МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)

«Автоматизированные системы управления»

ОСТРОУХ А.В.

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Методические указания

Научно-инновационный центр

Красноярск, 2017

УДК 004.382.7

ББК 32.973.26

О79

Остроух А.В.

Основы построения информационно-вычислительных сетей: методические указания [Электронный ресурс] / А.В. Остроух. – Электрон. текстовые дан. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2017. – 56 с.

ISBN 978-5-906314-60-4

DOI: 10.12731/asu.madi.ru/OP.2017.56

Методические указания содержат учебный материал по основам построения информационно-вычислительных сетей для укрупненной группы направлений подготовки 090000 – «Информатика и вычислительная техника».

Рассматриваются общие сведения о компьютерных сетях, протоколы передачи данных, станадарты и топологии компьютерных сетей, сетевые устройства и устройства приема/передачи данных.

Методические указния могут использоваться при подготовке бакалавров, специалистов, магистров и кадров высшей квалификации в области информационно-коммуникационных технологий, а также для повышения квалификации педагогических работников в системе профессионального образования.

УДК 004.382.7

ББК 32.973.26

ISBN 978-5-906314-60-4

© Остроух А.В., 2017

© МАДИ, 2017

© Научно-инновационный центр, 2017

Введение

Методические указания разработаны в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) по направлениям подготовки, входящим в состав укрупненной группы 090000 – «Информатика и вычислительная техника».

Учебные материалы, изложенные в методических указаниях, помогут сформировать общепрофессиональную компетенцию:

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Перечень планируемых результатов обучения:

знать:

- основную терминологию, определения и понятия предметной области сетей связи;
- эталонную модель взаимодействия открытых систем, модели TCP/IP. IEEE 802;
- основные стандартизирующие организации в области сетей связи и сферу их деятельности;

уметь:

- грамотно пользоваться языком предметной области сетей связи;
- зная основные функции протоколов различных стеков, определять их место в модели взаимодействия открытых систем;

владеть:

- базовыми знаниями в области современных сетей и систем передачи информации.

1. Общие сведения о компьютерных сетях

Компьютерная сеть (вычислительная сеть, сеть передачи данных) *– система связи компьютеров или компьютерного оборудования (серверы, маршрутизаторы и другое оборудование).* Для передачи информации могут быть использованы различные физические явления, как правило – различные виды электрических сигналов, световых сигналов или электромагнитного излучения.

По **территориальной распределенности** различают следующие виды сетей:

- **PAN (Personal Area Network)** – персональная сеть, предназначенная для взаимодействия различных устройств, принадлежащих одному владельцу.
- **LAN (Local Area Network)** – локальные сети, имеющие замкнутую инфраструктуру до выхода на поставщиков услуг. Термин «LAN» может описывать и маленькую офисную сеть, и сеть уровня большого завода, занимающего несколько сотен гектаров. Зарубежные источники дают даже близкую оценку – около шести миль (10 км) в радиусе. Локальные сети являются сетями закрытого типа, доступ к ним разрешен только ограниченному кругу пользователей, для которых работа в такой сети непосредственно связана с их профессиональной деятельностью.
- **CAN (Campus Area Network – кампусная сеть)** – объединяет локальные сети близко расположенных зданий.
- **MAN (Metropolitan Area Network)** – городские сети между учреждениями в пределах одного или нескольких городов, связывающие много локальных вычислительных сетей.
- **WAN (Wide Area Network)** – глобальная сеть, покрывающая большие географические регионы, включающие в себя как локальные сети, так и прочие телекоммуникационные сети и устройства. Пример WAN – сети с коммутацией пакетов (Frame relay), через которую могут «разговаривать» между собой различные компьютерные сети. Глобальные сети являются открытыми и ориентированы на обслуживание любых пользователей.

- **BAN (Body Area Network)** – сеть из надеваемых компьютерных устройств. Устройства могут быть встроены в тело, имплантированы, прикреплены к поверхности тела в фиксированном положении или совмещены с устройствами, которые люди носят в различных местах (карманах, на руке или в сумках).

Термин **«корпоративная сеть»** также используется в литературе для обозначения объединения нескольких сетей, каждая из которых может быть построена на различных технических, программных и информационных принципах.

По **типу среды передачи данных** различают сети:

- **проводные** (телефонный провод, коаксиальный кабель, витая пара, волоконно-оптический кабель);
- **беспроводные** (передачей информации по радиоволнам в определенном частотном диапазоне).

По **скорости передачи данных** различают сети:

- низкоскоростные (**до 10 Мбит/с**);
- среднескоростные (**до 100 Мбит/с**);
- высокоскоростные (**свыше 100 Мбит/с**).

По **сетевым операционным системам** различают сети:

- на основе Microsoft Windows;
- на основе UNIX (Solaris, FreeBSD, GNU/Linux);
- на основе Novell NetWare;
- на основе Cisco IOS.

2. Протоколы передачи данных

При передаче файлов требуется, чтобы оба компьютера, связывающиеся друг с другом, договорились об общем протоколе. ***Протоколом*** *называется набор правил и описаний, которые регулируют передачу информации.*

Для борьбы с ошибками, возникающими при передаче файлов, в большинстве современных протоколов имеются средства исправления ошибок. Конкретные методы в каждом протоколе свои, но принципиальная схема исправления ошибок одна и та же. Она заключается в том, что передаваемый файл разбивается на небольшие блоки - пакеты, а затем каждый принятый пакет сравнивается с посланным, чтобы удостовериться в их адекватности. Каждый пакет содержит дополнительный контрольный байт. Если принимающий компьютер после некоторых логических действий получит иное значение этого байта, он сделает вывод, что при пересылке пакета произошла ошибка, и запросит повторение передачи этого пакета. Несмотря на то что такая процедура уменьшает объем полезной информации, передаваемой в единицу времени, проверка на наличие ошибок и их исправление обеспечивают надежность передачи файла.

При реализации компьютерной сети могут использоваться **различные наборы протоколов,** некоторые из них: AppleTalk, ARCNET, ATM, DECnet, Ethernet, HIPPI, IEEE-488, IP, IPX, Myrinet, TCP, Token Ring, UDP, SPX, FDDI, QsNet, USB, IEEE 1394 (Firewire, iLink), X.25, Frame relay, Bluetooth, IEEE 802.11, Systems Network Architecture, RapidIO

Рассмотрим подробнее наиболее значимые из них.

2.1. Ethernet

Ethernet (от англ. ether - «эфир») *– пакетная технология передачи данных преимущественно локальных компьютерных сетей.*

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде – на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. Ethernet стал самой распространённой технологией ЛВС в середине 1990-х годов, вытеснив такие устаревшие технологии, как Arcnet и Token ring.

В стандарте первых версий (Ethernet v1.0 и Ethernet v2.0) указано, что в качестве передающей среды используется коаксиальный кабель, в дальнейшем появилась возможность использовать витую пару и оптический кабель.

Существует несколько форматов Ethernet-кадра. Ethernet Version 2 (рис. 1) или Ethernet-кадр II, ещё называемый DIX (аббревиатура первых букв фирм-разработчиков DEC, Intel, Xerox) – наиболее распространена и используется по сей день. Часто используется непосредственно протоколом Интернет.

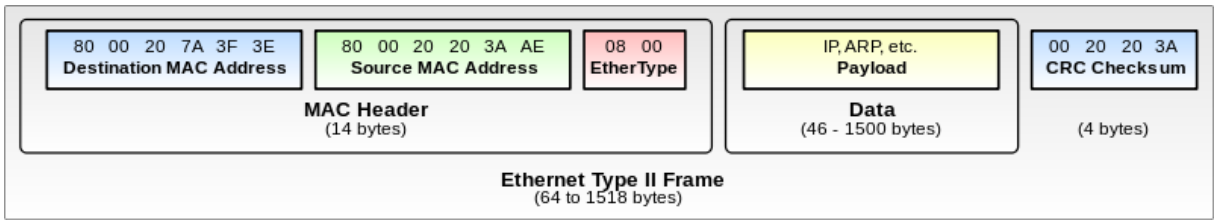

Рис. 1. Наиболее распространенный формат кадра Ethernet II

При проектировании стандарта Ethernet было предусмотрено, что каждая сетевая карта (равно как и встроенный сетевой интерфейс) должна иметь уникальный шестибайтный номер (MAC-адрес), прошитый в ней при изготовлении. Этот номер используется для идентификации отправителя и получателя кадра, и предполагается, что при появлении в сети нового компьютера (или другого устройства, способного работать в сети) сетевому администратору не придётся настраивать MAC-адрес.

Уникальность MAC-адресов достигается тем, что каждый производитель получает в координирующем комитете IEEE Registration Authority диапазон из шестнадцати миллионов (2^{24}) адресов, и по мере исчерпания выделенных адресов может запросить новый диапазон. Поэтому по трём старшим байтам MAC-адреса можно определить производителя. Существуют таблицы, позволяющие определить производителя по MAC-адресу; в частности, они включены в программы типа arpalert.

MAC-адрес считывается один раз из ПЗУ при инициализации сетевой карты, в дальнейшем все пакеты генерируются операционной системой. Все современные операционные системы позволяют поменять его. Для Windows начиная как минимум с Windows 98 он менялся в реестре. Некоторые драйвера сетевых карт давали возможность изменить его в настройках, но смена работает абсолютно для любых карт.

Некоторое время назад, когда драйверы сетевых карт не давали возможность изменить свой MAC-адрес, а альтернативные возможности не были слишком известны, некоторые провайдеры Internet использовали его для идентификации машины в сети при учёте трафика.

В зависимости от скорости передачи данных, и передающей среды существует несколько вариантов технологии. Независимо от способа передачи стек сетевого протокола и программы работают одинаково практически во всех нижеперечисленных вариантах.

По некоторым причинам, в дополнение к основному стандарту многие производители рекомендуют пользоваться другими запатентованными носителями – например, для увеличения расстояния между точками сети используется волоконно-оптический кабель.

Большинство Ethernet-карт и других устройств имеет поддержку нескольких скоростей передачи данных, используя автоопределение (autonegotiation) скорости и дуплексности, для достижения наилучшего соединения между двумя устройствами. Если автоопределение не срабатывает, скорость подстраивается под партнёра, и включается режим полудуплексной передачи. Например, наличие в устройстве порта Ethernet 10/100 говорит о том, что через него можно работать по технологиям 10BASE-T и 100BASE-TX, а порт Ethernet 10/100/1000 – поддерживает стандарты 10BASE-T, 100BASE-TX и 1000BASE-T.

10 Мбит/с Ethernet

10BASE-T, IEEE 802.3i – для передачи данных используется 4 провода кабеля витой пары (две скрученные пары) категории-3 или категории-5. Максимальная длина сегмента 100 метров.

FOIRL – (акроним от англ. Fiber-optic inter-repeater link). Базовый стандарт для технологии Ethernet, использующий для передачи данных оптический кабель. Максимальное расстояние передачи данных без повторителя 1 км.

10BASE-F, IEEE 802.3j – Основной термин для обозначения семейства 10 Мбит/с ethernet-стандартов, использующих оптический кабель на расстоянии до 2 километров: 10BASE-FL, 10BASE-FB и 10BASE-FP. Из перечисленного только 10BASE-FL получил широкое распространение.

10BASE-FL (Fiber Link) – Улучшенная версия стандарта FOIRL. Улучшение коснулось увеличения длины сегмента до 2 км.

10BASE-FB (Fiber Backbone) – Сейчас неиспользуемый стандарт, предназначался для объединения повторителей в магистраль.

10BASE-FP (Fiber Passive) – Топология «пассивная звезда», в которой не нужны повторители – никогда не применялся.

Быстрый Ethernet (Fast Ethernet, 100 Мбит/с)

100BASE-T – общий термин для обозначения стандартов, использующих в качестве среды передачи данных витую пару. Длина сегмента до 100 метров. Включает в себя стандарты 100BASE-TX, 100BASE-T4 и 100BASE-T2.

100BASE-TX, IEEE 802.3u – развитие стандарта 10BASE-T для использования в сетях топологии «звезда». Задействована витая пара категории 5, фактически используются только две неэкранированные пары проводников, поддерживается дуплексная передача данных, расстояние до 100 м.

100BASE-T4 – стандарт, использующий витую пару категории 3. Задействованы все четыре пары проводников, передача данных идёт в полудуплексе. Практически не используется.

