

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕМА
С ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИМ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

КУЙБЫШЕВ 1984

Министерство высшего и среднего специального
образования РСФСР
Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕМА
С ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Утверждено
редакционно-издательским
советом института
в качестве
методических указаний
к лабораторной работе
для студентов

Куйбышев 1984

УДК 621.394/395.4

Методические указания знакомят студентов с принципами передачи данных по непрерывному каналу связи с использованием электроакустического интерфейса. Указания рассчитаны на студентов, обучающихся по специальности 0646.

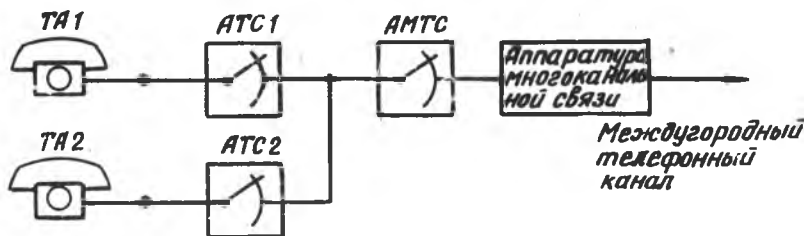
Составитель - В.П. Я г и м а х а

Рецензенты: кафедра "Электроснабжение промпредприятий городов и сельского хозяйства" Куйбышевского политехнического института,
канд. техн. наук В.Д. Р а д ч е н к о

Ц е л ь р а б о т ы - ознакомление с принципами передачи данных по каналам связи телефонной сети и исследование модела с электроакустическим преобразователем.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ КАК КАНАЛА СВЯЗИ С ЭВМ

Телефонная сеть связи является весьма сложной системой, к которой в полной мере применимы понятия теории больших систем. Основными компонентами сети являются узлы коммутации и каналы связи. При использовании автоматически коммутируемых телефонных каналов связи в качестве узлов коммутации служат учрежденческие, городские и между-городные автоматические телефонные станции (АТС, АМТС). Упрощенная структура внутригородской телефонной сети представлена на рис. 1.



Р и с. 1. Схема соединения каналов в автоматической телефонной сети

Кроме коммутируемых каналов связи в телефонной сети используются и некоммутируемые, которые выделяются или арендуются абонентам на длительное время и не участвуют в обслуживании коммутируемой части

сети. Телефонные аппараты или другие абонентские устройства соединяются с телефонными станциями абонентскими линиями связи, которые могут быть двух или четырехпроводными. Абонентские линии связи организуются по физическим цепям кабельных и воздушных линий. Связь между телефонными станциями осуществляется при помощи многоканальной аппаратуры.

Время установок и сквозных соединений между ЭВМ и абонентом определяется временем набора номера, числом и скоростью работы устройств коммутации и составляет 20-100 с для городской и 2-3 мин для междугородной телефонной сети.

Скорость передачи данных ограничивается полосой частот телефонного канала (300 Гц...3400 Гц) и его амплитудно-фазовой нестабильностью и определяется методом передачи (видом модуляции) и необходимой степенью достоверности передачи. Скорость передачи по выделенным каналам практически лежит в пределах 600...9600 бит/с, по коммутируемым каналам 50...1200 бит/с. Скорость передачи электроакустическим способом в силу большой амплитудно-фазовой неравномерности в тракте микрон - линия - телефон ограничена величиной 600 бит/с и обычно находится в пределах 100...300 бит/с.

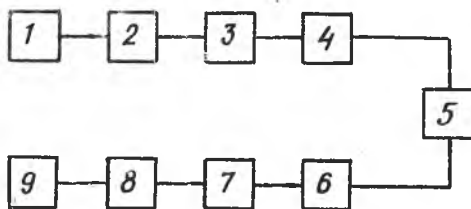
Верность передачи характеризуется коэффициентом необнаруженных ошибок и обуславливается характером помех в канале связи. Источниками импульсных помех в телефонном канале являются импульсы набора номеров и кратковременные прерывания в стационарных цепях питания абонентских линий. Коэффициент ошибок в существующих телефонных каналах без применения устройств защиты от ошибок по рекомендации МККТТ должен быть не более 10^{-3} при скоростях 600-1200 бит/с и 10^{-4} при скорости 200 бит/с. При превышении этих величин канал связи считается неисправным.

Дальность передачи определяется величиной допустимого затухания между абонентами (не более 28 дБ для ГТС). При отсутствии в цепи связи дополнительного усилителя дальность передачи не превышает 7...10 км.

