощью специальных программ обработки событий, которые сообщают компьютеру, что нужно делать, если произойдет, то или иное событие.

Язык JavaScript был использован для манипулирования анимационными объектами [15].

3.4.3 Использование Macromedia Dreamweaver

Было решено написать электронный учебный курс с помощью языка HTML. Однако, чтобы создавать на его основе Web-страницы требуется серьёзная предварительная подготовка. Существуют программы, которые позволяют создавать и редактировать Web-страницы в том же виде, в котором они отображаются в браузере и не требуют досконального знания специальных языков описания Web-страниц.

Для создания электронного учебного курса был выбран редактор Macromedia Dreamweaver 8. Данная программа позволяет не только вводить, редактировать и форматировать текст Web-страниц, вставлять изображения и звук, просматривать подготовленные документы в браузере. В Dreamweaver можно разрабатывать структуру сайта, вставлять ссылки на другие Web-страницы, оптимизировать HTML-код. Можно определить поведение объектов. В программе есть возможность разделять Web-страницу на области навигации и содержания, включать в документ таблицы.

Программа Macromedia Dreamweaver 8 позволяет создавать документы, на базе которых можно быстро готовить другие Web-страницы с похожей структурой. Можно организовать пользовательский интерфейс для получения информации от посетителей сайта. Для придания динамизма Web-страницам есть возможность создать код или скрипт на языке JavaScript.

Macromedia Dreamweaver 8, по сравнению с другой популярной программой для подготовки сайтов Microsoft FrontPage, генерирует примерно вдвое меньший HTML-код Web-страницы [15].

Таким образом, Dreamweaver обеспечивает:

- подсветку HTML синтаксиса;
- вставку стандартных HTML фрагментов (таблицы, списки);
- имеет внутренний браузер.

Пример использования Dreamweaver для создания электронного учебного пособия приведен на рис. 3.4.

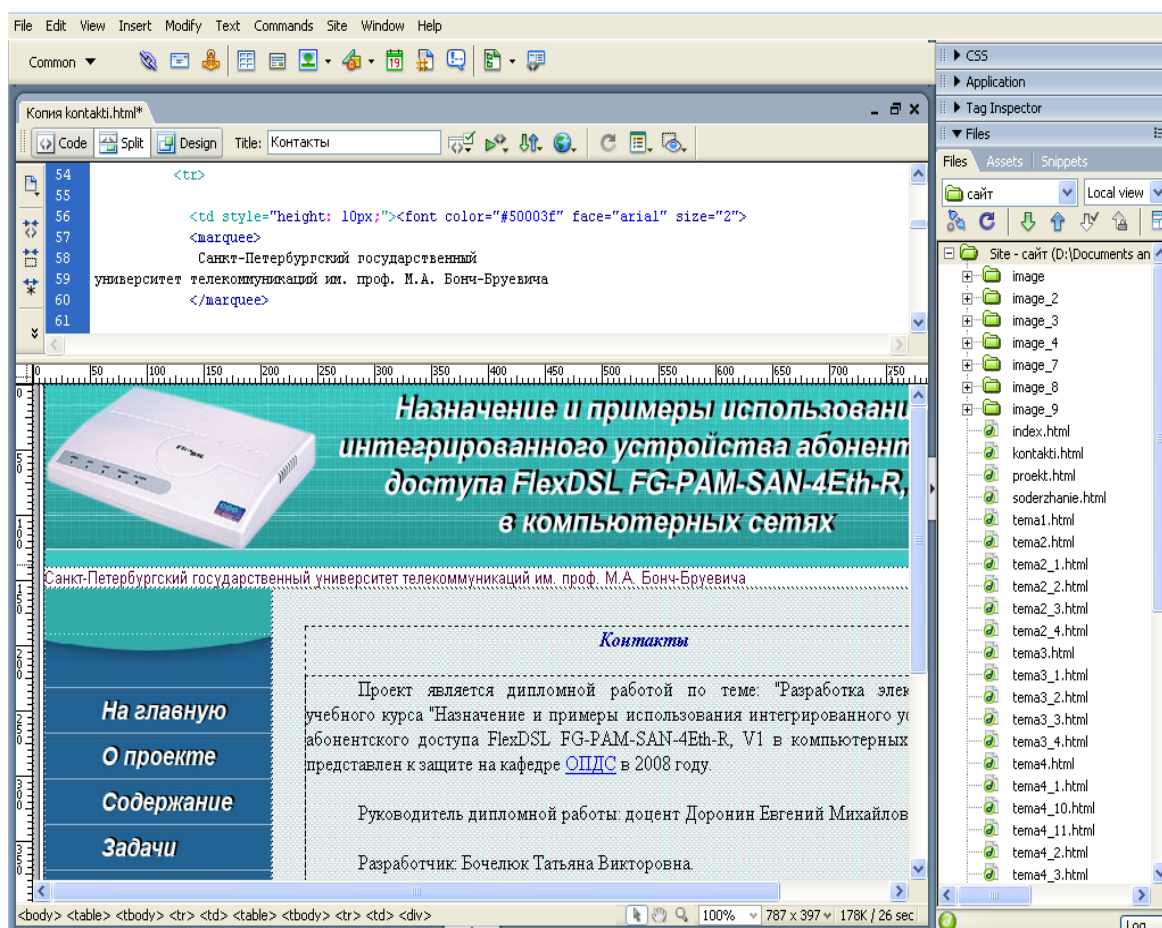


Рис. 3.4. Рабочая область Dreamweaver

3.4.4 Использование Macromedia Flash

Для создания электронного учебного курса применялась Flash-анимация. В отличие от GIF-анимации, возможности технологии Flash

значительно шире. Благодаря векторной графике, которая используется этой технологией, анимационные ролики сравнительно невелики по размеру и поэтому быстро загружаются и подстраиваются под размер окна браузера.

В векторной графике, в отличие от растровой, изображение состоит не из точек, а описывается математическими значениями. Все линии определяются начальными точками и формулами, описывающими сами линии, а также цветовыми кодами. Редактируя векторный объект, возможно менять свойства линий, из которых состоит изображение. Объект можно передвигать, менять его размеры, форму и цвет без какого бы то ни было ущерба для качества изображения. Векторная графика не зависит от разрешения, и это означает, что векторные объекты можно воспроизводить на устройствах с различным разрешением без потери качества. У векторных изображений есть ещё несколько важных достоинств. Прежде всего – компактность при сохранении на диске. Во-вторых, контур не распадается на отдельные, не связанные между собой элементы, например на точки, а остаётся единым объектом, который можно в любой момент целиком перемещать, а также изменять его форму. И, наконец, учитывая аналитический способ описания, векторные объекты допускают неограниченные возможности трансформации изображения – масштабирование, отражение, повороты, скосы – при сохранении неизменного качества.

Технология Flash полностью удовлетворяет требованиям к инструментам для подготовки графики, предоставляя программу создания векторной графики и анимации – Macromedia Flash. Анимационные ролики, создаваемые программой, называются фильмами.

Приложение Flash начиналось с маленькой программы, предназначенной для создания векторной графики и анимации, которая называлась Future Splash Animator. В 1997 году компания Macromedia приобрела Future Splash Animator, изменила название на Flash и представила программу, как инструмент подготовки графики для сети Web. Программа

Macromedia Flash выгодно выделяется среди программ подготовки векторной графики для Web тем, что включает в себя все необходимые для этого инструменты: для создания графики, для анимации подготовленных изображений, для разработки интерактивных элементов, для создания кода HTML, необходимого, чтобы отобразить графику.

