

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Северо-Кавказский филиал ордена
Трудового Красного Знамени
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Московский технический университет связи и информатики»



Кафедра «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Методические указания
к выполнению практических занятий по дисциплине

«Протоколы и интерфейсы в инфокоммуникационных системах»

(для студентов по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и
системы связи профиль Мобильная связь и интернет вещей)

Ростов-на Дону
2022

УДК 004.738
ББК 32.971.35-5
Б

Составители: доцент кафедры ИТСС Борисов Б.П.

Данное методическое пособие предназначено для обеспечения проведения практических занятий со студентами направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиля Мобильная связь и интернет вещей, квалификации «бакалавр».

Пособие обеспечивает получение практических навыков по основополагающим вопросам изучаемой дисциплины.

Объем методического пособия определен программой по дисциплине «Протоколы и интерфейсы в инфокоммуникационных системах» для студентов очно-заочной и заочной формы обучения.

Рецензент: доцент кафедры ИТСС канд. тех. наук, доцент Ершов В.В.

Методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании кафедры ИТСС
«19» декабря 2022 г. Протокол № 5.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Организация и проведение практических занятий.....	4
2	Практическое занятие №1 «Последовательные и параллельные интерфейсы».....	5
3	Практическое занятие №2 «Исследование и передача информационных потоков».....	11

1 Организация и проведение практических занятий

Цели практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить студентов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий;
- научить их работать с книгой, служебной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Практические занятия — метод репродуктивного обучения, **обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний**, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Практические занятия играют важную роль в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач совместно с преподавателем.

Структура практических занятий:

1. Вступление преподавателя – 5 мин.
2. Ответы на вопросы студентов по неясному материалу – до 10 мин. вначале и далее по мере необходимости.
3. Практическая часть – до 160 мин.
4. Заключительное слово преподавателя – до 5 мин.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, теоретический материал для которых был дан на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи и интуиция. На практические занятия выносятся четыре задачи. Преподаватель стремится к тому, чтобы занятие давало целостное представление о предмете и методах изучаемой дисциплине, причем методическая функция выступает здесь в качестве ведущей.

Практическое занятие №1. Последовательные и параллельные интерфейсы

Цель работы: Уяснить принципы взаимодействия премопередатчиков на физическом уровне

Задание:

1. Изучить синхронный и асинхронный режимы передачи данных. Форматы асинхронной и синхронной посылок.
2. Реализовать последовательный интерфейс на физическом уровне.

1 Краткие теоретические сведения

При обмене данными на физическом уровне единицей информации является бит, поэтому средства физического уровня всегда поддерживают побитовую синхронизацию между приемником и передатчиком.

Канальный уровень оперирует кадрами данных и обеспечивает синхронизацию между приемником и передатчиком на уровне кадров. В обязанности приемника входит распознавание начала первого байта кадра, распознавание границ полей кадра и распознавание признака окончания кадра.

Обычно достаточно обеспечить синхронизацию на указанных двух уровнях - битовом и кадровом, - чтобы передатчик и приемник смогли обеспечить устойчивый обмен информацией. Однако при плохом качестве линии связи (обычно это относится к телефонным коммутируемым каналам) для удешевления аппаратуры и повышения надежности передачи данных вводят дополнительные средства синхронизации на уровне байт. Ethernet Локальные сети о пользе стандартизации

Такой режим работы называется *асинхронным* или *старт-стопным*. Другой причиной использования такого режима работы является наличие устройств, которые генерируют байты данных в случайные моменты времени. Так работает клавиатура дисплея или другого терминального устройства, с которого человек вводит данные для обработки их компьютером.

В асинхронном режиме каждый байт данных сопровождается специальными сигналами «старт» и «стоп» (рисунок 1.1, а). Назначение этих сигналов состоит в том, чтобы, во-первых, известить приемник о приходе данных и, во-вторых, чтобы дать приемнику достаточно времени для выполнения некоторых функций, связанных с синхронизацией, до поступления следующего байта. Сигнал «старт» имеет продолжительность в один тактовый интервал, а сигнал «стоп» может длиться один, полтора или два такта, поэтому говорят, что используется один, полтора или два бита в качестве стопового сигнала, хотя пользовательские биты эти сигналы не представляют.