100BASE-T2 – стандарт, использующий витую пару категории 3. Задействованы только две пары проводников. Поддерживается полный дуплекс, когда сигналы распространяются в противоположных направлениях по каждой паре. Скорость передачи в одном направлении – 50 Мбит/с. Практически не используется.

100BASE-FX – стандарт, использующий многомодовое волокно. Максимальная длина сегмента 400 метров в полудуплексе (для гарантированного обнаружения коллизий) или 2 километра в полном дуплексе.

100BASE-SX – стандарт, использующий многомодовое волокно. Максимальная длина ограничена только величиной затухания в оптическом кабеле и мощностью передатчиков, по разным материалам от 2х до 10 километров.

100BASE-FX WDM – стандарт, использующий одномодовое волокно. Максимальная длина ограничена только величиной затухания

в волоконно-оптическом кабеле и мощностью передатчиков. Интерфейсы бывают двух видов, отличаются длиной волны передатчика и маркируются либо цифрами (длина волны) либо одной латинской буквой A(1310) или B(1550). В паре могут работать только парные интерфейсы: с одной стороны, передатчик на 1310 нм, а с другой – на 1550 нм.

Гигабитный Ethernet (Gigabit Ethernet, 1 Гбит/с)

1000BASE-T, IEEE 802.3ab – стандарт, использующий витую пару категорий 5e. В передаче данных участвуют 4 пары. Скорость передачи данных – 250 Мбит/с по одной паре. Используется метод кодирования PAM5, частота основной гармоники 62,5 МГц. Расстояние до 100 метров

1000BASE-TX был создан Ассоциацией Телекоммуникационной Промышленности (англ. Telecommunications Industry Association, TIA) и опубликован в марте 2001 года как «Спецификация физического уровня дуплексного Ethernet 1000 Мб/с (1000BASE-TX) симметричных кабельных систем категории 6 (ANSI/TIA/EIA-854-2001)» (англ. «A Full Duplex Ethernet Specification for 1000 Mbit/s (1000BASE-TX) Operating Over Category 6 Balanced Twisted-Pair Cabling (ANSI/TIA/EIA-854-2001)»). Стандарт, использует раздельную приёмо-передачу (по одной паре в каждом направлении), что существенно упрощает конструкцию приёмопередающих устройств. Ещё одним существенным отличием 1000BASE-TX является отсутствие схемы цифровой компенсации наводок и возвратных помех, в результате чего сложность, уровень энергопотребления и цена процессоров становится ниже, чем у процессоров стандарта 1000BASE-T. Но, как следствие, для стабильной работы по такой технологии требуется кабельная система высокого качества, поэтому 1000BASE-TX может использовать только кабель 6 категории. На основе данного стандарта создано большое количество продуктов для промышленных сетей.

1000BASE-X – общий термин для обозначения стандартов со сменными приёмопередатчиками GBIC или SFP.

1000BASE-SX, IEEE 802.3z – стандарт, использующий многомодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя до 550 метров.

1000BASE-LX, IEEE 802.3z – стандарт, использующий одномодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя зависит только от типа используемых

приемопередатчиков и, как правило, составляет от 5 до 50 километров.

1000BASE-CX – стандарт для коротких расстояний (до 25 метров), использующий твинаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом (каждый из двух волноводов). Заменён стандартом 1000BASE-T и сейчас не используется.

1000BASE-LH (Long Haul) – стандарт, использующий одномодовое волокно. Дальность прохождения сигнала без повторителя до 100 километров.

10-гигабитный Ethernet (Ethernet 10G, 10 Гбит/с)

Новый стандарт 10-гигабитного Ethernet включает в себя семь стандартов физической среды для LAN, MAN и WAN. В настоящее время он описывается поправкой IEEE 802.3ae и должен войти в следующую ревизию стандарта IEEE 802.3.

10GBASE-CX4 – технология 10-гигабитного Ethernet для коротких расстояний (до 15 метров), используется медный кабель CX4 и коннекторы InfiniBand.

10GBASE-SR – технология 10-гигабитного Ethernet для коротких расстояний (до 26 или 82 метров, в зависимости от типа кабеля), используется многомодовое волокно. Он также поддерживает расстояния до 300 метров с использованием нового многомодового волокна (2000 МГц/км).

10GBASE-LX4 – использует уплотнение по длине волны для поддержки расстояний от 240 до 300 метров по многомодовому волокну. Также поддерживает расстояния до 10 километров при использовании одномодового волокна.

10GBASE-LR и 10GBASE-ER – эти стандарты поддерживают расстояния до 10 и 40 километров соответственно.

10GBASE-SW, 10GBASE-LW и 10GBASE-EW – эти стандарты используют физический интерфейс, совместимый по скорости и формату данных с интерфейсом OC-192 / STM-64 SONET/SDH. Они подобны стандартам 10GBASE-SR, 10GBASE-LR и 10GBASE-ER соответственно, так как используют те же самые типы кабелей и расстояния передачи.

10GBASE-T, IEEE 802.3an-2006 – принят в июне 2006 года после 4 лет разработки. Использует витую пару категории 6 (максимальное расстояние 55 метров) и 6а (максимальное расстояние 100 метров).

10GBASE-KR – технология 10-гигабитного Ethernet для кросс-плат (backplane/midplane) модульных коммутаторов/маршрутизаторов и серверов (Modular/Blade).

Компания Harting заявила о создании первого в мире 10-гигабитного соединителя RJ-45, не требующего инструментов для монтажа – HARTING RJ Industrial 10G.

40-гигабитный и 100-гигабитный Ethernet

Согласно наблюдениям Группы 802.3ba, требования к полосе пропускания для вычислительных задач и приложений ядра сети растут с разными скоростями, что определяет необходимость двух соответствующих стандартов для следующих поколений Ethernet – 40 Gigabit Ethernet (или 40GbE) и 100 Gigabit Ethernet (или 100GbE). В настоящее время серверы, высокопроизводительные вычислительные кластеры, блейд-системы, SAN и NAS используют технологии 1GbE и 10GbE, при этом в 2007 и 2008 гг. был отмечен значительный рост последней.

2.2. TCP/IP

Transmission Control Protocol (TCP) (протокол управления передачей) *– один из основных протоколов передачи данных Интернета, предназначенный для управления передачей данных в сетях и подсетях TCP/IP.*

TCP – это транспортный механизм, предоставляющий поток данных, с предварительной установкой соединения, за счёт этого дающий уверенность в достоверности получаемых данных, осуществляет повторный запрос данных в случае потери данных и устраняет дублирование при получении двух копий одного пакета. В отличие от UDP гарантирует целостность передаваемых данных и уведомление отправителя о результатах передачи.

Реализация TCP, как правило, встроена в ядро ОС, хотя есть и реализации TCP в контексте приложения.

Когда осуществляется передача от компьютера к компьютеру через Интернет, TCP работает на верхнем уровне между двумя

конечными системами, например, браузером и веб-сервером. Также TCP осуществляет надежную передачу потока байтов от одной программы на некотором компьютере к другой программе на другом компьютере. Программы для электронной почты и обмена файлами используют TCP. TCP контролирует длину сообщения, скорость обмена сообщениями, сетевой трафик.

Internet Protocol (IP) *– межсетевой протокол.* Относится к маршрутизируемым протоколам сетевого уровня семейства TCP/IP. Именно IP стал тем протоколом, который объединил отдельные подсети во всемирную сеть Интернет. Неотъемлемой частью протокола является адресация сети.

IP объединяет сегменты сети в единую сеть, обеспечивая доставку данных между любыми узлами сети. Он классифицируется как протокол третьего уровня по сетевой модели OSI. IP не гарантирует надёжной доставки пакета до адресата. В частности, пакеты могут прийти не в том порядке, в котором были отправлены, продублироваться (приходят две копии одного пакета), оказаться повреждёнными (обычно повреждённые пакеты уничтожаются) или не прийти вовсе. Гарантию безошибочной доставки пакетов дают некоторые протоколы более высокого уровня, например, TCP, которые используют IP в качестве транспорта.

В современной сети Интернет используется IP четвёртой версии, также известный как IPv4. В протоколе IP этой версии каждому узлу сети ставится в соответствие IP-адрес длиной 4 октета (4 байта). При этом компьютеры в подсетях объединяются общими начальными битами адреса. Количество этих бит, общее для данной подсети, называется ***маской подсети.***

В настоящее время вводится в эксплуатацию шестая версия протокола – IPv6, которая позволяет адресовать значительно большее количество узлов, чем IPv4. Эта версия отличается повышенной разрядностью адреса, встроенной возможностью шифрования и некоторыми другими особенностями. Переход с IPv4 на IPv6 связан с трудоёмкой работой операторов связи и производителей программного обеспечения и не может быть выполнен одномоментно. На середину 2010 года в Интернете присутствовало более 3000 сетей, работающих по протоколу IPv6. Для сравнения, на то же время в адресном пространстве IPv4 присутствовало более 320 тысяч сетей, но в IPv6 сети гораздо более крупные, нежели в IPv4.

2.3. IEEE 802.11

IEEE 802.11 *– набор стандартов связи для коммуникации в беспроводной локальной сетевой зоне частотных диапазонов 0.9, 2.4, 3.6 и 5.0 ГГц.*

Пользователям более известен по названию Wi-Fi, фактически являющемуся брендом, предложенным и продвигаемым организацией Wi-Fi Alliance. Получил широкое распространение благодаря развитию в мобильных электронно-вычислительных устройствах.

3. Стандарты компьютерных сетей

Все компьютерные сети работают в одном стандарте, принятом для компьютерных сетей – в стандарте **Open Systems Interconnection (OSI)**.

Так же, как люди, чтобы взаимодействовать, используют общий язык, так и для обеспечения взаимодействия компьютеров, объединенных в сеть, используются соответствующие средства. Для единого представления данных в линиях связи, по которым передается информация Международной организацией по стандартизации (англ. ISO - International Standards Organization) в 1984 г. разработана базовая модель взаимодействия открытых систем OSI. Эта модель является международным стандартом для передачи данных. Как представлено на рис. 2, она содержит семь уровней.

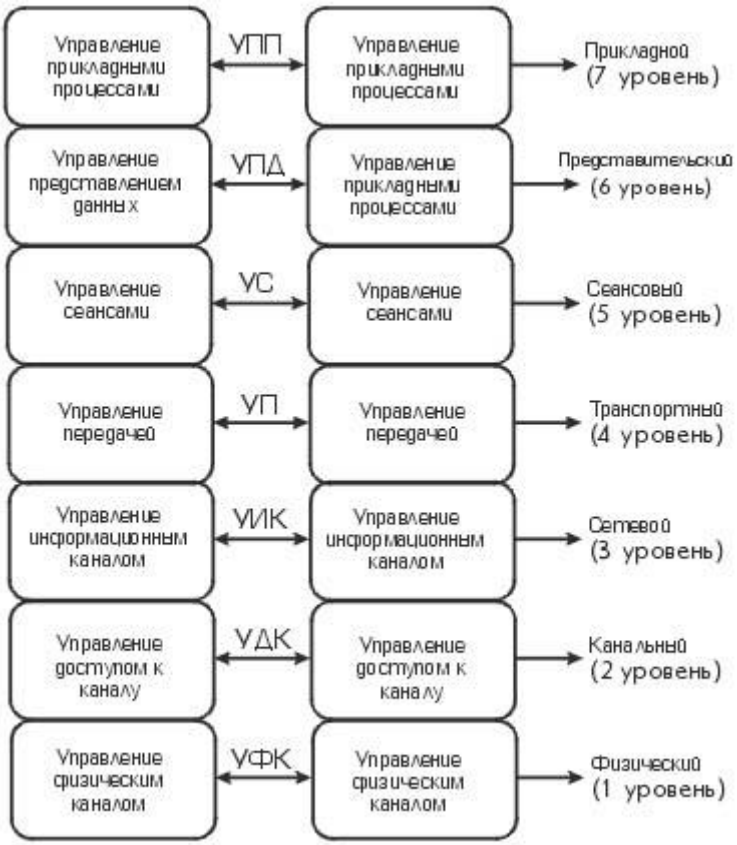

Рис. 2. Уровни управления ЛВС

Назначение каждого уровня модели взаимодействия открытых систем заключается в следующем.

На ***физическом уровне*** осуществляются соединения с физическим каналом, разрыв связи, управление каналом, а также определяется скорость передачи данных и топология сети.

На ***канальном уровне*** осуществляется обрамление передаваемых массивов информации вспомогательными символами и контроль передаваемых данных. В ЛВС передаваемая информация разбивается на несколько пакетов или кадров. Каждый пакет содержит адреса источника и места назначения, а также средства обнаружения ошибок.