В программе Macromedia Flash фильмы создаются путём рисования или импорта готовых изображений, размещения их в области рисования, которая называется сценой (Stage) и создания кадров с помощью шкалы времени (Timeline). Каждый фильм может состоять из одной или нескольких частей, также называемых сценами (Scene). При проигрывании фильма сцены воспроизводятся в том порядке, в каком были созданы, если этот порядок не был специально изменён. Разделение фильма на сцены позволяет раздельно редактировать отдельные эпизоды и при необходимости менять их местами.

Анимация создаётся путём изменения содержимого следующих друг за другом кадров. Объект можно перемещать по сцене, вращать, менять цвет, прозрачность форму и размер, причём то или иное изменение может выполняться как одновременно с другими, так и независимо. Например, можно постепенно увеличивать объект по мере его перемещения или расположить в отдельном слое статическое изображение, на фоне которого разворачивать ту или иную анимационную последовательность.

Существуют две разновидности анимации: покадровая (“frame-by-frame”) и расчётная (“tweened”). В покадровой анимации изображение в каждом кадре создаётся «вручную», и кадры размещаются подряд, один за другим. В расчётной анимации создаются только начальный и конечный кадры, которые называются ключевыми, а все промежуточные кадры программа рассчитывает автоматически. Такая анимация может быть двух видов – анимация движения (“Motion Tweening”) и анимация формы (“Shape Tweening”). Для первого вида изменяются свойства, связанные с движением объекта – положение, размер, поворот, а для второго – форма объекта.

Комбинирование различных типов анимации позволяет получить очень интересные визуальные эффекты.

В процессе работы над фильмом программа сохраняет исходные данные в файле специального формата с расширением .fla. В этом файле хранится собственно фильм и, кроме того, множество дополнительной информации об объектах, созданных, но не включённых в фильм, вариантах звукового сопровождения, скрипте, комментариях, настройках программы и др. Обычно файл формата FLA занимает несколько мегабайтов дискового пространства.

Созданный программой фильм, сохранённый в файле FLA, должен быть подготовлен к помещению в Интернет. Такая подготовка называется публикацией (Publishing). В процессе публикации создаётся файл фильма в формате SWF (Shockwave Flash), в котором данные хранятся в наиболее компактном виде. При этом из файла удаляется вся информация, которая не требуется для воспроизведения фильма. Это позволяет свести до минимума размер файла и максимально сократить время его загрузки в браузер пользователя. Обычно файлы этого формата имеют объём порядка нескольких десятков килобайтов. Файл фильма в формате SWF можно открыть для просмотра в программе Macromedia Flash или же в специальном автономном проигрывателе, входящем в комплект программы. В браузере фильм проигрывается средствами, которые встраиваются в браузер при установке Macromedia Flash. В процессе публикации создаётся также файл с HTML-кодом, содержащим всю информацию, необходимую для просмотра фильма в браузере [15].

3.4.5 Использование Macromedia Fireworks

При создании электронного учебного курса особую роль играет графика, которая повышает привлекательность страниц, упрощает восприятие содержимого узлов, облегчает навигацию по курсу.

Графику можно создать с помощью традиционных графических редакторов, например, используя программу Adobe Photoshop. Однако

графика для Web-страниц обладает рядом особенностей, которые требуют более специализированных программных средств. Рисунки значительных размеров могут привести к большим затратам времени для загрузки изображений из Интернета, особенно в случае медленных каналов связи. Кроме того, одновременный просмотр больших рисунков, размещённых на сайте в Интернете, несколькими людьми может привести к перегрузке Web-сервера. Кроме того, на Web-страницах часто встречаются определённые типы графических элементов, например, кнопки, поддержка которых была бы полезна в программах для создания Web-графики.

Программа Macromedia Fireworks 8 позволяет не только рисовать и редактировать разнообразные изображения, вводить текст, но и оптимизировать графику по размеру файла, сохранять рисунки в разных форматах, создавать прозрачные изображения, а также изображения, по элементам которых есть возможность переходить к нужной Web-странице.

В компьютерной графике бывают растровые и векторные изображения. Растровая графика кодируется пикселями и точками, а элементы векторного рисунка хранятся в виде описания различных элементов рисунка: отрезков, окружностей, дуг и т.п. Программа Macromedia Fireworks 8 поддерживает как растровую, так и векторную графику. Совместное использование растровой графики и векторных объектов придаёт процессу рисования более естественный характер.

Интуитивный понятный пользовательский интерфейс программы Macromedia Fireworks, её мощные функциональные возможности, гибкая системы настройки обеспечивают быстрое и качественное создание Web-графики [15].

4 Реализация электронного учебного курса

Электронный учебный курс «Назначение и примеры использования интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 в компьютерных сетях» имеет следующую структуру в страницах html (рис. 4.1).

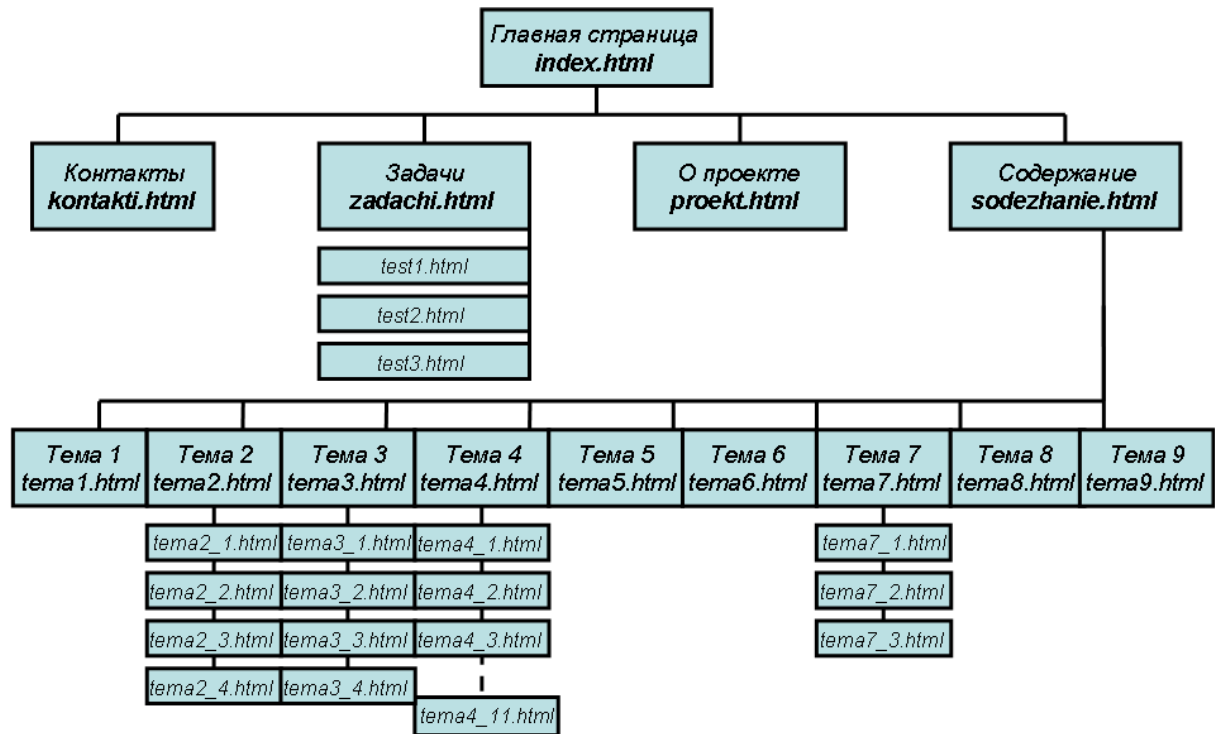


Рис. 4.1. Структура разработанного электронного курса в страницах html

На рис. 4.2 представлена общая файловая структура курса.