Асинхронным описанный режим называется потому, что каждый байт может быть несколько смещен во времени относительно побитовых тактов предыдущего байта. Такая асинхронность передачи байт не влияет на корректность принимаемых данных, так как в начале каждого байта происходит дополнительная синхронизация приемника с источником за счет битов «старт». Более «свободные» временные допуски определяют низкую стоимость оборудования асинхронной системы.

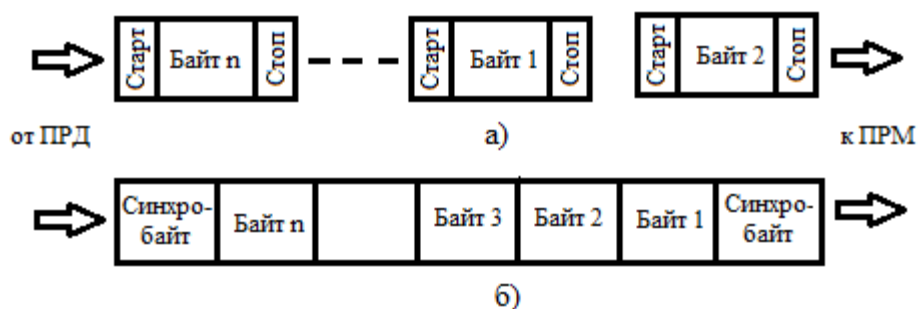


Рисунок 1.1 - Асинхронная (а) и синхронная (б) передачи на уровне байт

При синхронном режиме передачи старт-стопные биты между каждой парой байт отсутствуют. Пользовательские данные собираются в кадр, который предваряется байтами синхронизации (рисунок 1, б). Байт синхронизации - это байт, содержащий заранее известный код, например 0111110, который оповещает приемник о приходе кадра данных. При его получении приемник должен войти в байтовый синхронизм с передатчиком, то есть правильно понимать начало очередного байта кадра. Иногда применяется несколько синхробайт для обеспечения более надежной синхронизации приемника и передатчика. Так как при передаче длинного кадра у приемника могут появиться проблемы с синхронизацией бит, то в этом случае используются самосинхронизирующиеся коды.

Последовательные интерфейсы используются для связи двух или более устройств между собой. Характерная черта таких интерфейсов – использование последовательного метода передачи цифровой информации, при котором данные передаются последовательно бит за битом, для чего используется всего лишь одна линия. При этом физическая реализация двустороннего обмена может осуществляться с помощью 2 – 3 проводов. Значительное (по сравнению с параллельными интерфейсами) сокращение числа каналов передачи и проводов позволило упростить и удешевить приемопередающие устройства и кабельные системы. В общем, последовательные интерфейсы отличаются лучшей помехоустойчивостью [здесь не учитывается влияние типа линий передачи], поскольку в них исключено взаимное влияние между линиями данных (фактически, линия данных всего одна, а, например, в 8-разрядном параллельном интерфейсе – 8).

Сравнительная простота и низкие аппаратные требования обусловили широкое использование последовательных интерфейсов в электронике и смежных областях. Наибольшее распространение из них получили интерфейсы 1-Wire, I2C, SPI, CAN, RS-485, RS-232, USB, Firewire. Каждый из перечисленных интерфейсов имеет свои достоинства и недостатки, и определяемую ими область использования. В частности, первые 4 интерфейса преимущественно используются в микроконтроллерных системах, последние 4 – для связи ПК с периферийным оборудованием. Последовательный интерфейс RS-232, разработанный несколько десятков лет назад [разработка стандарта проводилась, начиная с 1960 г.] для компьютеров (в основном для связи с модемами) и являющийся «патриархом» в своем роде, до сих пор не утратил своего коммуникационного назначения. Такое долголетие (особенно с учетом преимуществ других стандартов) отчасти объясняется развитием микроконтроллерной техники, которая в настоящее время повсеместно используется в системах автоматизации, сбора и обработки различных данных, встраиваемых системах различного назначения. При этом интерфейс RS-232 оказался едва ли не единственным