Сетевой уровень определяет маршрут передачи информации между сетями, отдельными компьютерами, обеспечивает обработку ошибок, а также управление потоками данных. Основная задача сетевого уровня - маршрутизация данных (передача данных между сетями). Специальные устройства - маршрутизаторы (Router) определяют для какой сети предназначено то или другое сообщение, и направляют эту посылку в заданную сеть. Для определения абонента внутри сети используется адрес узла. Для определения пути передачи данных между сетями на маршрутизаторах строятся таблицы маршрутов, содержащие последовательность передачи данных через маршрутизаторы. Каждый маршрут содержит адрес конечной сети, адрес следующего маршрутизатора и стоимость передачи данных по этому маршруту. При оценке стоимости могут учитываться количество промежуточных маршрутизаторов; время, необходимое на передачу данных; просто денежная стоимость передачи данных по линии связи. Для построения таблиц маршрутов наиболее часто используют либо метод векторов, либо статический метод. При выборе оптимального маршрута применяют динамические или статические методы. На сетевом уровне возможно применение одной из двух процедур передачи пакетов:

- датаграмм, т.е. когда часть сообщения или пакет независимо доставляется адресату по различным маршрутам, определяемым сложившейся динамикой в сети. При этом каждый пакет включает в себя полный заголовок с адресом получателя. Процедуры управления передачей таких пакетов по сети называются датаграммной службой;

- виртуальных соединений, когда установление маршрута передачи всего сообщения от отправителя до получателя осуществляется с помощью специального служебного пакета - запроса на соединение. В таком случае для этого пакета выбирается маршрут и при положительном ответе получателя на соединение закрепляется для всего последующего трафика (потока сообщений всети передачи данных) и получает номер соответствующего виртуального

канала (соединения) для дальнейшего использования его другими пакетами того же сообщения. Пакеты, которые передаются по одному виртуальному каналу, не являются независимыми и поэтому содержат сокращенный заголовок, включающий порядковый номер пакета, принадлежащий одному сообщению.

Транспортный уровень обеспечивает связывание нижних уровней (физический, канальный, сетевой) с верхними уровнями, которые реализуются программными средствами. Этот уровень как бы разделяет средства формирования данных в сети от средств их передачи. Здесь осуществляется разделение информации по определенной длине и уточняется адрес назначения. Транспортный уровень позволяет мультиплексировать передаваемые сообщения или соединения. Мультиплексирование сообщений позволяет передавать сообщения одновременно по нескольким линиям связи, а мультиплексирование соединений передает в одной посылке несколько сообщений для различных соединений.

На ***сеансовом уровне*** осуществляется управление сеансами связи между двумя взаимодействующими пользователями (определяется начало и окончание сеанса связи: нормальное или аварийное; время, длительность и режим сеанса связи; определяются точки синхронизации для промежуточного контроля и восстановления при передаче данных; восстанавливается соединение после ошибок во время сеанса связи без потери данных).

На ***представительском уровне*** осуществляются управление представлением данных в необходимой для программы пользователя форме, генерация и интерпретация взаимодействия процессов, кодирование/декодирование данных, в том числе компрессия и декомпрессия данных. На рабочих станциях могут использоваться различные операционные системы, каждая из которых может иметь свою файловую систему, свои форматы хранения и обработки данных. Задачей данного уровня является преобразование данных при передаче информации в формат, который используется в информационной системе. При приеме данных уровень их представления выполняет обратное преобразование. Таким образом, появляется возможность организовать обмен данными между станциями, на которых используются различные операционные системы.

Компрессия или упаковка данных сокращает время их передачи. Кодирование передаваемой информации обеспечивает ее защиту от перехвата.

Прикладной уровень управляет прикладными сетевыми программами, обслуживающими файлы, а также выполняет вычислительные, информационно-поисковые работы, логические преобразования информации, передачу почтовых сообщений и т.п. Главная задача этого уровня - обеспечить удобный интерфейс для пользователя.

На разных уровнях обмен происходит различными единицами информации: биты, кадры, пакеты, сеансовые сообщения, пользовательские сообщения.

Основная идея этой модели заключается в том, что каждому уровню отводится конкретная роль, в том числе и транспортной среде. Благодаря этому общая задача передачи данных разделяется на отдельные легкообозримые задачи.

Необходимые соглашения для связи одного уровня с выше- и нижерасположенными называют ***протоколом***.

Так как пользователи нуждаются в эффективном управлении, система вычислительной сети представляется как комплексное строение, которое координирует взаимодействие задач пользователей.

С учетом вышеизложенного можно вывести следующую уровневую модель с административными функциями, выполняющимися на пользовательском прикладном уровне.

Отдельные уровни базовой модели проходят в направлении вниз от источника данных (от уровня 7 к уровню 1) и в направлении вверх от приемника данных (от уровня 1 к уровню 7). Пользовательские данные передаются в нижерасположенный уровень вместе со специфическим для уровня заголовком до тех пор, пока не будет достигнут последний уровень.

На приемной стороне поступающие данные анализируются и по мере надобности передаются далее в вышерасположенный уровень, пока информация не будет передана в пользовательский прикладной уровень.

Для передачи информации по коммуникационным линиям данные преобразуются в цепочку следующих друг за другом битов (двоичное

кодирование с помощью двух состояний: «0» и «1»). Передаваемые алфавитно-цифровые знаки представляются с помощью битовых комбинаций. Битовые комбинации располагают в определенной кодовой таблице, содержащей 4, 5, 6, 7 или 8-битовые коды. Количество представленных знаков в ходе передачи данных зависит от количества битов, используемых в коде: 4-битовый код может представить максимум 16 алфавитно-цифровых знаков, 5-битовый код - 32 знака, 6-битовый код - 64 знака, 7-битовый - 128 знаков и 8-битовый код - 256 знаков.

При передаче информации как между одинаковыми, так и между различными вычислительными системами применяют следующие коды. На международном уровне передача символьной информации осуществляется с помощью 7-битового кодирования, позволяющего закодировать заглавные и строчные буквы английского алфавита, а также некоторые спецсимволы. Так как национальные и специальные знаки с помощью 7-битового кода представить нельзя, то для их передачи используют специальную шифровку и/или перекодировку информации. Для представления национальных знаков применяют 8-битовый код.

4. Топология сетей

Конфигурация сети, т.е. порядок соединения объектов сети, называют ***топологией сети.***

Различают **базовые** и **дополнительные** сетевые топологии.

По **типу базовой сетевой топологии** различают сети:

- шина;
- кольцо;
- звезда.

По **типу дополнительной сетевой топологии** различают сети:

- двойное кольцо;
- ячеистая;
- решётка;
- дерево;
- утолщенное дерево (Fat Tree);
- сеть Клоза;
- снежинка;
- полносвязная.

Смешанная топология *– топология, преобладающая в крупных сетях с произвольными связями между компьютерами.* В таких сетях можно выделить отдельные произвольно связанные фрагменты (подсети), имеющие базовую или дополнительную топологию, поэтому их называют сетями со смешанной топологией.

Рассмотрим подробнее наиболее значимые из сетевых топологий.

4.1. Шина

При шинной топологии (рис. 3) среда передачи информации представляется в форме общей магистрали, к которой должны быть подключены все рабочие станции. При этом все рабочие станции могут непосредственно вступать в контакт с любой рабочей станцией, имеющейся в сети.

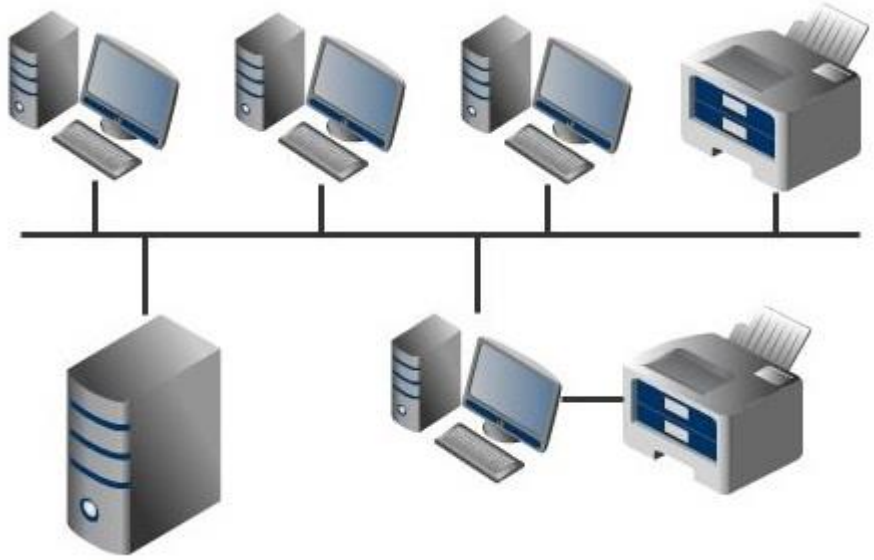

Рис. 3. Сеть тополгии «Шина»

Особенностью такой топологии сети является то, что функционирование сети не зависит от состояния отдельной рабочей станции, а рабочие станции в любое время без прерывания работы всей вычислительной сети могут быть подключены к ней или отключены.

Благодаря тому, что рабочие станции можно подключать без прерывания сетевых процессов и коммуникационной среды, очень легко прослушивать информацию, т.е. ответвлять информацию из коммуникационной среды.

4.2. Кольцо

При кольцевой топологии сети рабочие станции связаны одна с другой по кругу, т.е. рабочая станция 1 с рабочей станцией 2, рабочая станция 3 с рабочей станцией 4 и т.д., как показано на рис. 1.4.

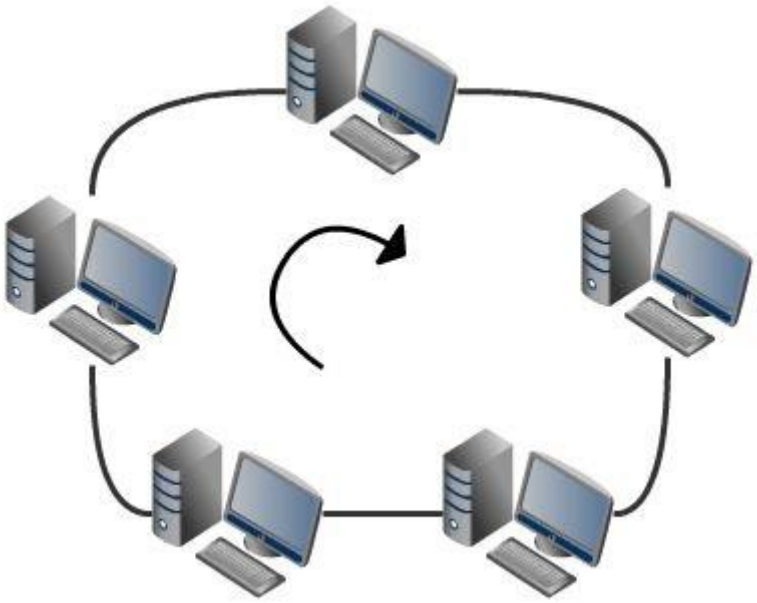

Рис. 4. Сеть топологии «Кольцо»

Последняя рабочая станция связана с первой. Коммуникационная связь замыкается в кольцо.

В сети кольцевой топологии сообщения циркулируют регулярно по кругу. Рабочая станция посылает по определенному конечному адресу информацию, предварительно получив из кольца запрос. Пересылка сообщений является очень эффективной, так как большинство сообщений можно отправлять «в дорогу» по кабельной системе одно за другим. Очень просто можно сделать кольцевой запрос на все станции. Продолжительность передачи информации увеличивается пропорционально количеству рабочих станций, входящих в вычислительную сеть.

Основная проблема при кольцевой топологии заключается в том, что каждая рабочая станция должна активно участвовать в пересылке информации, и в случае выхода из строя хотя бы одной из них вся сеть парализуется. Подключение новой рабочей станции требует краткосрочного выключения сети, так как во время установки кольцо должно быть разомкнуто.

4.3. Звезда

В сети в виде звезды (рис. 5.) компьютер-сервер получает и обрабатывает все данные с компьютеров - рабочих станций. Вся информация между двумя любыми рабочими станциями проходит через центральный узел вычислительной сети.