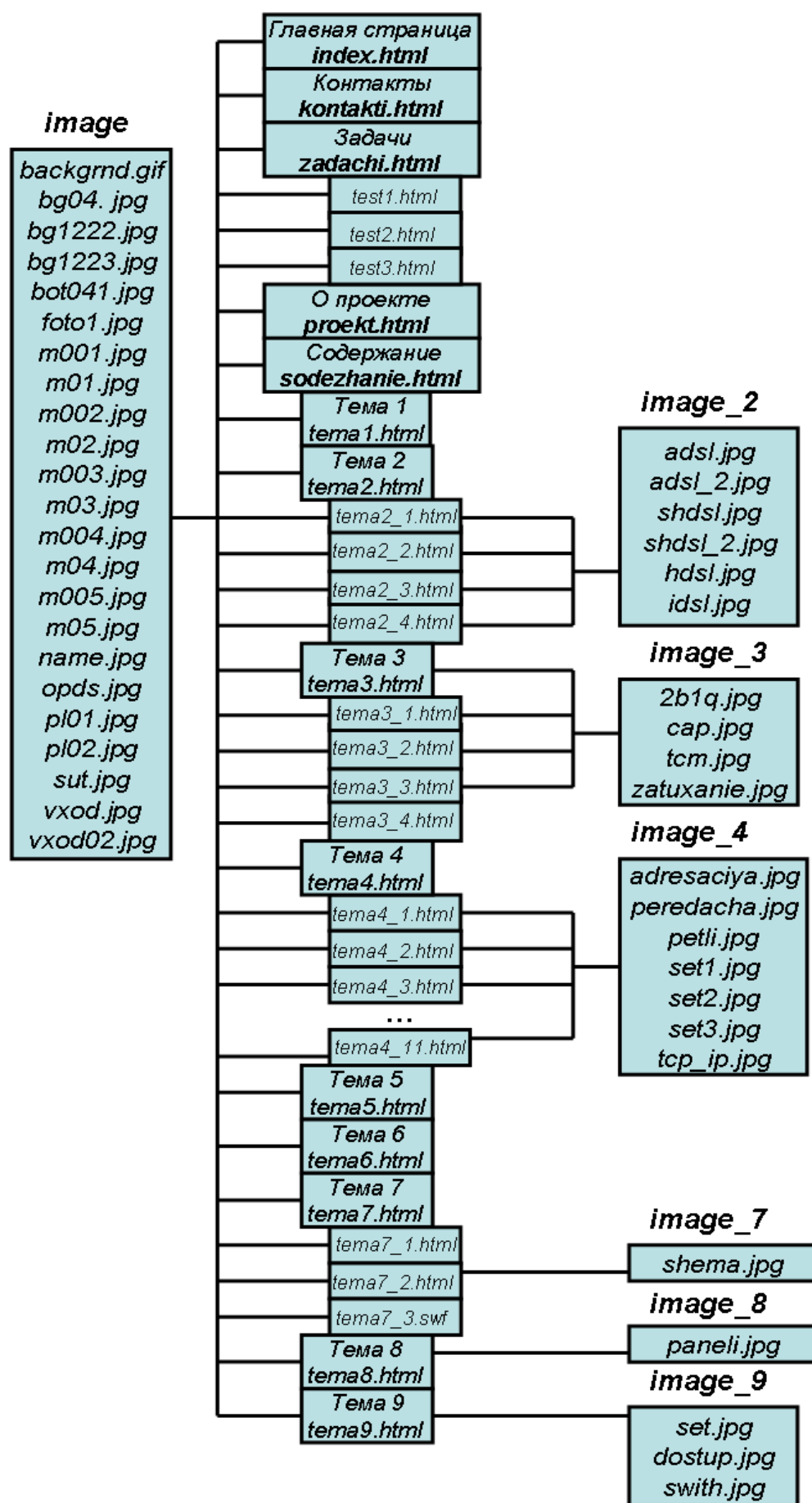


Рис. 4.2. Общая файловая структура курса

Для начала работы с электронным учебным курсом необходимо загрузить в браузер файл index.html (главную страницу).

Главная страница (рис. 4.2) содержит информацию о названии курса, предоставляет пользователю возможность перехода на сайт Санкт-Петербургского Государственного Университета Телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (<http://www.sut.ru>), а так же на сайт кафедры «Обработки и передачи дискретных сообщений» (<http://opds.sut.ru>). На странице всего один элемент управления – кнопка «Вход», при наведении на неё курсора, надпись изменяет цвет с белого на чёрный. Так же на странице есть фотография интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1, на которой верхняя панель прикрывает микросхему, но когда курсор наведён на фото, микросхема выходит на передний план. Этот эффект достигается с помощью языка JavaScript.



Рис. 4.2. Главная страница курса

При нажатии на кнопку «Вход» происходит переход с главной страницы на страницу «О проекте» (proekt.html) (рис. 4.3).

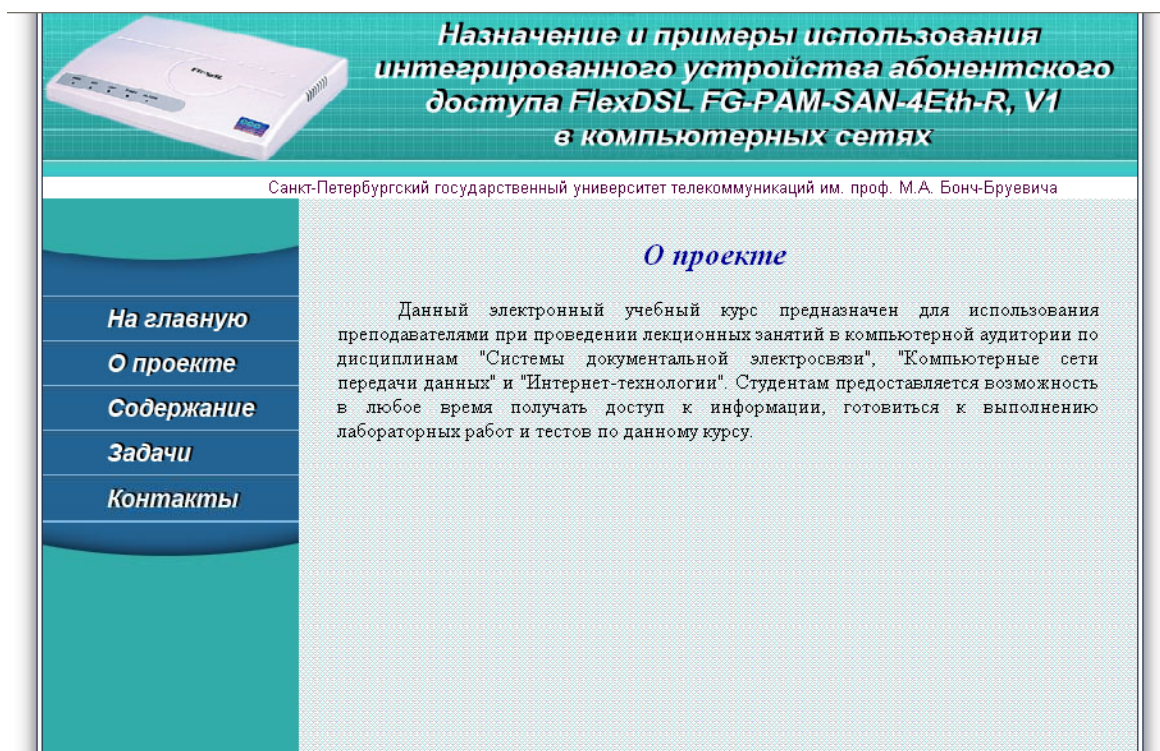


Рис. 4.3. Страница «О проекте»

Каждая страница электронного учебного курса содержит определенный набор стандартных элементов:

- баннер вверху страницы с фотографией устройства и названием темы работы;
- под баннером располагается бегущая строка с названием университета;
- левая часть окна представляет собой навигационную панель для доступа к основным разделам электронного курса посредством гиперссылок. Меню навигации представлено в виде элементов управления – кнопок. При наведении курсора мыши на кнопку, надпись на ней меняет цвет.