средством связи между микроконтроллером (МК) и ПК, аппаратно присутствующем и в первом и во втором. В ПК за реализацию интерфейса отвечает COM-порт, а практически в любом МК есть один или несколько приемопередающих модулей (УАПП/UART, УСАПП/USART, SCI и пр.), аппаратно поддерживающих RS-232. Другие причины жизнеспособности интерфейса – сравнительная простота протокола обмена, поддержка во многих средах программирования на уровне библиотечных модулей, наличие доступных утилит, предназначенных для связи ПК с помощью COM-порта. Спецификация любого интерфейса включает в себя две составляющие: аппаратную и программную (логическую). Аппаратная часть (уровни напряжений, разъемы, назначение сигналов и пр.) описывается стандартом на интерфейс, описание программной часть (правил передачи данных) называется протоколом интерфейса.

Аппаратная составляющая интерфейса регламентируется стандартом RS-232 (EIA/TIA – 232 – E) Ассоциации электронной промышленности и рекомендациями V.24 МККТТ [Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии]. Более подробно история создания и эволюции стандарта описаны в [1]. Стандарт RS-232 (его официальное название Interface between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Termination Equipment employing serial binary data interchange) предназначен для подключения аппаратуры, передающей или принимающей данные (обозначается как DTE – Data Terminal Equipment) [В качестве DTE может выступать компьютер, принтер или другое периферийное оборудование], к оконечной аппаратуре каналов данных (обозначается как DCE – Data Communication Equipment). Функция DCE состоит в обеспечении возможности передачи информации между двумя или большим числом DTE. Другими словами, DCE – это устройство, преобразующее сигнал в форму, подходящую для канала связи, например, в аналоговый сигнал для телефонной линии. При связи ПК с удаленным периферийным оборудованием в качестве DCE чаще всего выступает модем. Устройства DTE могут соединяться напрямую с помощью т.н. нуль-модемного кабеля. На рисунке 1.2 показана полная схема соединения двух DTE – устройств.

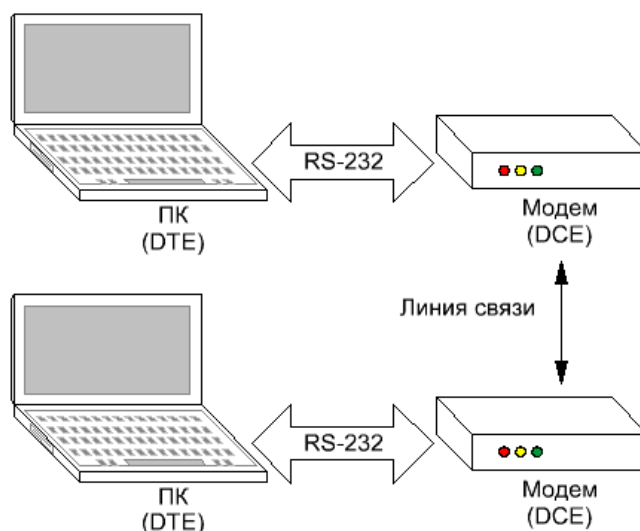


Рисунок 1.2 – Полная схема соединения по RS-232

Согласно стандарту RS-232, сигнал (последовательность битов) передается напряжением. Передатчик и приемник являются несимметричными: сигнал передается

относительно общего провода (в отличие от симметричной передачи протоколов RS-485 или RS-422). Логическому нулю на входе приемника соответствует диапазон $+3...+12$ В, а логической единице – диапазон $-12...-3$ В. Диапазон $-3...+3$ В – зона нечувствительности, обеспечивающая гистерезис приемника (передатчика). Уровни сигнала на выходе должны быть в диапазоне $-12...-5$ В для представления логической единицы и $+5...+12$ В для представления логического нуля. Иллюстрация уровней представлена на рисунке 1.3. Необходимо отметить, что интерфейс не обеспечивает гальванической развязки устройств. Подключение и отключение интерфейсных кабелей устройств с независимым питанием должно производиться при отключенном питании.