КАНАЛ СВЯЗИ ТЕЛЕОБРАБОТКИ ДАННЫХ

На рис. 2 представлена типичная структурная схема системы дистанционного обмена информацией между ЭВМ и удаленным пользователем.

Аппаратура ввода-вывода, иначе называемая удаленным терминалом, служит для обмена информацией между абонентом



Р и с. 2. Система телеобработки данных: 1 - аппаратура ввода-вывода, 2, 8 - устройства сопряжения, 3, 7 - устройства защиты от ошибок, 4, 6 - модемы, 5 - канал связи, 6 - ЭВМ

и ЭВМ. Обмен может происходить в диалоговом и пакетном режимах. При пакетной обработке передаваемая информация оформляется в виде единого законченного сообщения, содержащего заголовок с указанием адреса отправителя и получателя данных. В диалоговом режиме взаимодействие абонента с ЭВМ осуществляется на основе более коротких фиксированных сообщений, которые оформляются в виде блоков. Этот режим характеризуется малым временем реакции ЭВМ.

На этапе ввода-вывода диагностика ошибок передачи сообщения осуществляется различными программами контроля формата сообщения.

Устройство сопряжения согласует канал связи с процедурами ввода-вывода и обработки сообщения по скорости, виду кода (параллельный, последовательный и т.д.), а также управляет процессом передачи информации (формирует служебные команды).

Устройство защиты от ошибок обеспечивает необходимую достоверность передачи сообщения. Метод защиты выбирают исходя из условий обеспечения требуемой верности передачи сообщения с учетом типа дискретного канала связи при условии минимального уменьшения его пропускной способности. Различают параметрический и кодовый методы защиты от ошибок.

При параметрическом методе критерием вероятности появления ошибок являются количественные характеристики параметров принимаемых сигналов: амплитуда, длительность, расхождение фаз и синхронных частот и др. При кодовом методе критерием появления ошибки является нарушение введенной в передаваемое сообщение законсерности (проверка на четность, помехоустойчивое кодирование и др.).

Существует комбинированный, кодово-параметрический способ защиты от ошибок, при этом избыточные коды обеспечивают обнаружение односторонних ошибок, а параметрический способ служит для защиты от групповых ошибок.

Результатом выявления ошибки может быть либо регистрация факта неверной передачи информации, либо запрос на повторную передачу.

М о д е м служит для прямого и обратного преобразования цифровых сигналов в необходимый для выбранного канала связи вид модулированных колебаний. Выбор вида модуляции производится по частным критериям: защищенность от помех в канале, требуемая скорость передачи, нестабильность характеристик и параметров канала связи, сложность реализации модема.

Наименее помехозащищенными являются амплитудно-модулированные (АМ) сигналы, так как приемное устройство, работающее на принципе амплитудного отличия сигнала от паузы, воспримет помехи и резкие колебания приемного уровня как сигнал (для достижения верности передачи, характеризуемой коэффициентом ошибок 10^{-4} , необходимо десятикратное отношение сигнал-помеха). Частотно-модулированные (ЧМ) сигналы с двумя боковыми полосами имеют примерно вдвое большую помехозащищенность. Наибольшую помехозащищенность имеют однократные фазомодулированные (ФМ) сигналы (коэффициент ошибок составляет 10^{-4} при двукратном отношении сигнал-помеха).

По критерию "скорость передачи" лучшими являются многопозиционные (многофазовые и многоуровневые) виды передачи, особенно при использовании передач с одной боковой полосой. Однако применение многопозиционных способов модуляции снижает помехозащищенность сигналов. Так, например, 2-кратная ФМ в 1,41 раза хуже 1-кратной ФМ. Такое снижение помехозащищенности можно компенсировать путем увеличения избыточности в передаваемом сигнале, поэтому в последнее время все больше применяется многопозиционная передача с одной боковой полосой. Нестабильность характеристик и параметров канала связи определяется помехами, кратковременными прерываниями, резкими колебаниями приемного уровня, расхождением несущих частот и фаз сигналов аппаратуры многоканальной связи.

Лучшими модемами являются те, которые обеспечивают меньшее число ошибок при отклонениях приемного уровня, частоты и фазы.

В существующих каналах связи более предпочтительным является использование фазовой и частотной модуляции.

Наиболее простыми по реализации являются модемы с амплитудной модуляцией, наиболее сложными — с фазовой, так как для демодуляции фа-

зомодулированного сигнала в приемнике требуется точно восстановить когерентную несущую частоту.