Пункты меню:

- На главную – позволяет вернуться на главную страницу пособия.
- О проекте – содержит информацию о назначении созданного электронного учебного курса.

- Содержание – посредством выбора данного пункта меню осуществляется переход к странице, отражающей основные тематические разделы электронного курса. «Содержание» представляет собой список с названием тем и подтем.
- Задачи – при выборе данной ссылки осуществляется переход к странице, содержащей тесты по курсу.
- Контакты – содержит контактную информацию о разработчике электронного пособия и руководителе дипломной работы.

При выборе пункта «Задачи», пользователь попадает на страницу, содержащую информацию о том как проходить тестирование и ссылку на первый тест (рис. 4.4). Тестирование проводится в три этапа, на каждый отведено ровно по 10 минут. Для удобства внизу тестовых страниц встроен счётчик с отчётом времени в обратном направлении, таким образом, по истечении отведённого времени появляется сообщение о том, что он не справился с заданием, после этого страница с тестом автоматически перезагружается, для того, чтобы пользователь смог снова попробовать справиться с заданием. Каждый этап тестирования приносит дополнительный балл к общей оценке, т.е. при окончании третьего теста студент получает оценку «отлично». В тестах содержится по 10 вопросов, если пользователь ответил верно на 8 из них, то он может перейти на следующий уровень, в противном случае необходимо перезагрузить страницу и начать выполнение снова. Для удобства прохождения тестов при каждом ответе появляются сообщения о том, правильно ли выбран ответ и каково суммарное количество правильных ответов.

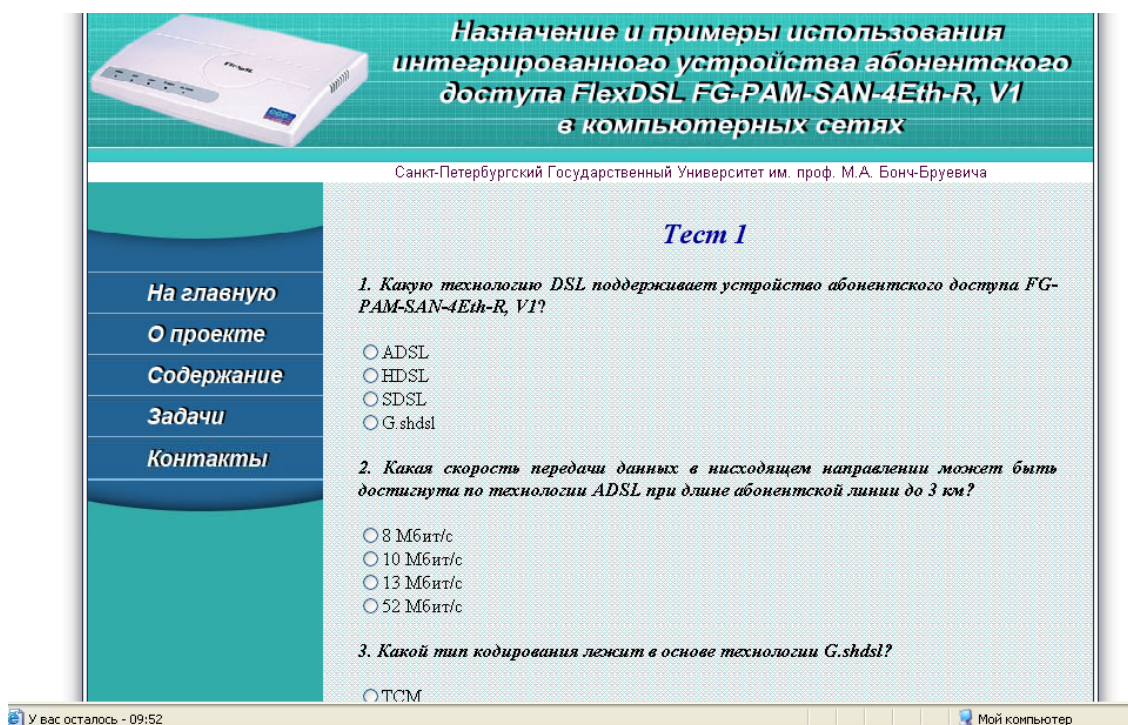


Рис. 4.4. Первый тест

В правой части окна отображается основная часть документа или текстовое поле, где размещается смысловое наполнение страницы: содержательный информационный текст и графическое сопровождение.

Если содержание меню не может полностью отобразиться, то автоматически происходит отображение полос прокрутки для доступа ко всем элементам.

Вид окна с навигационной панелью и содержанием курса представлен на рис. 4.5.

После выбора интересующей темы из основного списка тем пользователь посредством гиперссылки переходит непосредственно к необходимому разделу.

С целью удобства перехода между соседними разделами пособия добавлены специальные навигационные элементы (кнопки перехода к предыдущей и следующей странице пособия, а также возврат к содержанию). Дополнительные навигационные элементы представлены на рис. 4.6.