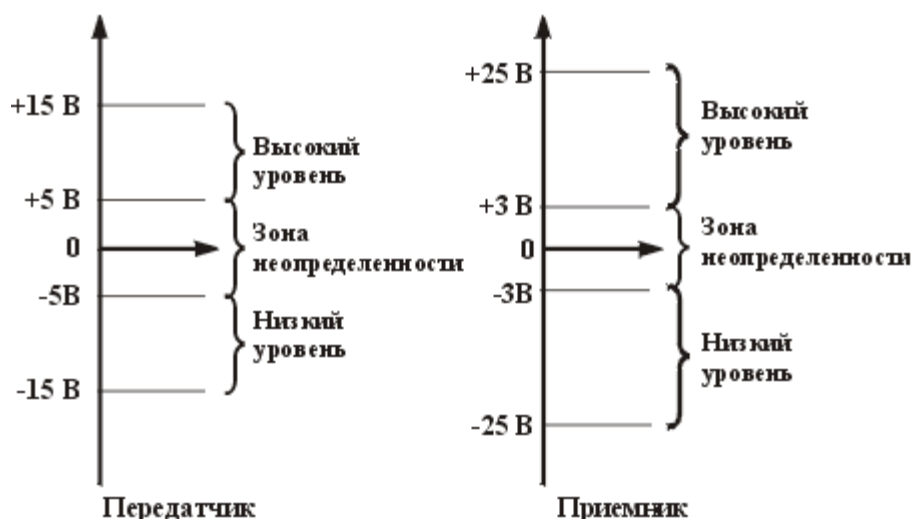


Рисунок 1.3 – Уровни сигналов RS-232C на передающем и принимающем концах линии связи

Основные характеристики стандарта RS-232C следующие:

- максимальная длина кабеля 15 м;
- число приемников – 1;
- число передатчиков – 1;
- максимальная скорость передачи – 20 Кбит/с.

Максимальная длина кабеля определяется его совокупной емкостью, значение которой указано в стандарте – 2500 пФ. Поскольку характеристики используемых кабелей постоянно улучшаются (например, типичное значение погонной емкости типичного кабеля уменьшилось со 160 пФ до 50) [2], значение максимальной длины кабеля для RS-232, приводимой в разных источниках может варьироваться от 15 до 50 м.

Со стороны ПК интерфейс RS-232 может быть реализован с помощью 9-и или 25-контактных разъемов типа D-sub, обозначаемых соответственно как DB9 и DB25. Изначально наибольшее распространение имел разъем DB25, поскольку он позволял использовать все имеющиеся варианты RS-232. Стандартом предусмотрена возможность синхронной передачи данных, что могло потребовать использование дополнительных контактов, однако на практике такой способ передачи используется редко. Для асинхронной же передачи, подразумеваемой под RS-232 по умолчанию, хватает возможностей более миниатюрного DB9. Поэтому в настоящее время используется преимущественно он.

Параллельный интерфейс — для каждого бита передаваемой группы имеется своя сигнальная линия (обычно с двоичным представлением), и все биты группы передаются

одновременно за один квант времени, то есть продвигаются по интерфейсным линиям параллельно. Примеры: параллельный порт подключения принтера (LPT-порт, 8 бит), интерфейс ATA/ATAPI (16 бит), SCSI (8 или 16 бит), шина PCI (32 или 64 бита).