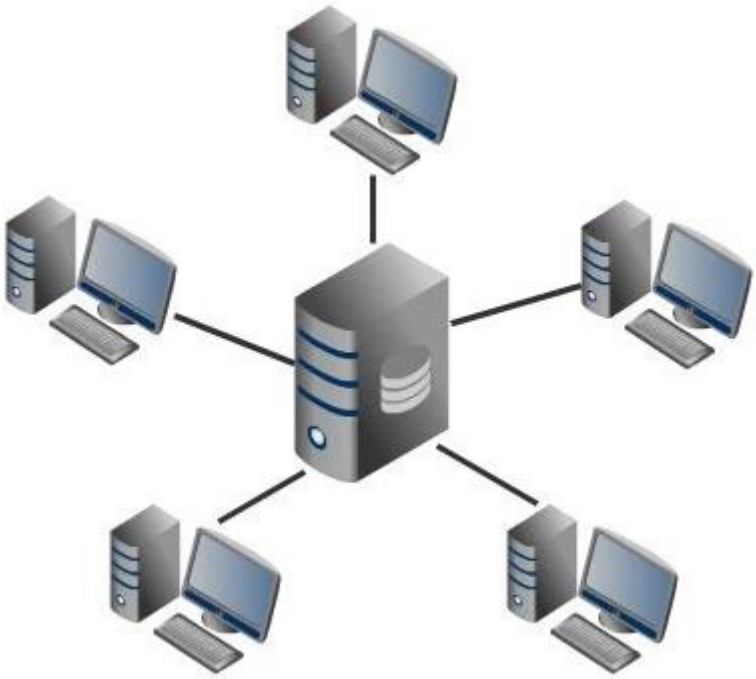

Рис. 5. Сеть топологии «Звезда»

Каждая рабочая станция связана с узлом, поэтому пропускная способность сети определяется вычислительной мощностью узла и гарантируется для каждой рабочей станции. Топология в виде звезды является наиболее быстродействующей из всех топологий вычислительных сетей, поскольку передача данных между рабочими станциями проходит через центральный узел (при его хорошей производительности) по отдельным линиям, используемым только этими рабочими станциями. Вся вычислительная сеть может управляться из ее центра. Недостатком такой топологии является нарушение работы всей сети в случае выхода из строя центрального узла.

4.4. Дерево

Наряду с известными топологиями вычислительных сетей «кольцо», «звезда» и «шина» на практике применяется и комбинированная древовидная структура (рис. 6). Она образуется в основном в виде комбинаций вышеназванных топологий вычислительных сетей.

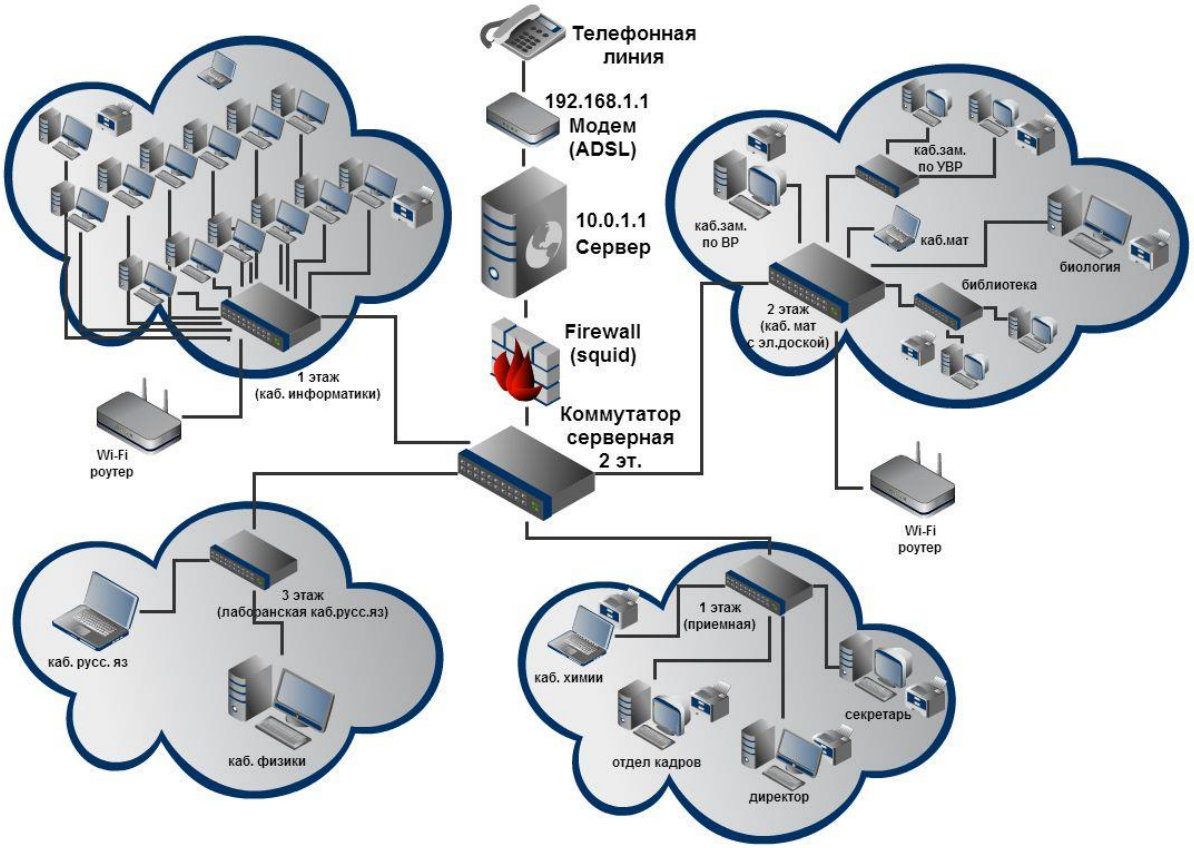

Рис. 6. Сеть топологии «Дерево»

Основание дерева вычислительной сети (корень) располагается в точке, в которой собираются коммуникационные линии информации (ветви дерева). Вычислительные сети с древовидной структурой применяются там, где невозможно непосредственное применение базовых сетевых структур в чистом виде. Для подключения большого числа рабочих станций соответственно адаптерным платам применяют сетевые усилители и/или коммутаторы. Коммутатор, обладающий одновременно и функциями усилителя, называют активным концентратором.

На практике применяют две их разновидности, обеспечивающие подключение соответственно восьми или шестнадцати линий. Устройство, к которому можно присоединить максимум три станции, называют пассивным концентратором. Пассивный концентратор обычно используют как разветвитель. Он не нуждается в усилителе. Предпосылкой для подключения пассивного концентратора является то, что возможное максимальное расстояние до рабочей станции не должно превышать нескольких десятков метров.

5. Среда передачи данных

Когда данные готовятся к пересылке по сети, они преобразуются в электрический сигнал. Эти сигналы генерируются в виде электромагнитных волн (аналоговый сигнал) или в виде пульсаций напряжения (цифровой сигнал). Для пересылки с одного компьютера на другой сигнал должен быть физически передан из одного места в другое. Физический путь, по которому передается сигнал, и определяется существующей средой передачи. Сигнал поступает в среду передачи с компьютера-передатчика, передается по среде передачи и затем принимается компьютером-приемником. В настоящее время существуют два типа среды передачи: кабельная и беспроводная.

5.1.1. Кабельные среды передачи данных

Кабельные среды передачи данных обеспечивают передачу сигнала по строго определенному пути. В настоящее время кабельные среды передачи данных могут быть представлены кабелями следующих типов:

- телефонный кабель;
- коаксиальный кабель;
- витая пара;
- оптический кабель.

Телефонный и коаксиальный кабель в современных компьютерных сетях применяется все реже. Телефонный кабель успешно заменяется витой парой, а коаксиальный кабель оптоволоконным. Поэтому ниже будут рассмотрены только витая пара и оптоволоконный кабель.

Витая пара. Этот кабель состоит из двух или более медных проводников, защищенных пластиковой изоляцией и свитых между собой (рис. 7). Свитые проводники снаружи защищаются еще одним слоем изоляции. Свивание проводников уменьшает искажение полезного сигнала, связанное с передачей электрического тока по проводнику. С точки зрения физики процесс такого искажения называется ***интерференцией сигналов***.

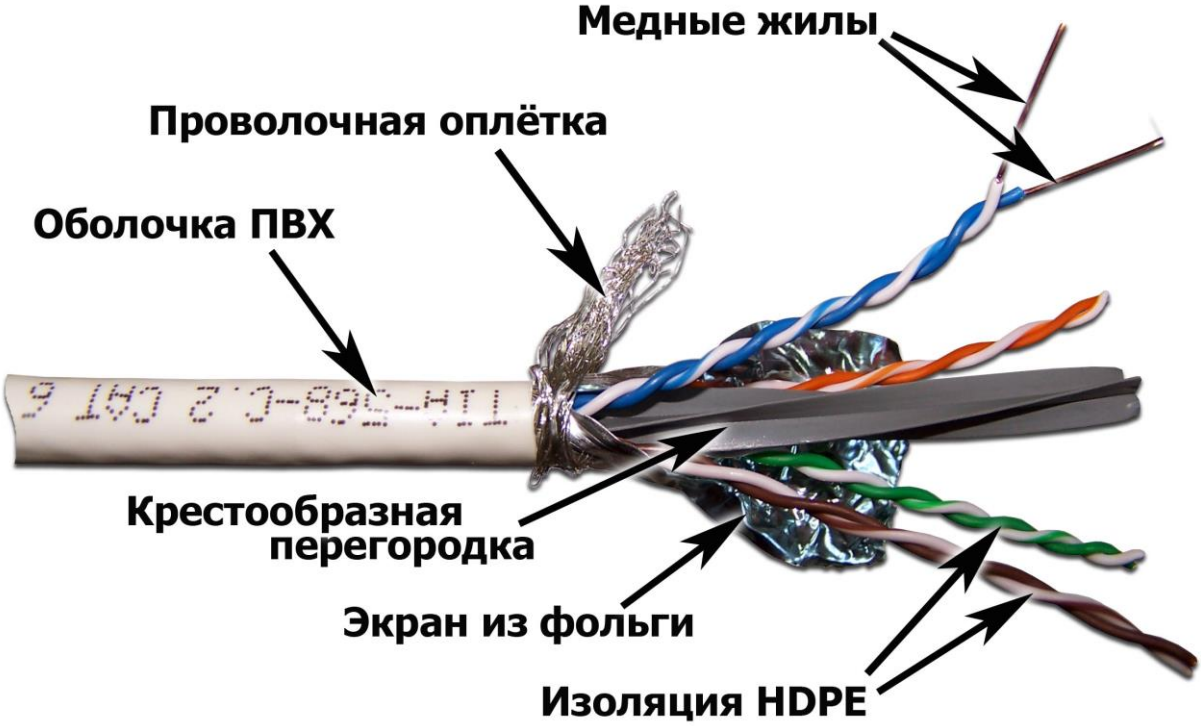

Рис. 7. Витая пара

В настоящее время существует несколько вариаций кабелей типа «витая пара»: экранированная витая пара и неэкранированная витая пара. При производстве ***экранированной витой пары*** свитые между собой проводники снаружи окружаются дополнительной металлической оболочкой - экраном. Эта дополнительная оболочка обеспечивает защиту полезного сигнала, передающегося по витой паре от внешних электромагнитных помех. ***Неэкранированная витая пара*** не имеет дополнительного внешнего металлического экрана. Для соединения кабелей на основе неэкранированной витой пары используются разъемы RJ-45. Внешне они очень похожи на разъемы, используемые для подключения телефонного кабеля.

Оптический кабель. Он используется для передачи сигнала в виде световых импульсов. Оптический кабель обеспечивает очень низкие потери полезного сигнала и за счет этого позволяет передавать данные на очень большие расстояния (в настоящее время до нескольких десятков километров). В дополнение к этому благодаря использованию света в качестве сигнала обеспечивается полная защищенность от внешних электромагнитных помех. На рис. 8 представлена конструкция оптического кабеля.

Рис. 8. Оптический кабель

В качестве проводника в таких кабелях используется стеклянное или пластиковое волокно, защищенное снаружи изоляцией для обеспечения физической сохранности. Оптическое волокно является относительно дорогой средой передачи (по сравнению с витой парой и коаксиальным кабелем), но в настоящее время активно используется для построения высокоскоростных и протяженных линий связи.