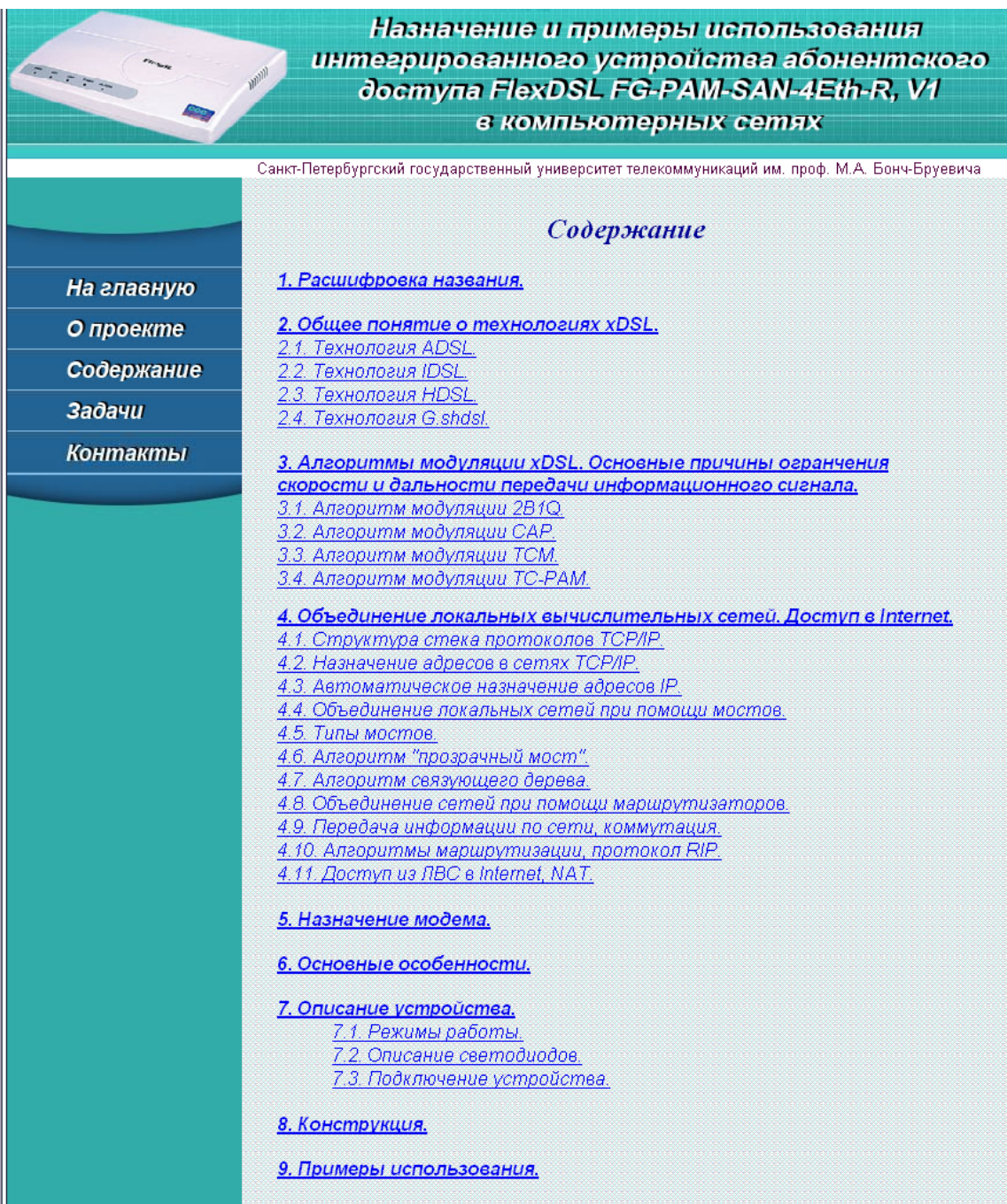


Рис. 4.5. Навигационная панель и содержание курса

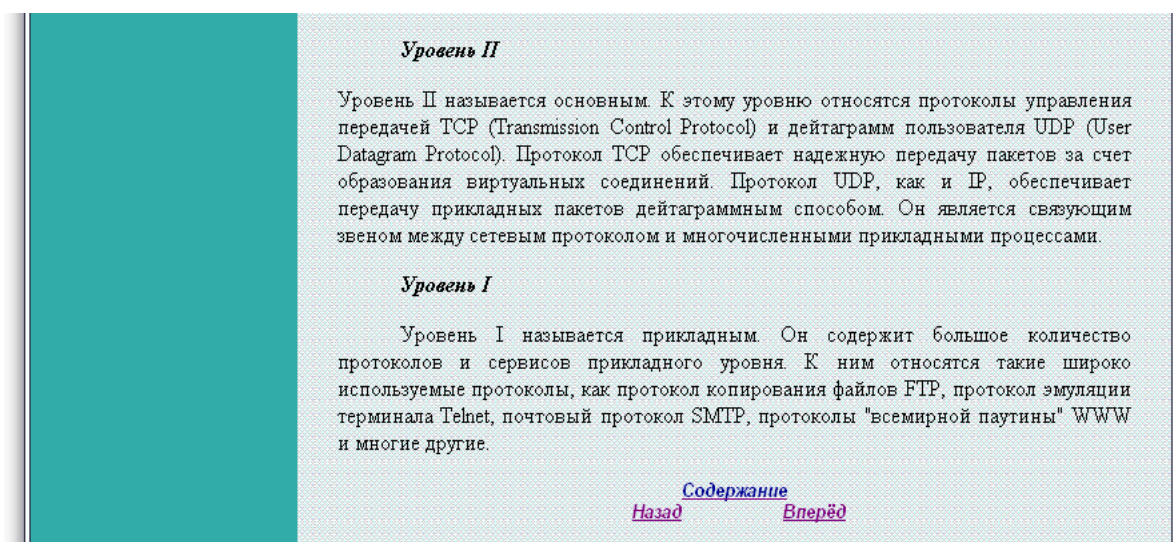


Рис. 4.6. Дополнительные навигационные элементы

Курс состоит из набора файлов с расширением *.html, а так же графических файлов с расширением *.gif и *.jpg. Список файлов, их назначение и размер представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

№ п/п	Название файла	Назначение	Размер (кбайт)
1	index.html	Главная страница	3,77
2	proekt.html	О проекте	6,18
3	soderzhanie.html	Содержание	9,25
4	zadachi.html	Задачи	6,20
5	test1.html	Тест 1	13,0
6	test2.html	Тест 2	13,1
7	test3.html	Тест 3	13,4
8	kontakti.html	Контакты	6,44
9	tema1.html	Расшифровка названия	6,77
10	tema2.html	Общее понятие о технологиях xDSL	7,61
11	tema2_1.html	Технология ADSL	12,9
12	tema2_2. html	Технология IDSL	8,64
13	tema2_3.html	Технология HDSL	8,35
14	tema2_4.html	Технология G.shdsl	12,9
15	tema3.html	Алгоритмы модуляции xDSL.	11,2
16	tema3_1.html	Алгоритм модуляции 2B1Q	8,86
17	tema3_2.html	Алгоритм модуляции CAP	10,9
18	tema3_3.html	Алгоритм модуляции TCM	7,94
19	tema3_4.html	Алгоритм модуляции TC-PAM	7,05
20	tema4.html	Объединение локальных вычислительных сетей. Доступ в Internet	7,04
21	tema4_1.html	Структура стека протоколов TCP/IP	10,1
22	tema4_2.html	Назначение адресов в сетях TCP/IP	13,1
23	tema4_3.html	Автоматическое назначение IP-адресов	8,29
24	tema4_4.html	Объединение локальных сетей при помощи	8,50

		МОСТОВ	
25	tema4_5.html	Типы мостов	8,29
26	tema4_6.html	Алгоритм «прозрачный мост»	11,4
27	tema4_7.html	Алгоритм связующего дерева	11,8
28	tema4_8.html	Объединение сетей при помощи маршрутизаторов	12,7
29	tema4_9.html	Передача информации по сети, коммутация	7,55
30	tema4_10.html	Алгоритмы маршрутизации, протокол RIP	10,9
31	tema4_11.html	Доступ из ЛВС в Интернет, NAT	11,2
32	tema5.html	Назначение модема	7,10
33	tema6.html	Основные особенности	8,29
34	tema7.html	Описание устройства	10,2
35	tema7_1.html	Режимы работы	10,7
36	tema7_2.html	Описание светодиодов	11,1
37	tema7_3.swf	Подключение устройства	75,3
38	tema8.html	Конструкция	12,7
39	tema9.html	Примеры использования	8,91
40	backgrnd.gif	Фон страницы	0,93
41	bg04.jpg	Элемент дизайна страницы	0,39
42	bg1222.jpg	Элемент дизайна страницы	0,35
43	bg1223.jpg	Элемент дизайна страницы	0,35
44	bot041.jpg	Элемент дизайна страницы	0,89
45	foto1.jpg	Фото модема вариант1	24,2
46	foto2.jpg	Фото модема вариант2	37,2
47	m001.jpg	Кнопка «На главную» (чёрный цвет)	23,2
48	m01.jpg	Кнопка «На главную» (белый цвет)	23,0
49	m002.jpg	Кнопка «О проекте» (чёрный цвет)	22,9
50	m02.jpg	Кнопка «О проекте» (белый цвет)	23,0
51	m003.jpg	Кнопка «Содержание» (чёрный цвет)	23,5
52	m03.jpg	Кнопка «Содержание» (белый цвет)	23,7
53	m004.jpg	Кнопка «Задачи» (чёрный цвет)	21,8
54	m04.jpg	Кнопка «Задачи» (белый цвет)	21,9
55	m005.jpg	Кнопка «Контакты» (чёрный цвет)	22,5
56	m05.jpg	Кнопка «Контакты» (белый цвет)	8,03
57	name.jpg	Верхний баннер1	70
58	opds.jpg	Кафедра ОПДС	54
59	pl01.jpg	Элемент дизайна страницы	0,94
50	pl02.jpg	Элемент дизайна страницы	1,01
61	sut.jpg	Верхний баннер 2	40,3
62	vxod.jpg	Кнопка «Вход» (белый цвет)	22,6
63	vxod02.jpg	Кнопка «Вход» (чёрный цвет)	22,4
64	adsl.jpg	Технология ADSL 1	15,3
65	adsl_2.jpg	Метод FDD для разделения потоков	65,3
66	shdsl.jpg	Дальность действия G.shdsl	35,8
67	shdsl_2.jpg	Варианты применения G.shdsl	91,8
68	hds1.jpg	Технология HDSL	42,0
69	idsl.jpg	Технология IDSL	42,7
70	2b1q.jpg	Пример формирования кода 2B1Q	41,8
71	cap.jpg	Алгоритм модуляции CAP	45,7
72	tcm.jpg	Проекция сигналов на комплексную плоскость	51,8