В параллельном интерфейсе существует явление перекоса (skew), существенно влияющее на достижимый предел тактовой частоты. Суть его в том, что сигналы, одновременно выставленные на одной стороне интерфейсного кабеля, доходят до другого конца не одновременно из-за разброса характеристик цепей. На время прохождения влияет длина проводов, свойства изоляции, соединительных элементов и т. п. Очевидно, что перекося (разница во времени прибытия) сигналов разных битов должен быть существенно меньше кванта времени, иначе биты будут искажаться (путаться с одноименными битами предшествующих и последующих посылок). Вполне понятно, что перекося ограничивает и допустимую длину интерфейсных кабелей: при одной и той же относительной погрешности скорости распространения сигналов на большей длине набежит и больший перекося. Перекося сдерживает и увеличение разрядности интерфейса: чем больше используется параллельных цепей, тем труднее добиться их идентичности. Из-за этого даже приходится «широкий» (многозарядный) интерфейс разбивать на несколько «узких» групп, для каждой из которых используются свои управляющие сигналы. В 90-х годах в схемотехнике приемопередающих узлов стали осваиваться частоты в сотни мегагерц и выше, то есть длительность кванта стала измеряться единицами наносекунд. Достичь соизмеримо малого перекося можно лишь в пределах жестких компактных конструкций (печатная плата), а для связи отдельных устройств кабелями длиной в десятки сантиметров пришлось остановиться на частотах, не превышающих десятков мегагерц. Для того чтобы ориентироваться в числах, отметим, что за 1 нс сигнал пробегает по электрическому проводнику порядка 20–25 см. Наносекунда — это период сигнала с частотой 1 ГГц.

2 Оборудование рабочего места

1. Персональные компьютеры (ноутбуки).
2. Модемы
3. Кабели соединительные.

3 Практические действия

Собрать схему связи и передать аудио, видео и данные.

4 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель практического занятия.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Результаты выполнения практических заданий.
4. Выводы по работе.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине.

5 Контрольные вопросы:

1. Области применения последовательного и параллельного интерфейсов.
2. Основные характеристики канала связи.
3. Стандарт RS-232. Схема соединения. Характеристика.
4. Разъёмы RS-232.
5. Протокол RS-232.
6. Формат асинхронной передачи по шине RS-232

6 Информационные источники

1. Иди Ф. Сетевой и межсетевой обмен данными с микроконтроллерами. – М.: Издательский дом «Додэка XXI», 2007. – 376 с.
2. Парк Д., Маккей С., Райт Э. Передача данных в системах контроля и управления. – М.: ООО «Группа ИДТ», 2007. – 480 с.
3. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером. – М.: Радио и связь, 2004. – 168 с.
4. Олифер В.Г., Олифер Н.А., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. Спб.: Питер, 2010.

Практическое занятие №2. Исследование и передача информационных потоков.

Цель работы: Приобрести навыки передачи информации в инфокоммуникационных сетях связи.

Задание к практическому занятию:

1. Изучить структуру информационных потоков передаваемых по сети связи.
2. Выполнить перераспределение цифровых потоков и осуществить передачу

данных.

1 Краткие теоретические сведения

Тенденции развития телекоммуникаций в XXI веке показывают, что человечество движется по пути создания глобального информационного общества. Понятие информационного общества (ИО) четко не определено, но можно предположить, что это такое общество, в котором информатизация и телекоммуникации (инфокоммуникации) будут определять новую ступень развития экономики, социальной сферы, культуры и науки.

Особенности построения цифровых систем передачи являются:

- высокая помехоустойчивость;
- слабая зависимость качества передачи от длины линии связи;
- стабильность параметров каналов ЦСП;
- эффективность использования пропускной способности каналов для передачи дискретных сигналов;
- возможность построения цифровой сети связи;
- высокие технико-экономические показатели.

Аппаратура ЦСП состоит из аппаратуры формирования и приема цифровых сигналов, а также аппаратуры линейного тракта. Цифровой сигнал формируется в оборудовании аналого-цифрового преобразования (каналообразования) первичных ЦСП или в оборудовании временного группообразования ЦСП более высокого уровня. В первом случае на вход ЦСП поступают аналоговые сигналы, а во втором — цифровые.