5.1.2. Беспроводные среды передачи данных

В беспроводных средах передачи сигналы могут передаваться с использованием различного рода излучений, например, радиоволны, микроволновое излучение, инфракрасное излучение и т.п. В сети полезный сигнал всегда передается в виде волн с использованием той или иной среды передачи. Например, при использовании кабельных сред передачи сигнал передается в форме электромагнитных волн определенной частоты. В случае использования оптического кабеля сигнал передается в виде световых волн (это те же электромагнитные волны, но только гораздо большей частоты). При передаче сигналов с использованием атмосферы используются электромагнитные волны, передающиеся на частоте радиоволн, СВЧ - или инфракрасного излучения.

6. Устройства приема/передачи данных

Устройства приема/передачи данных подключаются к среде передачи, формируют сигнал в среде при его передаче отправляющим компьютером и принимают его из среды передачи на принимающей стороне. Все устройства приема/передачи характеризуются по типу используемой среды передачи и отличаются скоростью передачи данных и выполняемыми ими дополнительными функциями. Примерами таких устройств могут служить: сетевые платы, повторители, концентраторы, коммутаторы, радиоприемники/передатчики, приемники/передатчики инфракрасного излучения и т.п.

6.1. Сетевые платы

Сетевая плата *(в англоязычной среде NIC – англ. network interface controller/card), также известная как сетевая карта, сетевой) (рис. 9) – дополнительное устройство, позволяющее компьютеру взаимодействовать с другими устройствами сети.*

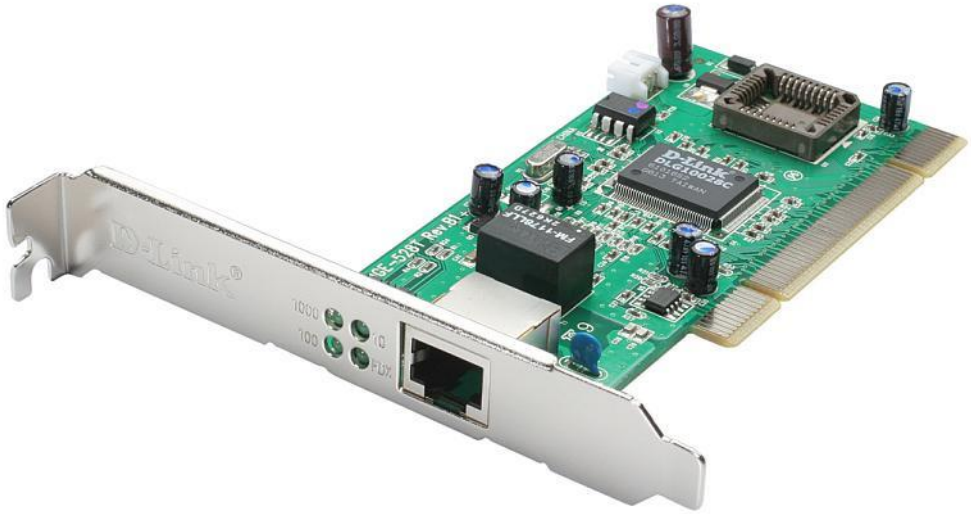

Рис. 9. Сетевая карта

В настоящее время производителями выпускается огромное количество сетевых карт различных типов, позволяющих использовать любые из существующих сред передачи: витая пара, коаксиальный или оптический кабель, радиоволны или инфракрасное излучение.

В персональных компьютерах и ноутбуках контроллер и компоненты, выполняющие функции сетевой платы, довольно часто интегрированы в материнские платы для удобства, в том числе унификации драйвера и удешевления всего компьютера в целом.

Для соединения сетевой карты и среды передачи данных применяются разъемы, зависящие от используемой среды передачи данных. Например, для витой пары – разъемы RJ-45.

6.2. Концентраторы и коммутаторы

Концентраторы (Hub) и коммутаторы (Switch) (рис. 10) предоставляют возможность физического соединения в единую среду передачи всех кабелей, используемых для подключения сетевых карт компьютеров.

Сетевой концентратор или хаб (от англ. hub – центр) – *устройство для объединения компьютеров в сеть Ethernet с применением кабельной системы типа витая пара.* В настоящее время вытеснены сетевыми коммутаторами.

Сетевой коммутатор (от англ. switch – переключатель) – *устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного или нескольких сегментов сети.*

Рис. 10. Коммутатор и межсетевой экран между проводными и беспроводными сетями

Отличие между этими двумя устройствами заключается в том, что во время передачи пакета данных концентраторы отправляют их сразу на все компьютеры, что значительно уменьшает пропускную способность канала. Коммутатор (свич) имеет встроенную память, в которой хранится информация о том, к какому порту подключен какой компьютер. Поэтому во время передачи пакета он отправляется на определенный порт. Кроме того, Switch позволяет использовать в сети

контроллеры с разной скоростью передачи, при этом общая пропускная способность не будет опускаться до уровня контроллера с минимальной скоростью.

6.3. Точка доступа

Точка доступа (англ. Wireless Access Point, WAP) (рис. 11) *— это беспроводная базовая станция, предназначенная для обеспечения беспроводного доступа к уже существующей сети (беспроводной или проводной) или создания новой беспроводной сети.*

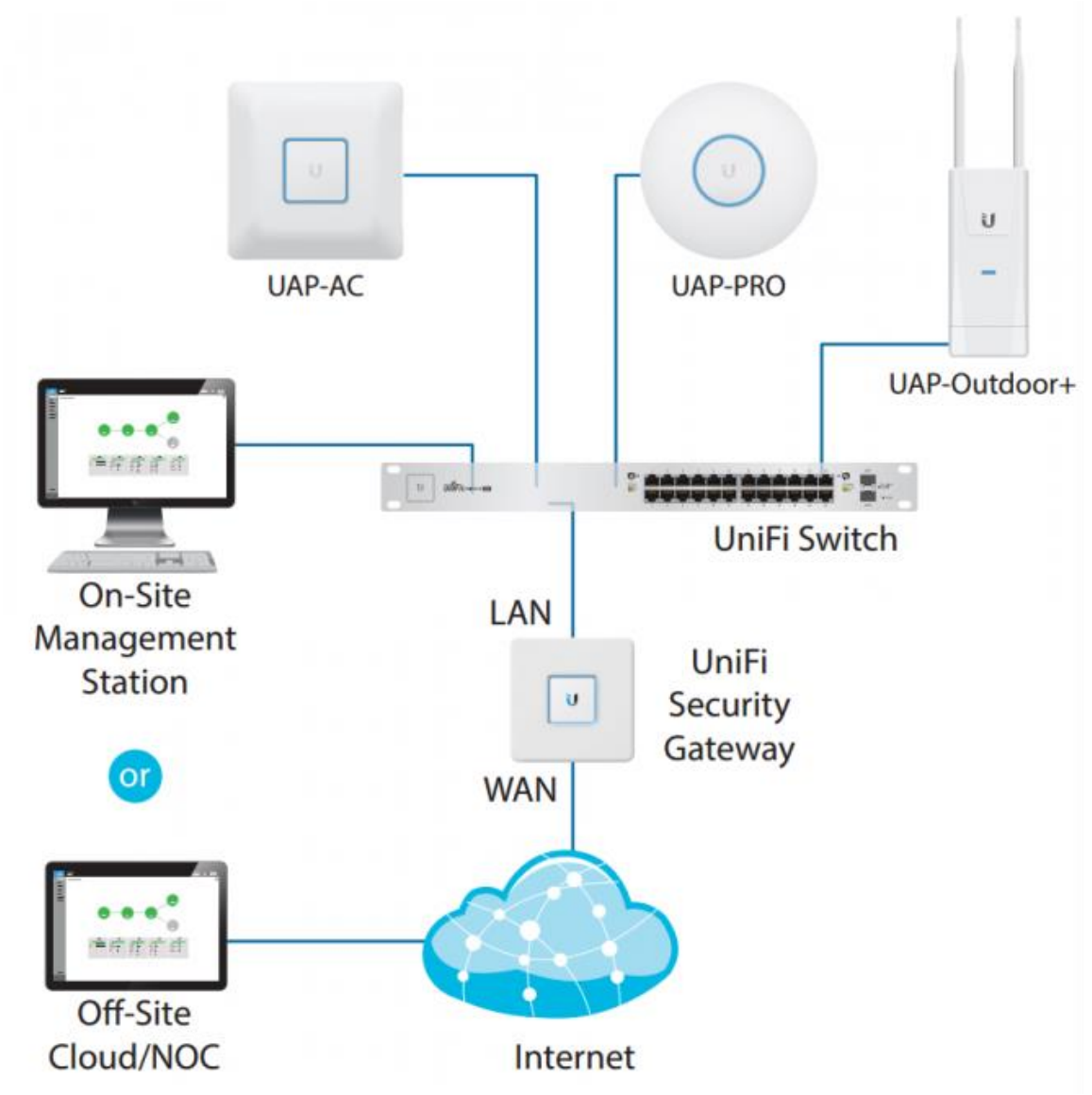

Рис. 11. Компьютерная сеть с беспроводными точками доступа

Объединение компьютеров в проводную сеть обычно требует прокладки множества кабелей через стены и потолки. Также проводные сети накладывают определённые ограничения на

расположение устройств в пространстве. Этих недостатков лишены беспроводные сети: можно добавлять компьютеры и прочие беспроводные устройства с минимальными физическими, временными и материальными затратами. Для передачи информации беспроводные точки доступа используют радиоволны из спектра частот, определённых стандартом IEEE 802.11.

Чаще всего беспроводные точки доступа используются для предоставления доступа мобильным устройствам (ноутбуки, принтеры и т. д.) к стационарной локальной сети.

Также беспроводные точки доступа часто используются для создания так называемых «горячих точек» — областей, в пределах которых клиенту предоставляется, как правило, бесплатный доступ к сети Интернет. Обычно такие точки находятся в библиотеках, аэропортах, уличных кафе крупных городов.

В последнее время наблюдается повышение интереса к беспроводным точкам доступа при создании домашних сетей. Для создания такой сети в пределах одной квартиры достаточно одной точки доступа. Возможно, этого будет достаточно для включения в сеть и соседей прилегающих квартир. Для включения в сеть квартиры через одну, определенно, потребуется ещё одна точка доступа, которая будет служить ретранслятором сигнала, ослабевшего вследствие прохождения через несущую стену.

Конструктивно точки доступа могут быть выполнены как для наружного использования (защищённый от воздействий внешней среды вариант), так и для использования внутри деловых и жилых помещений. Также существуют устройства, предназначенные для промышленного использования, учитывающие специфику производства.

Что касается функциональности, у различных точек доступа она может существенно разниться, иногда предоставляя средства диагностики и контроля сети, удалённой настройки и устранения неисправностей. Кроме того, в последнее время появились точки доступа, позволяющие производить многопользовательский обмен файлами (их трансляцию), минуя сервер.

В настоящее время можно говорить о популярности комбинированных устройств, интегрирующих в себе функции собственно беспроводного сетевого адаптера (платы, карты, контроллера), маршрутизатора и, например, кабельного модема.

Точки доступа призваны выполнять самые разнообразные функции, как для подключения группы компьютеров (каждый с беспроводным сетевым адаптером) в самостоятельные сети (режим Ad-hoc), так и для выполнения функции моста между беспроводными и кабельными участками сети (режим Infrastructure).

Следует учитывать, что точка доступа — это обычный концентратор. При нескольких подключениях к одной точке полоса пропускания делится на количество подключённых пользователей. Теоретически ограничений на количество подключений нет, но на практике стоит ограничиться, исходя из минимально необходимой скорости передачи данных для каждого пользователя.

С помощью точки доступа можно легко организовать роуминг при перемещении мобильного компьютера пользователя в зоне охвата большей, чем зона охвата одной точки доступа, организовав «соты» из нескольких точек доступа и обеспечив перекрытие их зон действия. В этом случае необходимо обеспечить, чтобы в предполагаемой зоне перемещения мобильного пользователя все точки доступа и мобильные компьютеры имели одинаковые настройки (номера каналов, идентификаторы и др.).

Использование беспроводной точки доступа и мобильного компьютера

Если вам требуется не только объединить компьютеры в беспроводную сеть, но и соединить этот сегмент сети с проводным, то самый простой способ — установка «точки доступа». При использовании точки доступа вы фактически имеете выделенное сетевое устройство, работа которого не зависит ни от загруженности других ПК, ни от их конфигурации, что является несомненным плюсом. Вам не придётся выполнять настройки сложного программного обеспечения или опасаться, что компьютер окажется в очередной раз выключенным, а необходимая служба не будет запущена.

