

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра космического приборостроения и систем связи



МЕТОДЫ И ОСНОВНЫЕ ПРОТОКОЛЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Методические указания
по выполнению практической работы
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
по дисциплине «Волоконная оптика в телекоммуникациях»

Курск 2018

УДК 004.716

Составители: А. А. Гуламов, А.Н. Шевцов

Рецензент

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры *В.Г. Андронов*

Методы и основные протоколы передачи информации: методические указания по выполнению практической работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Гуламов, А.Н. Шевцов. - Курск, 2018. – с.12: ил. 0, табл. 0. – Библиогр.: с.12.

Методические указания по выполнению практической работы содержат теоретические сведения о методах и основных протоколах передачи данных, проблемы развития инфокоммуникаций и пути выхода из сложившегося кризиса.

Полученные знания в результате выполнения работы дают возможность сформировать целостную картину представления инфокоммуникационных систем и сетей.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы дисциплины «Волоконная оптика в телекоммуникациях», утверждённой методическими комиссиями по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплине «Волоконная оптика в телекоммуникациях», а также для студентов других направлений подготовки в области информационных технологий в системе высшего образования.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано печать. ^{14.02.18} Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,63. Тираж 100 экз. Заказ 1002, Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

1 Цели работы

Получение навыков и умений в освоении дисциплины «Волоконная оптика в телекоммуникациях», в вопросе изучения основных методов и протоколов передачи информации.

2 Краткие теоретические сведения

2.1 Методы и основные протоколы передачи данных

Наиболее существенными характеристиками метода передачи, а значит, и реализующего его протокола являются следующие:

- асинхронный/синхронный;
- с предварительным установлением соединения/дейтаграммный;
- с обнаружением искаженных данных/без обнаружения;
- с обнаружением потерянных данных/без обнаружения;
- с восстановлением искаженных и потерянных данных/без восстановления;
- с поддержкой динамической компрессии данных/без поддержки.

2.2 Асинхронные протоколы

Асинхронные протоколы представляют собой наиболее старый способ связи. В асинхронных протоколах единицей передаваемых данных являются не кадры, а отдельные символы. Эти протоколы применялись и применяются сейчас для связи телетайпов, разного рода клавиатур и дисплеев с компьютерами. В асинхронных протоколах используются стандартные наборы символов, чаще всего ASCII или EBCDIC.

Т.к. первые 32 или 27 кодов в этих наборах символов являются специальными кодами, которые не отображаются на экране или принтере, то они использовались асинхронными протоколами для управления режимом обмена данными. В самих пользовательских данных, которые представляли собой буквы, цифры и различные знаки (\$, #, & и др.) специальные коды никогда не встречались, так

что проблемы для их отделения от пользовательских данных не существовало.

Начало и конец символа в канале связи помечались старт- и стоп-битами. Синхронизация отправителя и получателя производилась один раз по фронту старт-бита, последующие биты символа передавались без синхронизации.

Постепенно асинхронные протоколы усложнялись и стали наряду с отдельными символами использовать для передачи целые блоки данных, т.е. кадры, но все они обладают способностью передавать отдельные символы, сопровождаемые старт- и стоп-битами.

2.3 Синхронные протоколы

В синхронных протоколах нет стартовых и стоповых сигналов, поэтому отдельные символы в этих протоколах передавать нельзя. Все обмены данными осуществляются кадрами, которые в общем случае имеют заголовок, поле данных и концевик. Все биты кадра передаются непрерывным синхронным потоком, что значительно ускоряет передачу данных.

Т.к. байты в этих протоколах не отделяются друг от друга служебными сигналами, то одной из важнейших задач приемника является распознавание границ байт. Кроме того, приемник должен найти начало и конец кадра, а также определить границы каждого поля кадра: адреса назначения, адреса источника, других служебных полей заголовка, поля данных и контрольной суммы, если она имеется.

Большинство протоколов допускают использование в кадре поля данных произвольной длины. Иногда и заголовок может иметь переменную длину. Существуют также синхронные протоколы с кадрами фиксированной длины, например, в протоколе АТМ кадры имеют фиксированный размер в 53 байта, включая и служебную информацию. Для таких протоколов достаточно решить только первую задачу – распознать начало кадра.