73	zatuxanie.jpg	Диаграмма зависимости величины затухания сигналов от длины линии	42,3
74	adresaciya.jpg	Классы адресов	68,1
75	peredacha.jpg	Передача пакета по сети	49,2
76	petli.jpg	«Петли» в сети	38,01
77	set1.jpg	Простая сеть	43,2
78	set2.jpg	Сеть до выполнения алгоритма связующего дерева	53,2
79	set3.jpg	Сеть после выполнения алгоритма связующего дерева	50
80	tcp_ip.jpg	Стек протоколов TCP/IP	29,3
81	shema.jpg	Схема устройства	59,7
82	paneli.jpg	Панели устройства	34,6
83	set.jpg	Корпоративная сеть	34,6
84	switch.jpg	Функция концентратора	40,6
85	dostyp.jpg	Высокоскоростной канал	32,5

5 Рекомендации по эксплуатации электронного учебного курса «Назначение и примеры использования интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1 в компьютерных сетях»

Электронный учебный курс «Назначение и примеры использования интегрированного устройства абонентского доступа FlexDSL FG – PAM – SAN – 4Eth – R, V1 в компьютерных сетях» специально спроектирован и создан для обеспечения хранения, редактирования, извлечения и удаления данных предметной области, объектом которой является оборудование для обеспечения высокоскоростного доступа в Интернет. Курс разработан на базе языка гипертекстовой разметки HTML и имеет структуру, способную хранить все существенные сведения о предметной области.

Интерфейс электронного курса очень прост и понятен любому специалисту, работающему в данной области. Небольшое количество элементов управления в приложении здесь компенсируется их функциональностью. Последовательность действий с курсом интуитивно понятна пользователю, даже имеющему малый опыт работы с компьютером.

Для успешной работы электронного учебного курса на компьютере пользователя должен быть установлен Интернет-браузер, в котором включена функция отображения графических объектов.

5.1 Требования к программным и аппаратным средствам

Минимальные требования к компьютеру-серверу для успешной работы электронного учебного курса:

- процессор с тактовой частотой не менее 500 МГц;
- не менее 64 Мб оперативной памяти;
- операционная система Windows 98/2000/XP (возможно использование ОС семейства Unix);
- сетевой адаптер Ethernet 10/100 Мбит/с;

Минимальные требования к клиентским компьютерам для работы с электронным учебным пособием:

- процессор с тактовой частотой не менее 300 МГц;
- не менее 64 Мб оперативной памяти;
- сетевая карта и установленное подключение к компьютеру-серверу;
- операционная система семейства Windows или Unix;
- установленная программа-браузер (например, Internet Explorer).

5.2 Возможные способы усовершенствования электронного учебного курса

1. Обновление материалов, представленных в электронном учебном курсе.
2. Добавление новых и расширение уже созданных разделов. Например, создание «Форума», где любой пользователь сможет оставить свои вопросы и пожелания.
3. Оптимизация структуры электронного пособия, обеспечение его корректной работы.
4. Возможность проведения аутентификации пользователей.

5.3 Рекомендации по загрузке курса на сервер с помощью FTP-клиента

FTP-клиент – это программа, предназначенная для легкого и быстрого размещения файлов сайта, электронного пособия или любых других документов на сервере. Она также позволяет добавлять, изменять и удалять файлы с сервера без нарушения работоспособности и доступа к электронному пособию.

Наиболее распространенными программами такого рода являются CuteFTP, FileZilla и встроенный в файловый менеджер Total Commander FTP-клиент.

Обычно для FTP-доступа к сайту необходимо знать соответствующие логин и пароль, вводимые в FTP-клиент и сохраняемые в нем (необязательно). В случае сохранения в нем в дальнейшем не потребуется при каждом запуске ftp-клиента заново вводить пароль. Однако из соображений безопасности это нежелательно, так как в этом случае высока вероятность несанкционированного доступа к сайту третьих лиц. Может иметь место заражение компьютера путем рассылки спама и прочими методами различными вредоносными программами (вирусами), такими как троянская программа, программа-шпион и др.

Пример настройки ftp-программы с помощью FTP-Commander приведён ниже.

1. Запускаем FTP-Commander (рис. 5.1).

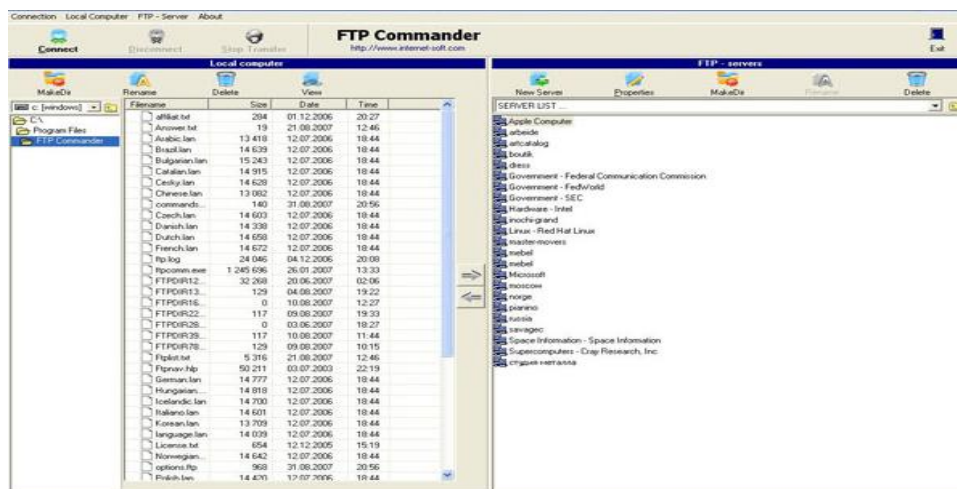


Рис. 5.1. Рабочая область FTP-Commander

2. На вкладке FTP-server выбираем New Server (рис. 5.2).