6.4. Повторители

Повторитель (репи́тер, от англ. repeater) *— сетевое оборудование, предназначенное для увеличения расстояния сетевого соединения путём повторения электрического сигнала «один в один». Бывают однопортовые повторители и многопортовые. В терминах модели OSI работает на физическом уровне.*

Повторитель Wi-Fi (рис. 12) *— это усилитель Wi-Fi, работающий по принципу ретранслятора сигнала.* Повторитель позволяет расширить существующую сеть беспроводного доступа. Он принимает сигнал Wi-Fi и передаёт его дальше. Репитер подключается в обычную розетку сети электропитания.

Рис. 12. Повторитель Wi-Fi

Одной из первых задач, которая стоит перед любой технологией транспортировки данных, является возможность их передачи на максимально большое расстояние. Физическая среда накладывает на этот процесс своё ограничение — рано или поздно мощность сигнала падает, и приём становится невозможным. Но ещё большее значение имеет то, что искажается «форма сигнала» — закономерность, в соответствии с которой мгновенное значение уровня сигнала изменяется во времени. Это происходит в результате того, что провода, по которым передаётся сигнал, имеют собственную ёмкость и индуктивность. Электрические и магнитные поля одного проводника наводят ЭДС в других проводниках (длинная линия).

Привычное для аналоговых систем усиление не годится для высокочастотных цифровых сигналов. Разумеется, при его использовании какой-то небольшой эффект может быть достигнут, но с увеличением расстояния искажения быстро нарушат целостность данных.

Проблема не нова, и в таких ситуациях применяют не усиление, а повторение сигнала. При этом устройство на входе должно принимать

сигнал, далее распознавать его первоначальный вид, и генерировать на выходе его точную копию. Такая схема в теории может передавать данные на сколь угодно большие расстояния (если не учитывать особенности разделения физической среды в Ethernet).

Первоначально в Ethernet использовался коаксиальный кабель с топологией «шина», и нужно было соединять между собой всего несколько протяжённых сегментов. Для этого обычно использовались повторители, имевшие два порта. Несколько позже появились многопортовые устройства, называемые концентраторами (concentrator). Их физический смысл был точно такой же, но восстановленный сигнал транслировался на все активные порты, кроме того, с которого пришёл сигнал.

Повторители и концентраторы выполняют похожие функции, повторитель обладает гораздо меньшим временем задержки, ввиду того что он, как правило, обладает двумя разъемами для подключения кабеля. Ему нет необходимости где-то концентрировать сигнал и распространять на остальные выходы.

6.5. Микроволновые приемопередатчики и спутниковые ситемы связи

Микроволновые приемопередатчики (Microwave Transmitters) чаще называют приемопередатчиками спутниковой связи. Такие средства связи предназначены для передачи данных на большие расстояния между компьютерами, находящимися в различных географических регионах или странах. Передатчик передает направленный поток микроволн в атмосферу, а приемник принимает его и передает следующему в цепочке приемопередатчику или преобразует полученный сигнал в другой вид для передачи по другой среде передачи данных. Такие преобразования происходят до тех пор, пока сигнал не достигнет точки назначения.

Существует два способа обмена данными через спутник:

- односторонний (one-way), иногда называемый также «асимметричным» — когда для приёма данных используется спутниковый канал, а для передачи — доступные наземные каналы.
- двухсторонний (two-way), иногда называемый также «симметричным» — когда и для приёма, и для передачи используются спутниковые каналы.

Наиболее широкое распространение получили VSAT-технологии.

VSAT (Very Small Aperture Terminal) *— малая спутниковая земная станция, то есть терминал с маленькой антенной.* По международной классификации к VSAT относятся спутниковые станции с антеннами менее 2,5 метров. Как правило, для VSAT применяется упрощённая процедура получения разрешений на частоты.

Двусторонний (синхронный) спутниковый интернет работает как на прием, так и на передачу информации со спутника. Выглядит это таким образом: пользователь делает запрос в сеть интернет, приемно-передающая станция обрабатывает запрос и отправляет его на спутник, со спутника запрос перенаправляется к провайдеру, далее в сеть интернет, когда ответ из сети интернет получен, входящая информация с сервера провайдера отправляется на спутник, а со спутника на компьютер пользователя (рис. 13).

Рис. 13. Двусторонний спутниковый интернет

Таким образом, для работы с двусторонним спутниковым интернетом нет необходимости подключать дополнительный канал на исходящую связь, функцию приема-передачи информации выполняет спутниковое интернет оборудование - приемно-передающая антенна пользователя. Данная связь более надежна и стабильна, в отличии от одностороннего вида доступа, ведь пользователь не зависит от сбоев в работе исходящих каналов (GPRS на мобильном телефоне, Ethernet, ADSL), запрос мгновенно обрабатывается и передается на спутник.

Оборудование для двухстороннего спутникового Интернета:

Приёмопередающая антенна (существенно отличается от «приёмных» спутниковых антенн — прежде всего требованиями к

точности изготовления, механической прочности и способности выдерживать установку достаточно тяжёлого облучателя и высокочастотного блока, поэтому она заметно тяжелее и дороже). Чаще всего используется Ku-диапазон, для которого традиционно требуются антенны диаметром 1,2 — 1,8 метра, в последнее время стали доступны сервисы с антеннами 0.8 — 0.9 метра (размер определяется требованиями не только к приёму, но и к передаче). В Европейской части России также доступен Ka-диапазон, где используются антенны меньшего диаметра (около 0,7 — 0,8 метра).

Высокочастотное оборудование — передающий блок BUC (block-up converter) и приёмный блок LNB (low-noise block) устанавливается на облучателе антенны. В России мощность используемого передатчика (BUC) ограничивается 2-мя Ваттами, в противном случае процедура получения разрешения резко усложняется и удорожается. Как правило BUC и LNB являются универсальными, то есть не привязанными к спутниковому терминалу. Однако, некоторые производители, например, Hughes и Newtec, используют свои BUC и LNB, не совместимые с оборудованием других производителей.

Спутниковый терминал (модем) — основное устройство «двустороннего» спутникового доступа. Обеспечивает приём и передачу спутникового сигнала, взаимодействие с центральным узлом оператора спутникового Интернета и передачу трафика в локальную сеть пользователя. Как правило, для подключения пользователя используется интерфейс Ethernet 10/100/1000Base-T. К терминалу может быть подключён как один компьютер, так и целая локальная сеть, для которой будет осуществляться доступ к Спутниковому Интернету.

Основное преимущество двустороннего спутникового Интернета — полная независимость от наличия местных "наземных" Интернет-провайдеров. Все, что требуется для работы — это место для установки антенны, прямая видимость на спутник и источник электропитания. Второе немаловажное преимущество — простота абонентского подключения. Спутниковый терминал (модем) имеет порт Ethernet (10/100/1000Base-T), который фактически является для абонента портом провайдера. К этому порту может быть подключен компьютер, домашний маршрутизатор, точка доступа Wi-Fi и т.п. Настройки со стороны пользователя при этом минимальны и ничем не отличаются от любого другого подключения по локальной сети.

К недостаткам двустороннего доступа следует отнести сравнительно высокую цену оборудования, хотя в последнее время наблюдается тенденция к её снижению. Стоимость типичного абонентского комплекта по состоянию на 2013 год составляет 14-25 тыс руб (в зависимости от провайдера и сети), что сравнимо со стоимостью, например, смартфона или планшета. Также оборудование двустороннего доступа достаточно громоздко, из-за размеров антенн, что усложняет его доставку до конечного потребителя. Снижение стоимости оборудования и доставки за счет уменьшения размеров антенн и мощности (а значит и массогабаритов) передатчика не всегда оправдано, т.к. приводит к снижению энергетики абонентской станции, и, в конечном итоге, к уменьшению надежности связи и скорости передачи данных — в первую очередь в направлении "от абонента".

И как всякое спутниковое оборудование — оборудование двустороннего спутникового Интернета требует определенной квалификации при его установке и наведении на спутник. Хотя современное оборудование включает средства, облегчающие наведение — специальный WEB-интерфейс спутникового модема, точно отображающий сигнал, вспомогательные средства наведения по звуковому сигналу или специальному индикатору.

Особенностью двустороннего спутникового интернета являются спутниковые задержки - технически не могут быть менее 480мс, нормальные значения круговой задержки 600-800 мс (зависит от взаиморасположения центральной станции-спутника и спутника-абонентской станции; причина - спутник находится на орбите Кларка, расстояние от станции до спутника примерно 40000 км, сигнал проходит 4 участка такой длины, т.е. примерно 160 тысяч километров, скорость распространения сигнала – скорость света, 300000 км/с), поэтому работа в критичных к данному параметру приложений (например, некоторых компьютерных игр) практически невозможна, что не мешает нормальной работе веб-серфинга и аудио-видео-звонков либо конференций и т.д.

7. Сетевые компьютеры

7.1. Серверы

Се́рвер (англ. server от to serve – служить) *– аппаратное обеспечение, выделенное и/или специализированное для выполнения на нём сервисного программного обеспечения (в том числе серверов тех или иных задач).*

Сервером называется компьютер, выделенный из группы персональных компьютеров (или рабочих станций) для выполнения какой-либо сервисной задачи без непосредственного участия человека (рис. 14). Сервер и рабочая станция могут иметь одинаковую аппаратную конфигурацию, так как различаются лишь по участию в своей работе человека за консолью.

Рис. 14. Блейд-сервер

Некоторые сервисные задачи могут выполняться на рабочей станции параллельно с работой пользователя. Такую рабочую станцию условно называют невыделенным сервером.

Консоль (обычно – монитор/клавиатура/мышь) и участие человека необходимы серверам только на стадии первичной настройки, при аппаратно-техническом обслуживании и управлении в нештатных ситуациях (штатно, большинство серверов управляются удаленно). Для нештатных ситуаций серверы обычно обеспечиваются одним консольным комплектом на группу серверов.

В результате специализации, серверное решение может получить консоль в упрощенном виде (например, коммуникационный порт), или потерять её вовсе (в этом случае первичная настройка и нештатное управление могут выполняться только через сеть, а сетевые настройки могут быть сброшены в состояние по умолчанию).

Серверы (и другое оборудование), которые требуется устанавливать на некоторое стандартное шасси (например, в 19-дюймовые стойки и шкафы) приводятся к стандартным размерам и снабжаются необходимыми крепежными элементами.

Серверы, не требующие высокой производительности и большого количества внешних устройств зачастую уменьшают в размерах. Часто это уменьшение сопровождается уменьшением ресурсов.

В так называемом «промышленном исполнении», кроме уменьшенных размеров, корпус имеет бóльшую прочность, защищенность от пыли (снабжен сменными фильтрами), влажности и вибрации, а также имеет дизайн кнопок, предотвращающий случайные нажатия.

Конструктивно аппаратные серверы могут исполняться в настольном, напольном, стоечном и потолочном вариантах. Последний вариант обеспечивает наибольшую плотность размещения вычислительных мощностей на единицу площади, а также максимальную масштабируемость.

С конца 1990-х всё большую популярность в системах высокой надёжности и масштабируемости получили так называемые ***блейд-серверы (от англ. blade – лезвие)*** *– компактные модульные устройства, позволяющие сократить расходы на электропитание, охлаждение, обслуживание и т.п (см. рис. 14).*

7.2. Тонкие клиенты

Тонкий клиент (англ. thin client) (рис. 15) *– устройство (терминал), не имеющий собственных вычислительных мощностей, подключенный к общему для всех пользователей серверу и способные отображать информацию.* Иначе говоря, они представляют собой бездисковые компактные персональные компьютеры, к которым подключаются обычные периферийные устройства — клавиатура, мышь, монитор, акустические системы и т.д.

Рис. 15. Тонкий клиент

Тонкие клиенты через локальную сеть или коммутируемое соединение (модем) соединяются с сервером, на котором установлены все необходимые для Вашей работы программы и приложения. На этом же сервере хранятся данные и выполняются все вычисления.

Другими словами, windows-терминалы служат для отображения на экране монитора данных, передаваемых с сервера, и для отправки данных, полученных с устройства ввода, на сервер. При этом пользователь, за каким бы терминалом он ни работал, будет воспринимать его как свой собственный компьютер, поскольку на экране монитора он увидит именно свой рабочий стол и свои документы.

Благодаря использованию тонких клиентов в организациях распределение нагрузки ложится полностью на терминальный сервер, а каждый пользователь работает за отдельным устройством ввода – вывода (терминальными станциями), которое само по себе никаких вычислений не производит, а лишь служит для определения задач и получения ответов. Терминальные рабочие станции в состоянии обходиться без каких-либо частей аппаратного или программного обеспечения, считающихся необходимыми для "обычных" компьютеров.