Синхронные протоколы бывают двух типов: символьно - ориентированные (байт-ориентированные) и бит-ориентированные. Для обоих типов протоколов характерны одни и те же методы син-

хронизации бит. Главное различие между ними заключается в методе синхронизации символов и кадров [2].

2.4 Символьно-ориентированные протоколы

Символьно-ориентированные протоколы используются в основном для передачи блоков отображаемых символов, например, текстовых файлов. Т.к. при синхронной передаче нет стартовых и стоповых битов, для синхронизации символов необходим другой метод. Синхронизация достигается за счет того, что передатчик добавляет один и более управляющих символов SYN (называемых синхросимволами) перед каждым блоком символов. Например, в коде ASCII символ SYN имеет двоичное значение 00010110. Это несимметричное относительно начала символа значение позволяет легко разграничивать отдельные символы SYN при их последовательном приеме.

Символы SYN выполняют две функции:

- обеспечивают приемнику начальную побитную синхронизацию;
- как только побитовая синхронизация достигается, они позволяют приемнику начать распознавание границ символов SYN. После того как приемник начал отделять один символ от другого, можно задать границы начала кадра с помощью другого специального символа, например STX (Start of Text, ASCII 02h). Другой символ отмечает конец кадра – ETX (End of Text, ASCII 03h).

Однако такой простой способ отделения начала и конца кадра работает только в том случае, если внутри кадра нет символов STX и ETX. При подключении к компьютеру алфавитно-цифровых терминалов эта проблема действительно не возникала. Однако символьно-ориентированные протоколы впоследствии стали применять и для связи компьютеров друг с другом, а в этом случае данные внутри кадра могут быть любыми.

Наиболее популярным протоколом такого типа был протокол BSC фирмы IBM. Он работал в двух режимах: непрозрачном, когда некоторые специальные символы внутри кадра запрещались, и прозрачном, разрешавшем передачу внутри кадра любых символов, в том числе и ETX. Прозрачность достигалась за счет того, что перед

управляющими символами STX и ETX всегда вставлялся символ DLE (Data Link Escape, ASCII 10h). Такая процедура называется стаффингом символов. Если же в поле данных встречалась последовательность символов DLE ETX, то передатчик удваивал символ DLE, т.е. генерировал последовательность DLE DLE ETX.

2.5 Бит-ориентированные протоколы

Потребность в паре символов в начале и в конце каждого кадра вместе с дополнительными символами DLE означает, что символю-ориентированная передача неэффективна для передачи двоичных данных, т.к. в поле данных приходится добавлять достаточно много избыточной информации.

Чтобы преодолеть эти проблемы, в настоящее время почти всегда используется более универсальный метод, называемый бит-ориентированной передачей. Этот метод сейчас применяется для передачи как двоичных, так и символьных данных.

Существуют три различные схемы бит-ориентированной передачи.

В первой схеме начало и конец каждого кадра отмечается одной и той же однобитовой последовательностью – 01111110, называемой флагом. Термин «бит-ориентированный» используется потому, что принимаемый поток бит сканируется приемником на побитовой основе для обнаружения стартового флага, а затем во время приема кадра - для обнаружения стопового флага. По этой причине длина кадра в бит-ориентированной передаче не обязательно должна быть кратной 8 бит.

Чтобы обеспечить синхронизацию приемника, передатчик посылает последовательность байтов простоя 11111111, предшествующую стартовому флагу.

Для достижения прозрачности в этой схеме необходимо, чтобы флаг не присутствовал в поле данных кадра. Это достигается с помощью приема, известного как бит-стаффинг – вставка бита 0. Схема вставки бита работает только во время передачи поля данных кадра. Если эта схема обнаруживает, что было передано пять единиц подряд, она автоматически вставляет дополнительный 0 (даже если после этих пяти единиц будет передаваться 0). Поэтому

последовательность 01111110 никогда не появится в поле данных кадра. Аналогичная схема, выполняющая обратную функцию, используется в приемнике. Бит-стаффинг значительно более эффективен, чем байт-стаффинг, т.к. вместо лишнего байта вставляется всего один бит.

Во второй схеме для обозначения начала кадра используется только стартовый флаг, а для определения конца кадра применяется служебное поле длины кадра в его заголовке.