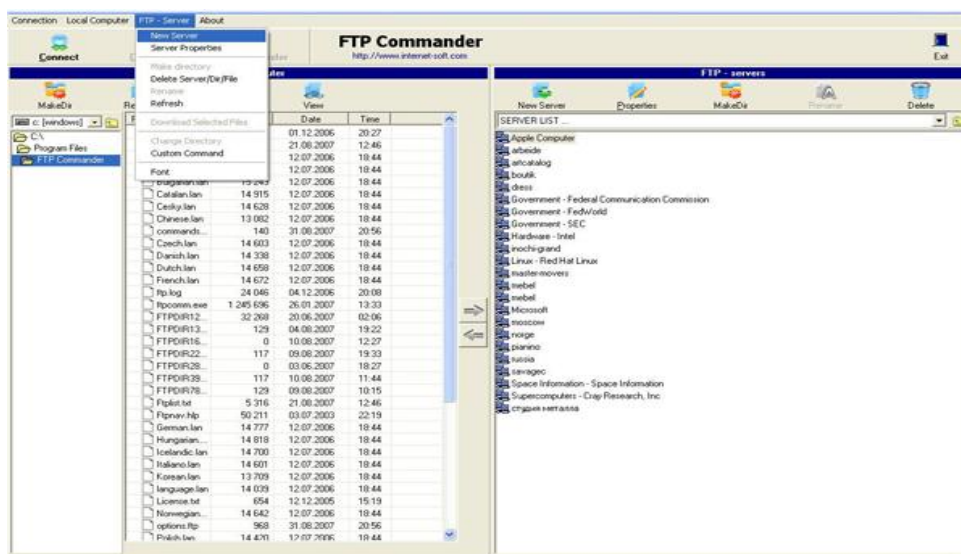


Рис. 5.2. Вкладка FTP-server

3. В появившемся окне FTP Server Properties (рис. 5.3) в поле Name вводим любое название сайта (например, Мой сайт); в поле FTP Server вводим название хоста, выданное хостинг-провайдером при оплате услуг хостинга; в поле User ID вводим логин (это должно быть выдано хостинг-провайдером); в поле Password вводим пароль (выданный хостинг-провайдером). Нажимаем на изображение дискет (сохраняем информацию).

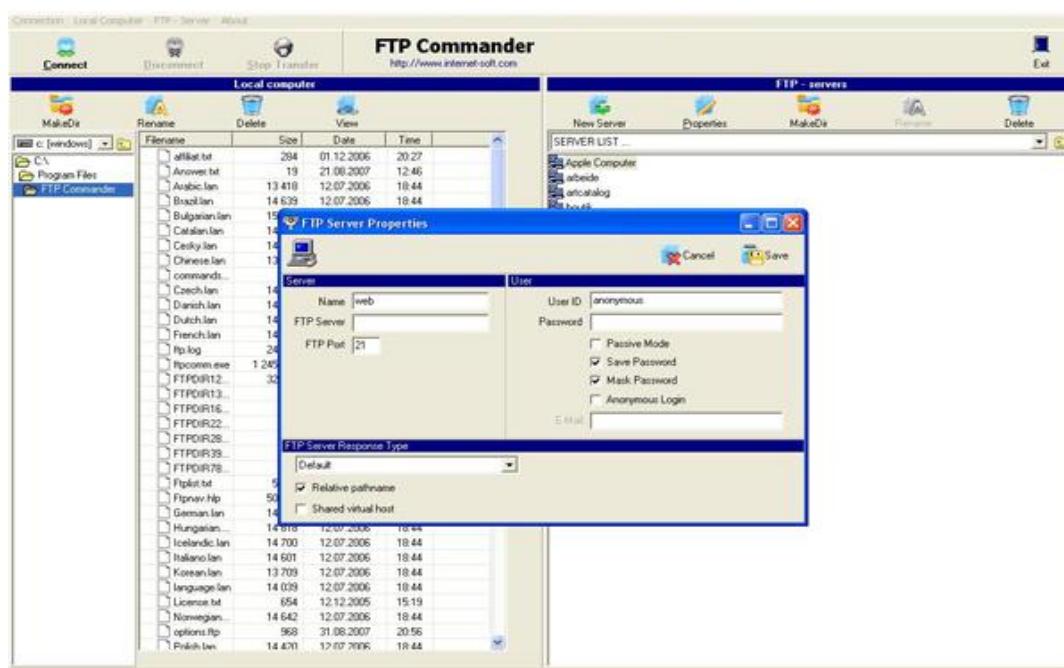


Рис.5.3. Окно FTP Server Properties

4. Готово

После всех проделанных несложных и быстрых манипуляций кликаем дважды по иконке в правой половине этой программы. Рядом с этой иконкой должно быть название сайта, введенное в самостоятельно. Если данные (хост, пароль и логин) введены верно, в правой части откроется этот сервер, содержащий в себе различные папки.

5.4 Выбор хостинга

5.4.1 Бесплатный хостинг

Все сервера бесплатного хостинга можно разбить на три большие группы.

Во-первых, это собственно отдельные веб-проекты, предоставляющие место под персональные веб-страницы, которые создаются в основном различными студиями веб-дизайна. К таким относится, например, Ву.гу или Webservis.ru. Для провайдеров такие проекты являются логичным продолжением предоставляемых ими услуг платного хостинга, а сервер бесплатного хостинга также играет преимущественно рекламную роль.

Во-вторых, сервера, совмещенные с предоставлением сервиса бесплатной электронной почты. Это, например, тот же Chat.ru, Newmail.ru и Hotbox.ru. Как правило, для них услуга бесплатного хостинга является дополнительной к основному сервису - электронной почте.

И в третьих, проекты, входящие наряду с другими интернет-сервисами в состав различных порталов. Это, например, Народ.ру, входящий в портал Яндекса, Voom.ru, входящий в портал Mail.ru

Главными недостатками бесплатного хостинга в целом являются два основных фактора, которые обычно и становятся причиной смены того или иного бесплатного хостера, а то и вообще перехода на хостинг на коммерческой основе.

Во-первых, сервера бесплатного хостера не гарантируют постоянного предоставления услуги и в любой момент могут изменить ее условия, очень

часто это выражается либо введением обязательной рекламы на страницах сайтов пользователей, либо вообще к переходу со временем на коммерческую основу (как это случилось с I-Connect.ru). Кроме того, во многих случаях практикуется удаление неактивных (т.е. заброшенных, либо пустых) профилей пользователей, а то и вообще полноценных сайтов без объяснения причин, как это, например, имело место на Newmail.ru, который в 2000 г. просто удалил несколько сайтов религиозного содержания (протестантских ресурсов), посчитав их сектантскими.

Во-вторых, сервера бесплатного хостинга не гарантируют качество предоставляемой услуги, поэтому частые "зависания" всего сервера либо очень медленная загрузка страниц - типичное явление для всех free-хостеров.

5.4.2 Коммерческий хостинг

На что обращать внимание при выборе платного хостинга:

- стоимость услуг. Имеет смысл сравнить тарифные планы разных хостинг-провайдеров и услуги, предлагаемые за эти деньги;
- наличие своей cgi-bin директории, и, соответственно, возможности написания своих скриптов. Некоторые хостеры проверяют скрипты, прежде чем разместить их. С такими связываться не стоит. Также стоит поинтересоваться, какие языки (Perl, PHP, C, Python, etc.) поддерживаются. Например, у хостинг-провайдера ИНО.ru заранее установлен Parser - простой и удобный язык скриптования сайтов, разработанный студией Артемия Лебедева;
- размер предоставляемого дискового пространства, плата за превышение;
- предоставляются ли бесплатно домены третьего уровня;
- количество почтовых ящиков;
- географическое положение сервера и скорость каналов связи. Скажем, размещать сайты, ориентированные на русскую аудиторию, на сервере находящемся в Америке будет не лучшим решением, так как скорость ответа сервера будет ниже, чем, скажем, расположенного в Москве;

- немаловажное значение имеет служба поддержки, которая в идеале должна оперативно в течение нескольких часов после запроса отвечать на вопросы и давать консультации.