При передаче телефонных сигналов по каналам ЦСП используется ВРК с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ). В этом случае формирование группового цифрового сигнала предусматривает последовательное выполнение следующих основных операций (рисунки 2.1):

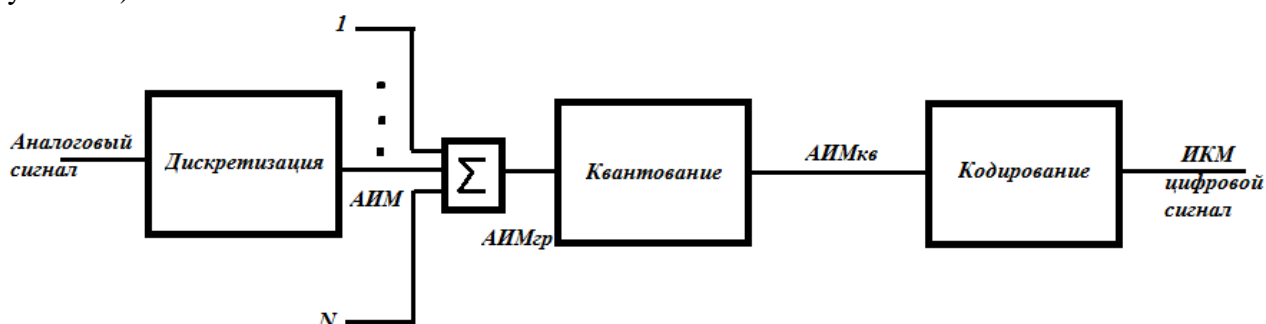


Рисунок 2.1- Принципы формирования цифрового группового сигнала

- дискретизации индивидуальных телефонных сигналов по времени, в результате чего формируется импульсный сигнал, промоделированный по амплитуде, т.е. АИМ сигнал;
- объединения N индивидуальных АИМ сигналов в групповой АИМ сигнал с использованием принципов временного разделения каналов;
- квантования группового АИМ сигнала по уровню;
- последовательного кодирования отчетов группового АИМ сигнала, в результате чего формируется групповой ИКМ сигнал, т. е. цифровой сигнал.

Требования к ЦСП определены в рекомендациях МСЭ-Т серии G.

Современной технологией, используемой в настоящее время для построения сетей связи, является синхронная цифровая иерархия (СЦИ) (Synchronous Digital Hierarchy-SDH). Системы SDH обеспечивают скорость передачи от 155 Мбит/с и выше и могут транспортировать как сигналы существующих ЦСП, так и новых перспективных служб, в том числе широкополосных. Аппаратура SDH является программно управляемой и интегрирует в себе средства преобразования, передачи, оперативного переключения, контроля, управления.

SDH позволяет организовать универсальную транспортную сеть, выполняющую функции как передачи информации, так и контроля и управления. Она рассчитана на транспортирование всех сигналов PDH, а также всех действующих и перспективных служб (рисунок 2.2) [3].