Третья схема использует для обозначения начала и конца кадра флаги, которые включают запрещенные для данного кода сигналы. Например, в сети Token Ring, использующей манчестерский код, начало кадра отмечается последовательностью JK0JK000, а конец – JK1JK100 (см. ниже). Этот способ очень экономичен, т.к. не требует ни бит-стаффинга, ни поля длины, но он зависит от способа физического кодирования.

При использовании избыточных кодов роль сигналов J и K играют запрещенные символы, например, в коде 4B/5B этими символами являются коды 11000 и 10001 [1].

2.6 Протоколы передачи данных iPX/SPX и NETBiOS

На самом низком уровне, который только может использовать программа, работающая в сети, в операционной системе Novell NetWare используются протоколы передачи данных, называемые iPX/SPX и NETBiOS.

Протокол iPX (internetwork Packet Exchange - протокол межсетевой передачи пакетов) является базовым в Novell NetWare. Он определяет формат передаваемых по сети пакетов и интерфейс с сетевым программным обеспечением (соответствует транспортному уровню OSI). На уровне протокола iPX рабочие станции могут обмениваться блоками данных, причем такой обмен выполняется без подтверждения.

Протокол SPX (Sequenced Packet Exchange - протокол последовательного обмена пакетами) предполагает, что перед началом обмена данными рабочие станции устанавливают между собой связь. На уровне протокола SPX гарантируется доставка передаваемых по сети пакетов. При необходимости выполняются повтор-

ные передачи пакетов. Протокол SPX в Novell NetWare выполнен на основе протокола iPX и является протоколом более высокого уровня (соответствует сетевому уровню OSi).

Протокол NETBIOS (Network Basic input/Output System - сетевая базовая система ввода/вывода) разработан фирмой iBM и предназначен для передачи данных между рабочими станциями. Этот протокол является протоколом более высокого уровня по сравнению с iPX и SPX (выполняет функции сетевого уровня, транспортного уровня и сеансового уровня OSi). Для обеспечения совместимости в составе операционной системы Novell NetWare поставляется резидентная программа netbios.exe, эмулирующая протокол NETBIOS с использованием протоколов iPX/SPX. Обычно вам не требуется запускать эмулятор NETBIOS, за исключением тех случаев, когда это необходимо для работы прикладных сетевых программ.

Также можно встретить протокол TCP/iP. Этот протокол используется в сетях, выполненных на базе операционной системы UNIX. Его назначение аналогично назначению протоколов iPX/SPX.

2.7 Передача с установлением соединения и без установления соединения

При передаче кадров данных используются как дейтаграммные процедуры, работающие без установления соединения, так и процедуры с предварительным установлением логического соединения.

При дейтаграммной передаче кадр посылается в сеть «без предупреждения», и никакой ответственности за его утерю протокол передачи не несет. Предполагается, что сеть всегда готова принять кадр от конечного узла. Дейтаграммный метод работает быстро, т.к. никаких предварительных действий перед отправкой данных не выполняется. Однако при таком методе в рамках протокола трудно организовать отслеживание факта доставки кадра узлу назначения. Этот метод не гарантирует доставку пакета адресату.

Передача с установлением соединения более надежна, но требует больше времени для передачи данных и вычислительных за-

трат от конечных узлов. В этом случае узлу назначения сначала посылается служебный кадр специального формата с предложением установить соединение. Если узел-получатель согласен с этим, то он посылает в ответ другой служебный кадр, подтверждающий установление соединения и предлагающий для него некоторые параметры, например, идентификатор соединения, максимальное значение поля данных в кадрах и т.п. Узел-инициатор соединения может завершить процесс установления соединения отправкой третьего служебного пакета, в котором сообщит, что предложенные параметры ему подходят.

На этом логическое соединение считается установленным, и в его рамках можно передавать информационные кадры с пользовательскими данными и получать подтверждения об их получении абонентом. После передачи некоторого законченного набора данных, например, файла, узел-отправитель инициирует разрыв логического соединения, посылая соответствующий служебный кадр.

3. Методы доступа

Международный институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (institute of Electrical and Electronics Engineers - iEEE) разработал стандарты для протоколов передачи данных в локальных сетях. Это стандарты iEEE802. Наибольший практический интерес представляют стандарты iEEE802.3, iEEE802.4 и iEEE802.5, которые описывают методы доступа к сетевым каналам данных.