Модемы с частотной модуляцией, обеспечивающие при нормальной флуктуационной помехе (отношение сигнал-шум 3,5) коэффициент ошибок по битам не более 10^{-4} - средней сложности. В связи с этим наиболее массовой и распространенной аппаратурой передачи данных являются среднескоростные модемы с частотной модуляцией и скоростями (по рекомендации МККТТ) 200, 600, 1200 бит/с. Лишь при скоростях свыше 1200 бит/с целесообразно применять и модемы с 2- или 3-кратной фазовой модуляцией или многоуровневой модуляцией.

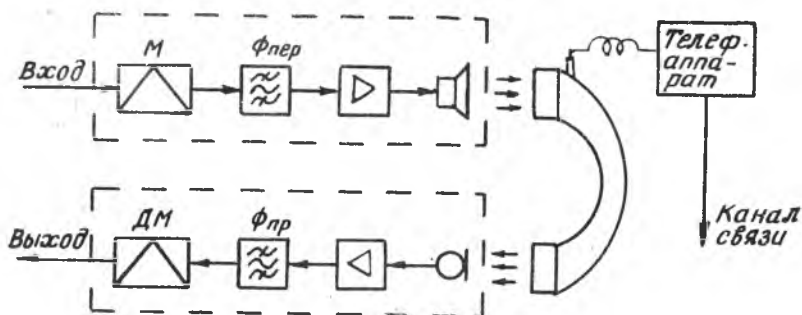
Согласно рекомендации МККТТ односторонняя передача со скоростью 600 бит/с ведется на средней частоте 1500 Гц; передаче "0" соответствует 1700 Гц, передаче "1" - 1300 Гц; передача со скоростью 1200 бит/с ведется на средней частоте 1700 Гц (2100 Гц и 1300 Гц). Для передачи служебной информации используется служебный канал со средней частотой 420 Гц (450 Гц и 390 Гц) и скоростью 75 бит/с.

МОДЕМЫ С ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ

Электрическое подключение модема к телефонному каналу бывает в некоторых случаях затруднено или нежелательно. Однако при наличии телефонного аппарата соединение аппаратуры ввода-вывода или обработки информации с телефонным каналом можно осуществить и без их электрической связи, а с помощью связи акустической. Этой цели служат так называемые модемы с электроакустическими преобразователями, предназначенные для передачи данных непосредственно через телефонный аппарат в нестационарных транспортабельных устройствах ввода-вывода информации. Упрощенная структурная схема такого модема представлена на рис. 3.

После установления канала связи с абонентом телефонную трубку помещают в специальное гнездо модема, содержащее микрофон и громкоговоритель. Громкоговоритель возбуждается модулятором сигналов данных, поступающих с устройства ввода информации (клавиатуры, считывателя и др.). Модулированные сигналы передаются по цепи "микрофон-телефонная сеть - телефон" и возбуждают микрофон приемного модема, на выходе которого возникает сигнал той же формы, что и на выходе модулятора передающего модема.

После демодуляции (детектирования) принимаемые данные поступают на устройства вывода информации.



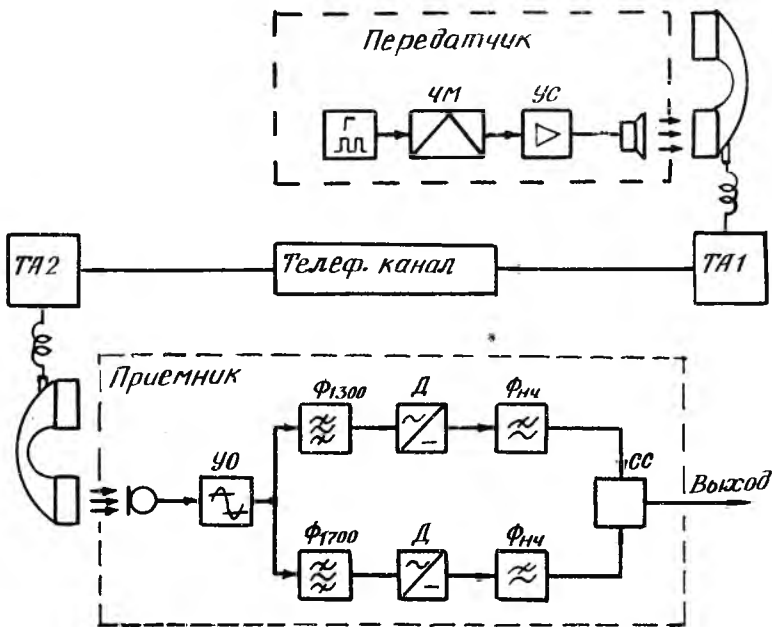
Р и с. 3. Схема организации передачи данных с использованием модема с электроакустическим преобразованием