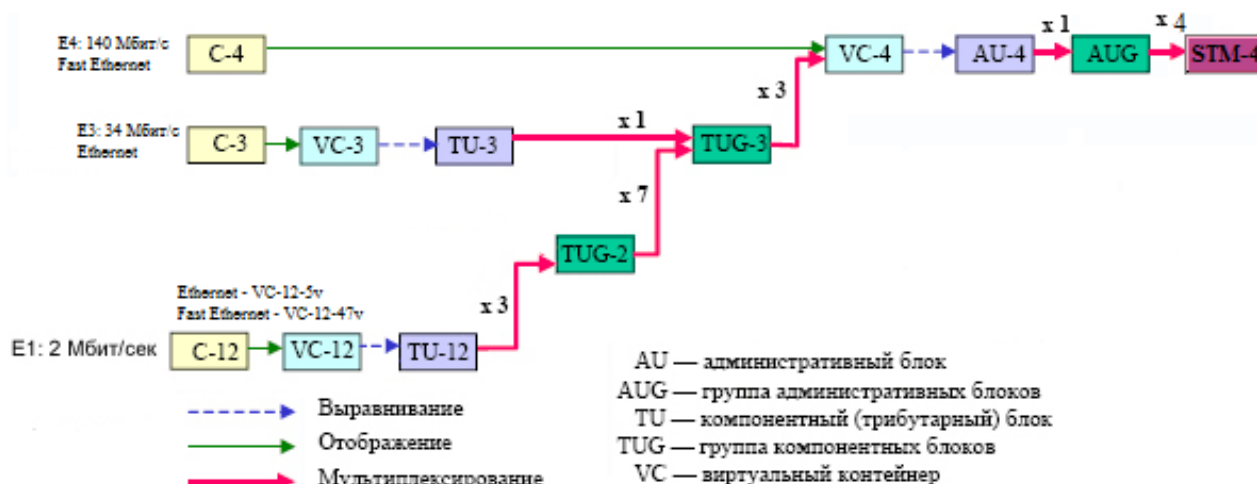


Рисунок 2.2 – Цифровой поток SDH

Ethernet — семейство технологий пакетной передачи данных для 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.

Название «Ethernet» (буквально «эфирная сеть» или «среда сети») отражает первоначальный принцип работы этой технологии: всё, передаваемое одним узлом, одновременно принимается всеми остальными (то есть имеется некое сходство с

радиовещанием). В настоящее время практически всегда подключение происходит через коммутаторы (switch), так что кадры, отправляемые одним узлом, доходят лишь до адресата (исключение составляют передачи на широковещательный адрес) — это повышает скорость работы и безопасность сети. На рисунке 2.3 представлен порядок формирования пакета Ethernet.