В общем, при выборе хостинга нет однозначных схем, но общий смысл таков, что прежде, чем отдавать деньги, нужно разузнать как можно больше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе разработан и реализован электронный учебный курс в виде тематического сайта, посвящённого устройству абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1. Сейчас, когда телекоммуникации развиваются особенно быстро, остро ощущается нехватка специализированных учебных курсов. За пять лет своего обучения студент должен освоить огромное количество информации, в часы аудиторных занятий в полной мере это сделать невозможно. Возрастает роль самостоятельного обучения, при этом необходимы такие курсы, как «Назначение и примеры использования устройства абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 в компьютерных сетях», которые были бы доступны в любое удобное время, при наличии подключения к Интернету. В этих условиях тема данной дипломной работы представляется очень своевременной, а разработка компьютерного учебного курса, который мог бы применяться при обучении студентов, является актуальной, актуальность этого вопроса продиктована ситуацией, сложившейся в процессе обучения

При проектировании электронного учебного курса были выдвинуты и реализованы следующие требования:

- технологические: лёгкость реализации и модификации курса. Это достигнуто средствами языка HTML, т.к. для создания новой страницы курса не требуется специализированного программного обеспечения. Освоить этот язык можно за весьма короткий срок, при этом он достаточно мощный и гибкий, что помогает решить множество задач;

- психологические: учёт особенностей человека. Для облегчения адаптации студента к новому курсу, разработан интуитивно понятный интерфейс. Светлый фон страницы выбран специально, чтобы снизить утомляемость при работе за экраном.

Для достижения целей работы и решения предложенных задач была проделана следующая работа:

- отбор и изучение справочного материала об интегрированном устройстве абонентского доступа FlexDSL FG-PAM-SAN-4Eth-R, V1 и примерах его использования в компьютерных сетях;
- детально изучена методика создания компьютерных обучающих мультимедиа систем, которая была в дальнейшем использована при разработке собственного компьютерного приложения в виде web-сайта;
- выдвинуты критерии, которым должно соответствовать электронный учебный курс, и соответственно, требования к нему;
- на основе требований разработана структура самого электронного учебного курса;
- реализован электронный учебный курс и спроектирован его интерфейс.

В настоящее время электронное пособие расположено на сервере <http://opds.sut.ru> и доступно любому пользователю, имеющему персональный компьютер и возможность выхода в Интернет, в удобное для него время.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мардер Н.С. Современные телекоммуникации. - М.: ИРИАС, 2006.
2. Палмер М., Синклер Р.Б. Проектирование и внедрение компьютерных сетей. Учебный курс 2-е издание. – М.: BVH, 2004.
3. Алексеев А.Н. Дистанционное обучение инженерным специальностям: Монография. – Сумы: ИТД «Университетская книга», 2005.
4. <http://www.distance-learning.ru>.
5. <http://masters.donntu.edu.ua/2007/ggeo/kulinchenko>.
6. <http://opds.sut.ru>.
7. Гайворонская Г.С. Проводные информационные технологии. – Одесса: Одесская государственная академия холода, 2006.
8. <http://www.protocols.ru>.
9. Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Основы локальных сетей: курс лекций: учеб. пособие: для студентов вузов, обучающихся по специальностям в обл. информ. технологий – М.: Интернет – Ун-т Информ. Технологий, 2005.
10. <http://nateks.ru>.
11. Олифер В.Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии и протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006.
12. <http://ru.wikipedia.org>.
13. <http://parallel.ru>.
14. <http://zyxel.ru>.
15. Левин М.П., Алексеев Ю.А. 2 в 1: Самоучитель разработки Web-сайтов: HTML, CSS, графика, анимация, раскрутка + Видеокурс. М.: Изд-во Триумф, 2008.

Список сокращений

A

AAL5 – ATM adaptation layer – уровень адаптации ATM

ADSL – Asymmetric Digital Subscriber Line – асимметричная цифровая абонентская линия

ATM – Asynchronous Transfer Mode – асинхронный способ передачи данных

B

BER – Basic Encoding Rules – основные правила кодирования

BRI – Basic Rate Interface – интерфейс передачи данных с номинальной скоростью

C

CAP – Carrierless Amplitude/Phase modulation – амплитудно-фазовая модуляция с подавлением несущей

CBR – Constant bit rate – постоянная скорость передачи

CGI – Computer Graphics Interface – интерфейс машинной графики

COE – Customer premises equipment – клиентское оборудование

CPU – Central processing unit – центральный процессор

D

DC – Direct current – постоянный ток

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol – протокол динамического выбора конфигурации хост-машины

DNS – Domain Name System – доменная система имён

DPSK – Differential phase shift keying – относительная фазовая модуляция

DSL – Digital Subscriber Line – цифровая абонентская линия

DSLAM – Digital Subscriber Line Access Multiplexer – мультиплексор доступа к цифровой абонентской линии

DSP – Digital Signal Processing – цифровая обработка сигнала

E

Eth – Ethernet

F

FDD – Frequency division duplex – дуплексная связь с частотным разделением каналов

FEC – Forward error correction – упреждающая коррекция ошибок

FG – Flex Gain

FR – Frame Relay - протокол трансляции фреймов

FTP – File Transfer Protocol – протокол передачи файлов

G

GIF – Graphics image format – формат обмена графическими данными

H

HDSL – High bit rate Digital Subscriber Line – высокоскоростная цифровая абонентская линия

HTML – Hyper-Text Markup Language – язык гипертекстовой разметки

I

ISDL – ISDN Digital Subscriber Line – цифровая абонентская линия с интеграцией услуг

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers – институт инженеров электротехники и электроники

IP – Internet protocol – Интернет протокол

ITU – International Telecommunication Union – Международный союз электросвязи

L

LAN – Local Area Network – локальная вычислительная сеть

N

NAT – Network Address Translation – сетевая трансляция адресов

NEXT – Near End Cross talk - передающий конец

NTU – network terminating unit – блок сетевого окончания

O

OSI – open-system interconnection – взаимодействие открытых систем

P

PAM – pulse amplitude modulation – импульсно-амплитудная модуляция

PAT – port address translation – трансляция адреса порта

PCM – pulse-code modulation – импульсно-кодовая модуляция

PPP – Point-to-Point Protocol – протокол «точка-точка»

PVC – pulse voltage converter – преобразователь импульсного напряжения

Q

QAM – Quadrature Amplitude Modulation – квадратурная амплитудная модуляция

QoS – quality of service – качество обслуживания

R

R – router – маршрутизатор

RADSL – Rate Adaptive Digital Subscriber Line – цифровая абонентская линия с адаптивной частотой

RFC – Request For Comments – запрос на комментарии и предложения

RIP – Routing Information Protocol – протокол обмена информацией о маршрутизации

S

SA – Stand Alone – компактный настольный модуль

SGML – Standard Generalized Markup Language – стандартный обобщённый язык описания документов

SHDSL – Single Pair High Speed Digital Subscriber Line – однопарная высокоскоростная цифровая абонентская

SLIP – Serial Line Interface Protocol – протокол последовательной межсетевой связи

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol – упрощённый протокол электронной почты

SNMP – Service Network Management Protocol – протокол сетевого управления услугами

SNR – signal-noise ratio – отношение сигнал/шум

STA – spanning-tree algorithm – алгоритм связующего дерева

T

TCM – Trellis-Coded Modulation – решётчатое кодирование

TCP – Transmission Control Protocol – протокол управления передачей

TC-PAM – Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation – импульсная амплитудно-фазовая модуляция с треллис-кодированием

Telnet – telecommunications network protocol – протокол сети связи

U

UBR – Unspecified Bit Rate – передача с незаданной заранее скоростью

UDP – User Datagram Protocol – протокол дейтаграмм пользователя

UNI – User Network Interface – сетевой интерфейс пользователя

V

VBR – variable bit rate – переменная скорость передачи данных

VDSL – Very-high data rate Digital Subscriber Line – сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия

W

WAN – Wide-Area Network – глобальная сеть

WWW – world wide web – мировая паутина

X

XML – eXtensible Markup Language – расширяемый язык разметки