Полосовые фильтры передачи формируют спектр канала передачи, наилучшим образом согласующийся с характеристиками системы громкоговоритель - микрофон телефонной трубки. Полосовой фильтр приема не пропускает в демодулятор составляющие сигнала, лежащие вне полосы частот принимаемого сигнала, и служит для уменьшения действия внешних помех, которые могут проникнуть в приемный канал через его микрофон.

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА МОДЕМА С ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

На рис. 4 приведена структурная схема лабораторной установки для исследования модема с электроакустическим преобразователем. Она состоит из передатчика, приемника и двух телефонных аппаратов, соединенных каналом связи. Передаваемый сигнал имитируется генератором сигналов частотой 100 Гц, что соответствует скорости передачи 200 бит/с. Этим сигналом управляется частотный модулятор, на выходе которого манипулируются сигналы частот 1300 и 1700 Гц, поступающие на громкоговоритель. Благодаря акустической связи громкоговорителя с микрофонной капсулой телефонной трубки на передающем конце и телефонного капсулы с микрофоном модема на приемном конце, на выходе последнего вырабатывается тот же ЧМ сигнал, что и на выходе модулятора.

На входе демодулятора находится усилитель - ограничитель, служащий для компенсации затухания в канале связи и устранения паразитной амплитудной модуляции из-за неравномерности амплитудно-частотной ха-



Р и с. 4. Модулятор и демодулятор с акустической связью в системе односторонней передачи данных

характеристики канала, что необходимо для устранения искажения длительности посылок передачи.

В полосовых фильтрах дискриминатора частотно-модулированный сигнал преобразуется в два амплитудно-модулированных сигнала с несущими частотами 1300 и 1700 Гц, которые затем детектируются.

Выделенные последетекторными фильтрами огибающие амплитудно-модулированных сигналов поступают на дифференциальный усилитель, который преобразует искаженные посылки в сигнал прямоугольной формы с заданной амплитудой, соответствующий модулирующему сигналу на передающем конце, т.е. происходит восстановление из модулированного сигнала переданной информации.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕМА С ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с описанием лабораторной работы и конструктивным оформлением лабораторного стенда.

2. Уложить телефонные трубки левого и правого телефонных аппаратов в соответствующие гнезда макета.

3. Соединить вход внешней синхронизации и корпус осциллографа с соответствующими гнездами на макете.

4. Необходимыми манипуляциями ручками управления осциллографа подготовить его к работе.

5. Включить макет, для чего тумблер "Сеть" перевести в положение "Вкл".

6. Последовательно подключая вход осциллографа к контрольным точкам I-IO макета, просмотреть и зарисовать диаграммы напряжений в соответствующих точках схемы модема.

Содержание отчета

1. Структурная схема модема лабораторного стенда.

2. Осциллограммы сигналов в контрольных точках.

3. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Характеристики телефонной сети как канала связи для передачи дискретной информации.

2. Структурная схема канала связи по телефонной сети и назначение ее элементов.

3. Критерии качественной оценки видов модуляции, используемых для передачи сигналов по телефонным сетям.

4. Структурная схема модема.

5. Блок-схема лабораторного стенда и назначение ее элементов.

Л и т е р а т у р а

Дивногорцев Г.П., Яшин В.М. Системы и аппаратура обмена информации в сетях ВЦ. - М.: Связь, 1976.

Соловейчик Н.Б., Драбкин Р.Н., Ярмаркин К.К. Электронные устройства отображения информации в автоматизированных системах связи. - М.: Связь, 1973.

Маргин Д. Сети связи и ЭВМ. Ч. I, II. - М.: Связь, 1974-1975.

Составитель - Виктор Петрович Я к и м а х а

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕМА С ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Редактор Е.Д. А н т о н о в а
Техн. редактор Н.М. К а л е н ю к
Корректор М.В. П а в л о в а

Подписано в печать 18.12.84. Формат 60x84¹/₁₆.
Оперативная печать. Бумага оберточная белая.
Усл.п.л. 0,69. Уч.-изд.л. 0,6. Т. 500 экз.
Заказ 698 Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева,
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Областная типография имени В.П.Мяги,
г. Куйбышев, ул. Венцека, 60.