Наибольшее распространение получили конкретные реализации методов доступа:

- Ethernet
- Arcnet
- Token Ring

Эти реализации основаны соответственно на стандартах iEEE802.3, iEEE802.4 и iEEE802.5. Для простоты будем использовать названия реализаций методов доступа, а не названия самих стандартов, хотя между стандартами и конкретными реализациями имеются некоторые различия [3].

3.1 Метод доступа Ethernet

Этот метод доступа, разработанный фирмой Xerox в 1975 году, пользуется наибольшей популярностью. Он обеспечивает высокую скорость передачи данных и надежность.

Для данного метода доступа используется топология «общая шина». Поэтому сообщение, отправляемое одной рабочей станцией, принимается одновременно всеми остальными станциями, подключенными к общей шине. Но сообщение предназначено только для одной станции (оно включает в себя адрес станции назначения и адрес отправителя). Та станция, которой предназначено сообщение, принимает его, остальные игнорируют.

Метод доступа Ethernet является методом множественного доступа с прослушиванием несущей и разрешением коллизий (конфликтов) (CSMA/Cd - Carrier Sense Multiple Access with Collision detection).

Перед началом передачи рабочая станция определяет, свободен канал или занят. Если канал свободен, станция начинает передачу.

Ethernet не исключает возможности одновременной передачи сообщений двумя или несколькими станциями. Аппаратура автоматически распознает такие конфликты, называемые коллизиями. После обнаружения конфликта станции задерживают передачу на некоторое время. Это время небольшое и для каждой станции свое. После задержки передача возобновляется.

Реально конфликты приводят к уменьшению быстродействия сети только в том случае, если работает порядка 80 - 100 станций.

3.2 Метод доступа Arcnet

Этот метод доступа разработан фирмой datapoint Corp. Он тоже получил широкое распространение, в основном благодаря тому, что оборудование Arcnet дешевле, чем оборудование Ethernet или Token-Ring.

Arcnet используется в локальных сетях с топологией «звезда». Один из компьютеров создает специальный маркер (сообщение

специального вида), который последовательно передается от одного компьютера к другому.

Если станция желает передать сообщение другой станции, она должна дождаться маркера и добавить к нему сообщение, дополненное адресами отправителя и назначения. Когда пакет дойдет до станции назначения, сообщение будет «отцеплено» от маркера и передано станции.

3.3 Метод доступа Token-Ring

Метод доступа Token-Ring был разработан фирмой IBM и рассчитан на кольцевую топологию сети.

Этот метод напоминает Arcnet, так как тоже использует маркер, передаваемый от одной станции к другой. В отличие от Arcnet при методе доступа Token-Ring имеется возможность назначать разные приоритеты разным рабочим станциям.

4. Тенденции развития технологий передачи данных и их практическое применение

Компьютерные сети переживают глубокий кризис, связанный с тем, что лежащая в их основе архитектура безнадежно устарела.

Лежащая в основе современных сетей архитектура закладывалась значительно устарела. Объемы трафика растут гораздо быстрее, чем увеличивается пропускная способность систем передачи данных, а его структура все время усложняется.

Для решения данной проблемы необходимо.

Установить партнерские взаимоотношения с международными исследовательскими центрами.

Постоянная непрекращающаяся работа с НИИ Академии Наук и российскими университетами с целью инициировать там научные исследования в области компьютерных сетей.

Продвижение новых технологий, демонстрация их преимуществ нашей отечественной промышленности, создание совместных проектов и проверка эффективности этих технологий на реальных задачах [2].

5 Список рекомендуемой литературы для подготовки к практическому занятию

1) Гуламов А.А. Конспект лекций Волоконная оптика в ТЛК / А.А. Гуламов: учебное пособие - Курск : ЮЗГУ, 2015. - 124 с.

2) П. Барабаш. Будущее компьютерных сетей [Электронный ресурс]: <http://pro-spo.ru/network-tech>

3) Скляр, Олег Константинович. Волоконно-оптические сети и системы связи [Текст]: учебное пособие / О. К. Скляр. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2010. - 272 с.