Очевидные преимущества использования тонких клиентов вместо обычных персональных компьютеров таковы:

- снижение начальных затрат на приобретение, вследствие минимальных требований к конфигурации;
- унификация — все клиенты имеют одинаковый набор программного обеспечения;
- простота реализации задач — нет необходимости настраивать каждый компьютер по отдельности, так как осуществляется централизованное управление информационным процессом. Все настройки для управления тонкими клиентами системный администратор выполняет централизованно на сервере;
- экономия времени системного администратора, обслуживающего абсолютно одинаковые компьютеры, вероятность поломок которых сведена к минимуму, а все программы установлены на сервере;
- масштабируемость — созданный единожды образ системы для работы всей группы пользователей позволяет поддерживать легко масштабируемую сеть. Можно установить столько ПК, сколько требуется, при этом добавление новых рабочих мест требует минимальных усилий;
- безопасность и отказоустойчивость. Терминал, загружаясь, получает операционную систему «от производителя», настройка которой осуществляется только отделом информационной поддержки. Все модификации операционной системы и прикладного ПО никак не влияют ни на других пользователей, ни на образ, хранящийся на

сервере. Вся пользовательская информация хранится на сервере на RAID-массиве и регулярно резервируется, что увеличивает отказоустойчивость;

- защита от утечек информации — нет локальных носителей — нет возможности делать копии документов на съемные носители информации.

Стоимость терминала всегда ниже стоимости рабочей станции, но в то же время пользователю доступна существенно большая вычислительная мощность сервера, к которому он подключен.

Важный аспект — использование легального программного обеспечения и существенная экономия на стоимости его приобретения. В большинстве случаев требуется минимальное количество лицензий на приложения, так как программы, установленные на сервере, могут запускать все пользователи, и используется одна встроенная операционная система.

Потребляемая электрическая мощность тонкого клиента (windows-терминала) в десятки раз меньше, чем мощность обычных рабочих станций. Причем экономичность использования терминальных решений напрямую зависит от количества станций – чем больше используется тонких клиентов, тем экономически эффективнее вся система. С другой стороны, для увеличения функциональности и производительности не нужно обновлять весь парк, можно просто модернизировать сервер. Тонкий клиент не шумит и не нагревает окружающую среду.

Так как исправление ошибок и инсталляции программ в терминальной системе производится централизованно на терминальном сервере, то администратору локальной сети легко можно воспользоваться удаленным сеансом с пользователем. Для администрирования не требуется настройка комплекса программного обеспечения непосредственно на рабочем месте пользователя, нужно меньше рабочего времени и персонала.

Даже существенные по масштабу ИТ-инфраструктуры предприятий могут обслуживаться одним-двумя администраторами. Замена вышедшего из строя тонкого клиента или установка нового могут быть выполнены персоналом, вообще не имеющим специальной подготовки. Все программы и данные пользователей находятся на терминальном сервере, таким образом, сбой на рабочем месте

пользователя не повлечет потерю данных, а значит, не повлечет простоев в работе.

Известны проблемы с производительностью старых систем, ориентированных на использование файл-серверной технологии. При растущем объеме операций и количества клиентов узким местом становится локальная сеть. Терминальные решения позволяют избежать передачи огромного объема информации через сеть, так как задачи клиентов выполняются на сервере, где расположена дисковая система.

Более того, так как в терминальной системе все программы установлены централизованно, то одновременный переход на новые версии происходит единовременно и без модернизации рабочих мест, в том числе и для работников, географически расположенных в различных офисах.

С другой стороны, следует отметить очевидное преимущество - существенное повышение уровня защищенности данных. Так, отключение администратором портов ввода-вывода делает невозможным несанкционированный съем информации. А разграничение доступа к данным и программам осуществляется системными средствами на сервере. Шифрование сетевого трафика позволяет достичь максимального уровня защиты информации.

7.3. Дата-центры

Дата-центр (от англ. data center), или центр (хранения и) обработки данных (ЦОД/ЦХОД) *— это специализированное здание для размещения (хостинга) серверного и сетевого оборудования и подключения абонентов к каналам сети Интернет.*

Дата-центр исполняет функции обработки, хранения и распространения информации, как правило, в интересах корпоративных клиентов — он ориентирован на решение бизнес-задач путём предоставления информационных услуг. Консолидация вычислительных ресурсов и средств хранения данных в ЦОД позволяет сократить совокупную стоимость владения IT-инфраструктурой за счёт возможности эффективного использования технических средств, например, перераспределения нагрузок, а также за счёт сокращения расходов на администрирование.

Дата-центры обычно расположены в пределах или в непосредственной близости от узла связи или точки присутствия

какого-либо одного или нескольких операторов связи. Качество и пропускная способность каналов не влияют на уровень предоставляемых услуг, поскольку основным критерием оценки качества работы любого дата-центра является время доступности сервера (аптайм).

Типичный дата-центр состоит из:

- информационной инфраструктуры, включающей в себя серверное оборудование и обеспечивающей основные функции дата-центра — обработку и хранение информации;
- телекоммуникационной инфраструктуры, обеспечивающей взаимосвязь элементов дата-центра, а также передачу данных между дата-центром и пользователями;
- инженерной инфраструктуры, обеспечивающей нормальное функционирование основных систем дата-центра.

Инженерная инфраструктура включает в себя: кондиционирование для поддержания температуры и уровня влажности в заданных параметрах; бесперебойное электроснабжение для автономной работы дата-центра в случаях отключения центральных источников электроэнергии; охранно-пожарную сигнализацию и система газового пожаротушения; системы удаленного IP-контроля, управления питанием и контроля доступа.

Некоторые дата-центры предлагают клиентам дополнительные услуги по использованию оборудования по автоматическому уходу от различных видов атак. Команды квалифицированных специалистов круглосуточно производят мониторинг всех серверов. Необходимо отметить, что услуги дата-центров сильно отличаются в цене и количестве услуг. Для обеспечения сохранности данных используются системы резервного копирования. Для предотвращения кражи данных, в дата-центрах используются различные системы ограничения физического доступа, системы видеонаблюдения. В корпоративных (ведомственных) дата-центрах обычно сосредоточено большинство серверов соответствующей организации. Оборудование крепится в специализированных стойках и шкафах. Как правило, в дата-центр принимают для размещения лишь оборудование в стоечном исполнении, то есть в корпусах стандартных размеров, приспособленных для крепления в стойку. Компьютеры в корпусах настольного исполнения неудобны для дата-центров и размещаются в них редко.

В ряде стран имеются стандарты на оборудование помещений дата-центров, позволяющие объективно оценить способность дата-центра обеспечить тот или иной уровень сервиса. Например, в США принят американский (ANSI) стандарт TIA-942 (англ.), несущий в себе рекомендации по созданию дата-центров, и делящий дата-центры на типы по степени надёжности. Хотя в России пока нет такого стандарта, дата-центры оснащаются согласно требованиям для сооружений связи, а также ориентируются на требования TIA-942 и используют дополнительную документацию Uptime Institute и ГОСТы серии 34.

Фактически, TIA-942 воспринимается во всем мире как единый стандарт для дата-центров, однако следует отметить что он достаточно давно не обновлялся и его достаточно сложно применить в условиях России. В то же время сейчас активно развивается стандарт BICSI 002 2010 Data Center Design and Implementation Best Practices, появившийся в 2010 и обновленный в 2011. По словам создателей стандарта «стандарт BICSI 002 2010, в создании которого участвовали более 150 экспертов, дополняет существующие стандарты TIA, CENELEC и ISO/IEC для центров обработки данных».[источник не указан 1227 дней]

Каждый из стандартов, как правило имеет свою внутреннюю классификацию дата-центров по совокупности их параметров.

Крупные дата-центры имеют своё здание, специально сконструированное для обеспечения наилучших условий размещения. Обычно они имеют свои каналы связи, к которым подключают серверы.

Модульные дата-центры собираются из модульных блоков, имеют разные конструктивные особенности, масштабируются от минимальной площади серверного зала одного модуля, увеличиваются до бесконечности путём постепенного наращивания модулей. Имеют повышенные уровни безопасности работы автономных систем дата-центра.

Средние дата-центры обычно арендуют площадку определённого размера и каналы определённой пропускной способности (обычно измеряется в Гбит/с).

Малые дата-центры размещаются в малоприспособленных помещениях. Часто ими используется оборудование плохого качества, а также предоставляется самый минимум услуг.

Контейнерные дата-центры имеют стойки соборудованием размещенным в стандартных ISO контейнерах размером 20 и 40 футов. Имеют преимущества, так как могут перевозиться автомобильным и железнодорожным транспортом.

Основной показатель работы ЦОД – отказоустойчивость; также важна стоимость эксплуатации, показатели энергопотребления и регулирования температурного режима.

Стандарт TIA-942 предполагает четыре уровня надёжности дата-центров:

- **Уровень 1 (N)** – отказы оборудования или проведение ремонтных работ приводят к остановке работы всего дата-центра; в дата-центре отсутствуют фальшполы, резервные источники электроснабжения и источники бесперебойного питания; инженерная инфраструктура не зарезервирована;
- **Уровень 2 (N+1)** – имеется небольшой уровень резервирования; в дата-центре имеются фальшполы и резервные источники электроснабжения, однако проведение ремонтных работ также вызывает остановку работы дата-центра;
- **Уровень 3 (2N)** – имеется возможность проведения ремонтных работ (включая замену компонентов системы, добавление и удаление вышедшего из строя оборудования) без остановки работы дата-центра; инженерные системы однократно зарезервированы, имеется несколько каналов распределения электропитания и охлаждения, однако постоянно активен только один из них;
- **Уровень 4 (2(N+1))** – имеется возможность проведения любых работ без остановки работы дата-центра; инженерные системы двукратно зарезервированы, то есть продублированы как основная, так и дополнительная системы (например, бесперебойное питание представлено двумя ИБП, каждый из которых уже зарезервирован по схеме N+1).

Дата-центры по виду использования подразделяют на корпоративные, предназначенные для обслуживания конкретной компании, и коммерческие (аутсорсинговые), предоставляющие услуги всем желающим. Также разделяют провайдерозависимые и

провайдеронезависимые дата-центры. Первые служат для обеспечения деятельности телекоммуникационных операторов, вторые могут использоваться разными компаниями в соответствии с их нуждами.

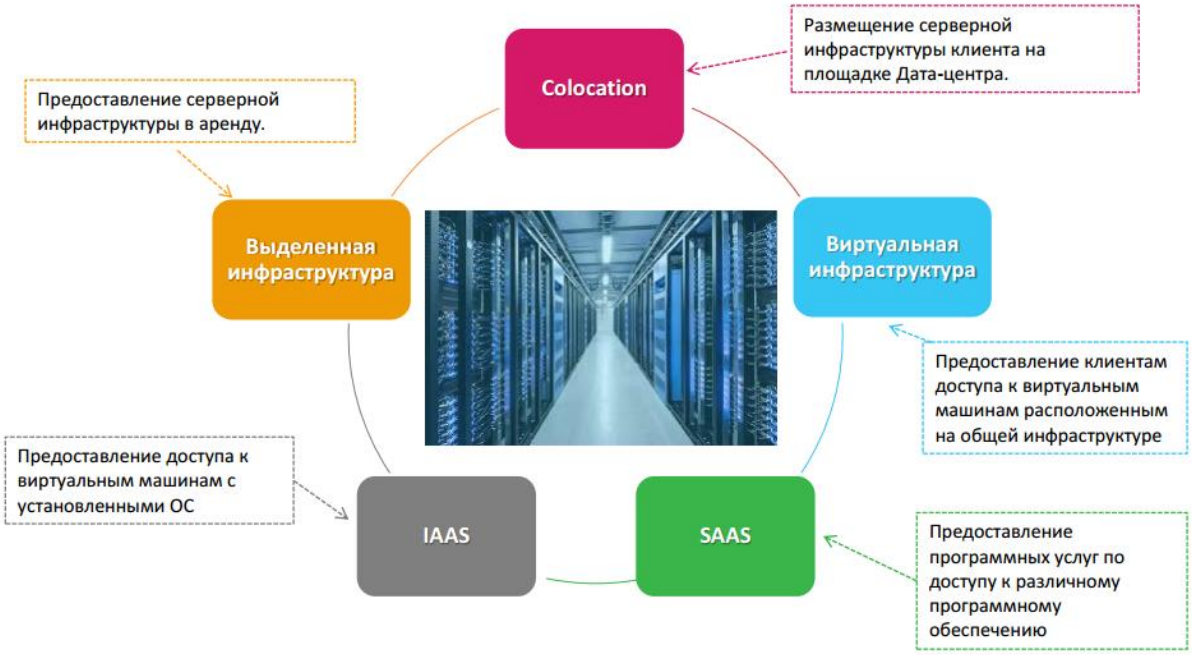

Рис. 16. Услуги дата-центров

Услуги дата-центров (рис. 16):

- **Виртуальный хостинг.** Крупные дата-центры обычно не предоставляют подобную массовую услугу из-за необходимости обеспечения техническо-консультационной поддержки.
- **Виртуальный сервер.** Предоставление гарантированной и лимитированной части сервера (части всех ресурсов). Важная особенность данного вида хостинга — разделение сервера на несколько виртуальных независимых серверов, реализуемых программным способом.
- **Выделенный сервер.** Дата-центр предоставляет клиенту в аренду сервер в различной конфигурации. Крупные дата-центры в основном специализируются именно на подобных типах услуг.
- **Размещение сервера (Colocation).** Размещение сервера клиента на площадке дата-центра за определённую плату. Стоимость зависит от энергопотребления и тепловыделения размещаемого оборудования, пропускной способности

подключаемого к оборудованию канала передачи данных, а также размера и веса стойки.