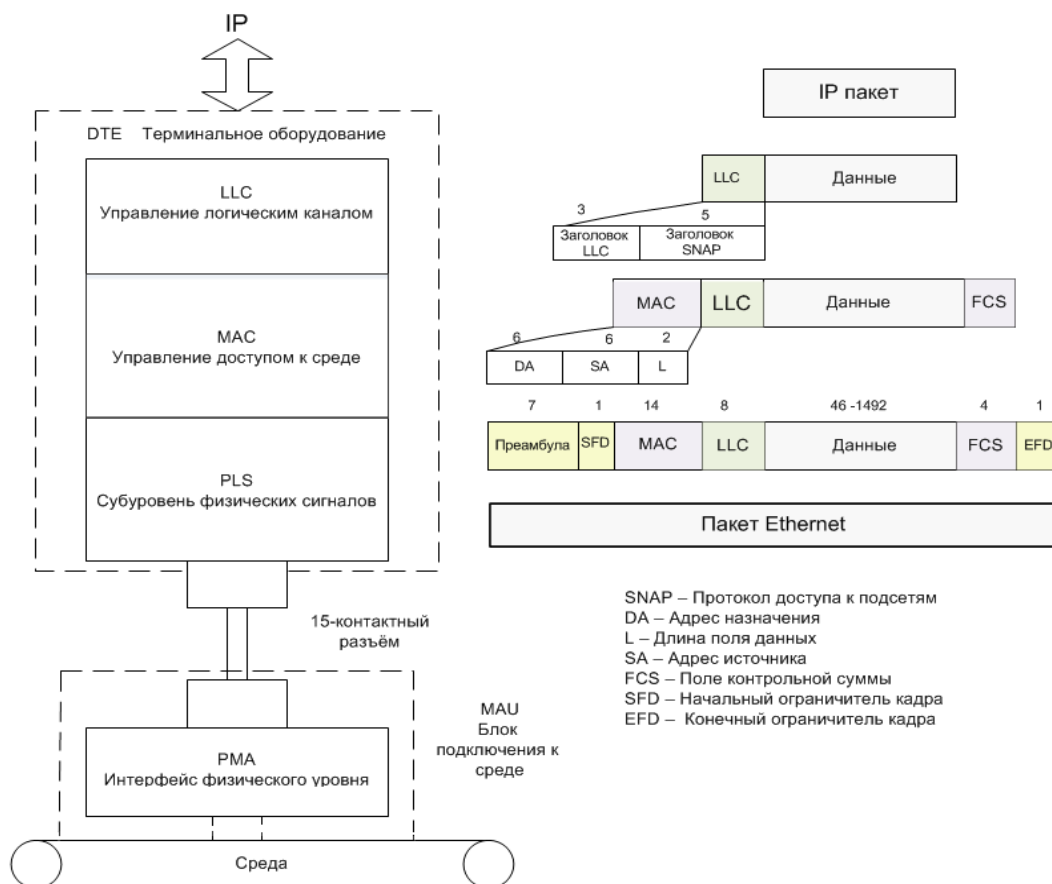


Рисунок 2.3 – Структура пакета Ethernet

2 Оборудование рабочего места

Комбинированная локальная мультисервисная транспортная сеть связи (аудитория № 304).

3 Порядок выполнения работы

1. Включить локальную мульти сервисную транспортную сеть связи.
2. Передать различные виды сигналов (аудио, видео, данные) по сети различным оконечным устройствам используя технологии SDH и PDH.
3. Передать различные виды сигналов (аудио, видео, данные) по сети различным оконечным устройствам используя технологии Eth и FE.

4 Содержание и оформление отчета

Отчет должен содержать:

1. Название, цель практического занятия.

2. Краткие теоретические сведения.

3. Результаты выполнения заданий.

4. Выводы по работе.

Отчет оформляется в тетради для практических занятий по дисциплине.

5 Контрольные вопросы:

1. Чем коммутатор отличается от моста?
2. При каком распределении трафика неблокирующий коммутатор с 12-ю портами Fast Ethernet и одним портом Gigabit Ethernet оправдывает свое название? Варианты ответов:
 - а) входной трафик всех портов Fast Ethernet, которые работают с близкой к 100 % нагрузкой, направлен в порт Gigabit Ethernet;
 - б) входной трафик порта Gigabit Ethernet, который работает с близкой к 100 % нагрузкой, равномерно распределен между 12-ю портами Fast Ethernet;
 - в) входной трафик всех портов Fast Ethernet, которые работают с 50-процентной нагрузкой, направлен в порт Gigabit Ethernet.
3. Совпадают ли форматы кадров 10 Мбит/с Ethernet и Fast Ethernet?
4. Можно ли коммутатор локальной сети с интерфейсом 10GBase-WL непосредственно присоединить к порту STM-64 мультиплексора SDH?
5. Можно ли в сети PDH выделить канал Е-0 непосредственно из канала Е-3?
6. Какое максимальное количество каналов Е-1 может мультиплексировать кадр STM-1?
7. По какой причине в кадре STM-1 используется три указателя?
8. Для достижения, каких целей разработан механизм виртуальной конкатенации?
9. Что общего между первичными сетями FDM и DWDM?
10. С какой целью в сетях DWDM используются регенераторы, преобразующие оптический сигнал в электрический?
11. Какой принцип лежит в основе методов обнаружения и коррекции ошибок?
12. При каком методе кодирования/модуляции спектр сигнала симметричен относительно основной гармоники?
13. Каким образом можно повысить скорость передачи данных по кабельной линии связи?

6 Информационные источники

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. СПб.: Питер, 2010.
2. В.В. Величко, Е.А. Субботин, В.П. Шувалов, А.Ф. Ярославцев; Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 3 – Мультисервисные сети под ред. профессора В.П. Шувалова. - Изд. 3-е, М.: Горячая линия - Телеком, 2015.
3. Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов - М.: Горячая линия - Телеком, 2013.