- **Аренда телекоммуникационных стоек.** Передача клиенту стоек для монтажа собственного или клиентского оборудования. Формально это частный случай colocation, но с основным отличием в том, что арендаторы в основном юридические лица.
- **Выделенная зона (Dedicated area).** В некоторых случаях владельцы дата-центра выделяют часть технологических площадей для специальных клиентов, как правило, финансовых компаний, имеющих строгие внутренние нормы безопасности. В этом случае дата-центр предоставляет некую выделенную зону, обеспеченную каналами связи, электроснабжением, холодоснабжением и системами безопасности, а клиент сам создает свой дата-центр внутри этого пространства.

Коммуникации дата-центра чаще всего базируются на сетях с использованием протокола IP. Дата-центр содержит несколько роутеров и свитчей, которые управляют трафиком между серверами и «внешним миром». Для надёжности дата-центр иногда подключен к интернету с помощью множества разных внешних каналов от разных провайдеров.

Некоторые серверы в дата-центре служат для работы базовых интернет- и интранет-служб, которые используются внутри организации: почтовые сервера, прокси-сервера, DNS-сервера и т. п.

Сетевой уровень безопасности поддерживают межсетевые экраны, VPN-шлюзы, IDS-системы и т. д. Также используются системы мониторинга трафика и некоторых приложений.

Заключение

Таким образом, в методических указаниях приведено описание общих принципов структурно-функциональной организации современных компьютерных сетей и средств телекоммуникаций. Методические укзания знакомит с основными терминами и понятиями в области сетевых технологий. Рассмотрены наиболее популярные технологии построения и функционирования локальных сетей. Проведен качественный, сравнительный анализ различного сетевого оборудования и разных сетевых технологий без использования сложных математических выкладок. Уровень изложения материала предполагает знание основ вычислительной техники, принципов построения и функционирования компьютеров, принципов организации программных и информационных средств.

Литература

1. Хорев П.Б. Методы и средства защиты информации в компьютерных системах. – М.: Академия, 2007.

2. Компьютерные сети: Пер. с англ. / Э. Таненбаум; пер.: В. Шрага. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 991[1] с.: ил. – (Классика Computer Science). – Библиогр.: с. 941-970.

3. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития / И. А. Гепко [и др.]; ред. В. Ф. Олейник. – Киев: ЕКМО, 2009. – 671 с.

4. Беспроводные сети Wi-Fi: учебное пособие / А. В. Пролетарский [и др.]. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007; М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 215 с.

5. Сети. Беспроводные технологии: пер. с англ. / П. Беделл; пер. Р. М. Евтеев. – М.: НТ Пресс, 2008. – 441 с.

6. Киселев С.В. Аппаратные средства персоанльного компьютера: учеб. пособие / [С.В. Киселев, С.В. Алексахин, А.В. Остроух и др.]. – 3-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия». 2012. – 64 с. – ISBN 978-5-7695-8890-7.

7. Краснянский М.Н., Остроух А.В., Карпушкин С.В., Обухов А.Д. Разработка комплексной системы управления научно - инновационной деятельностью: взаимодействие базы данных изделий и архива документации // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2014. – №12. – С. 19-23.

8. Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Обухов А.Д., Молоткова Н.В., Галыгина И.В., Остроух А.В. Структура системы электронного документооборота для управления научно-образовательной деятельностью высшего учебного заведения // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2014. – №8. – С. 23-31.

9. Николаев А.Б. Информационные технологии в менеджменте и транспортной логистике: учебное пособие / А.Б. Николаев, А.В. Остроух. – Saint-Louis, MO, USA: Publishing House Science and Innovation Center, 2013. – 254 с. – ISBN 978-0-615-67110-9.

10. Остроух А.В. Ввод и обработка цифровой информации: учебник для нач. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9457-1.

11. Остроух А.В. Основы информационных технологий: учебник для сред. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 208 с. – ISBN 978-5-4468-0588-4.

12. Остроух А.В. Основы построения систем искусственного интеллекта для промышленных и строительных предприятий: монография / А.В. Остроух. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2008. – 280 с. – ISBN 978-5-94385-033-2.

13. Остроух А.В. Рефакторинг баз данных. Автоматизация технологических процессов рефакторинга баз данных промышленных предприятий / А.В. Остроух, Д.А. Пшеничный, О.Б. Рогова. – Saarbrucken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 133 p. – ISBN 978-3-659-38753-1.

14. Остроух А.В. Интеллектуальные системы в науке и производстве / А.В. Остроух, А.Б. Николаев. – Saarbrucken, Germany: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 312 p. – ISBN 978-3-659-98006-0.

15. Остроух А.В. Мультимедиа-технологии / А.В. Остроух, А.М. Васьковский, А.Б. Николаев. – Saarbrucken, Germany: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 228 p. – ISBN 978-3-659-98030-5.

16. Остроух А.В. Системы искусственного интеллекта в промышленности, робототехнике и транспортном комплексе: монография / А.В. Остроух – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2013. – 326 с. – ISBN 978-5-906314-10-9.

17. Остроух А.В. Проектирование системы распределенных баз данных / А.В. Остроух, А.В. Помазанов. – Saarbrucken, Germany: Palmarium Academic Publishing, 2015. – 117 p. – ISBN 978-3-659-60041-8.

18. Остроух А.В., Николаев А.Б. Проект разработки виртуальных лабораторных работ в среде iLABS // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 11. – С. 36-38.

19. Помазанов А.В. Методика оптимизации баз данных / А.В. Помазанов, А.И. Белоусова, А.О. Васильева, А.В. Остроух // В мире научных открытий. Серия «Проблемы науки и образования». – 2012. – №12. – С.49-54.

20. Помазанов А.В., Остроух А.В. Создание и тестирование распределённой системы работы с удалёнными узлами //

Автоматизация и современные технологии. – 2014. – №7. – С. 17-23.

21. Помазанов А.В., Остроух А.В. Новый подход к разработке прототипа распределенной системы баз данных промышленного предприятия // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2014. – №9. – С. 11-20.

22. Сальный А.Г., Николаев А.Б., Остроух А.В., Оуер М.Е. Концепция интеграции программного и методического обеспечения кафедры АСУ МАДИ в среду iLAB // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2. – С. 3-8.

23. Сальный А.Г., Збавитель П.Ю., Николаев А.Б., Остроух А.В. Описание унифицированных программных модулей для лаборатории коллективного пользования // Автоматизация и управление в технических системах. – 2013. – № 2. – С. 12-17.

24. Суркова Н.Е. Методология структурного проектирования информационных систем: монография / Н.Е. Суркова, А.В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2014. – 190 с. – ISBN 978-5-906314-16-1.

25. M.N. Krasnyanskiy, A.V. Ostroukh, S.V. Karpushkin, A.D. Obukhov. Information Technology for the Development of Automated Control System for University Projects // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-27: сб. трудов XXVII Междунар. науч. конф.: в 12 т. Т.4. Секции 10, 11 / под общ. ред. А.А. Большакова. – Тамбов: Тамбовск. гос. техн. ун-т, 2014. – С. 42-45. – ISBN 978-5-7433-2386-9.

26. Ostroukh A.V., Nikolaev A.B. Development of virtual laboratory experiments in iLabs. International Journal of Online Engineering (IJOE). 2013. Vol. 9, No 6. pp. 41-44. DOI: 10.3991/ijoe.v9i6.3176.

27. A.V. Ostroukh, M.N. Krasnyanskiy, S.V. Karpushkin, A.D. Obukhov. Development of Automated Control System for University Research Projects // Middle East Journal of Scientific Research. 2014. Vol. 20 (12). pp. 1780-1784. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2014.20.12.21091.

28. A. Ostroukh, A. Pomazanov. Realtime Development and Testing of Distributed Data Processing System for Industrial Company // Middle East Journal of Scientific Research. 2014. Vol. 20 (12). pp. 2184-2193. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2014.20.12.21106.

29. Ostroukh A.V., Belousova A.I., Pavlov D.A., Yurchik P.F. Problems of organization and search the knowledge base in the CRM-systems // IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN). 2014. Vol. 04. Issue 02. V3. pp. 18-23. DOI: 10.9790/3021-04231823. ANED: 0.4/3021-04231823.

30. Ostroukh A.V., Gusenitsa D.O., Golubkova V.B., Yurchik P.F. Integration of PDM and ERP systems within a unified information space of an enterprise // IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE). 2014. Vol. 16. Issue 02. V6. pp. 31-33. DOI: 10.9790/0661-16263133. ANED: 11.0661/iosr-jce-E016263133.

31. Krasnyanskiy M.N., Karpushkin S.V., Obukhov A.D., Ostroukh A.V. Automated control system for university research projects // International Journal of Advanced Studies (iJAS). 2014. Vol. 4, Issue 1, pp. 22-26. DOI: 10.12731/2227-930X-2014-1-4.

32. Mikhail Nikolaevich Krasnyanskiy, Andrey Vladimirovich Ostroukh, Sergey Viktorovich Karpushkin, Artyom Dmitrievich Obukhov, Nataliya Vyacheslavovna Molotkova and Irnina Vladimirovna Galygina. Electronic Document Management Systems Structure for University Research and Education // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2014. Vol 9. Issue 5. pp. 182-189. DOI: 10.3923/jeasci.2014.182.189.

33. A.V. OSTROUKH, A.B. NIKOLAEV, N.E. SURKOVA, M.N. KRASNYANSKIY. DEVELOPMENT OF LABORATORY WORK FOR REMOTE ACCESS LABORATORY // 14th SGEM GeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing, www.sgem.org, SGEM2014 Conference Proceedings, ISBN 978-619-7105-10-0 / ISSN 1314-2704, June 19-25, 2014, Vol. 1, 119-126 pp. DOI:10.5593/SGEM2014/B21/S7.016.

34. http://ru.wikipedia.org.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ **3**
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ **4**
2. ПРОТОКОЛЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ **6**
2.1. Ethernet **6**
2.2. TCP/IP **12**
2.3. IEEE 802.11 ..... **14**
3. СТАНДАРТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ **15**
4. ТОПОЛОГИЯ СЕТЕЙ **20**
4.1. Шина **20**
4.2. Кольцо **21**
4.3. Звезда **22**
4.4. Дерево **23**
5. СРЕДА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ **25**
5.1.1. Кабельные среды передачи данных 25
5.1.2. Беспроводные среды передачи данных 27
6. УСТРОЙСТВА ПРИЕМА/ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ **28**
6.1. Сетевые платы **28**
6.2. Концентраторы и коммутаторы **29**
6.3. Точка доступа **30**
6.4. Повторители **32**
6.5. Микроволновые приемопередатчики и спутниковые ситемы связи **34**
7. СЕТЕВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ **38**
7.1. Серверы **38**
7.2. Тонкие клиенты **40**
7.3. Дата-центры **43**
ЗАКЛЮЧЕНИЕ **49**
ЛИТЕРАТУРА **50**
СОДЕРЖАНИЕ **54**

Учебное издание

Остроух Андрей Владимирович

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Методические указания

Издательство «Научно-инновационный центр»

660127, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 5, 192

Тел. +7 (923) 358-10-20