

Министерство науки, высшего образования  
и технической политики Российской Федерации

Самарский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С.П.Королева

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО АДАПТЕРА  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Методические указания  
к лабораторной работе

Самара 1992

Составители: В.Т.И о ф ф е, И.В.К а т к о в

УДК 681.5:681.32-181.48

Исследование программируемого адаптера последовательного интерфейса: Метод. указания к лаборатор. работе/Самар. авиац. ин-т. Сост. В.Т.И о ф ф е, И.В.К а т к о в. Самара, 1992. 16 с.

Описаны принцип передачи информации по последовательному каналу связи, структура и программное обеспечение программируемого адаптера последовательного интерфейса КР580 ВВ51. Составлены по курсу "Схемотехника, ЭВМ, микропроцессоры" на кафедре "Автоматизированные системы управления." Предназначены для студентов спец. 23.01 и 23.03.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института имени академика С.П.Королева

Рецензент В.А.Л у к и н ы х

Ц е л ь   р а б о т ы: изучение принципов организации и особенностей применения программируемого адаптера последовательного интерфейса (ПАПИ) на примере КР580 ВВ5Т.

### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПАПИ

ПАПИ является программно управляемой БИС, осуществляющей взаимодействие микропроцессорных систем МПС с периферийными устройствами в последовательном коде. ПАПИ обычно используется для организации взаимодействия в дуплексном режиме между распределенными системами обработки данных и/или обмена информацией между ЭВМ и медленнодействующими внешними устройствами (клавиатура, графопостроители, цифровые печатающие устройства и т.д.). ПАПИ выполняет следующие функции:

- преобразование последовательного кода в параллельный и обратное преобразование;
- прием/передача информации в форматах синхронного и асинхронного режимов последовательного обмена;
- формирование сигналов и символов, повышающих достоверность передаваемой информации;
- контроль достоверности принимаемой информации;
- организация взаимодействия с МПС в программном режиме (под управлением процессора и по прерыванию).

Единицей обмена в последовательном формате является символ, длина которого может быть 5-8 бит. Передача начинается с младшего разряда. Если символ содержит меньше 8 бит, то неиспользованные биты заполняются нулями. Обмен информацией может производиться в синхронном и асинхронном режимах. Эти режимы отличаются форматом передаваемых сообщений и способом организации взаимодействия между приемником и передатчиком информации.

В асинхронном режиме каждый символ передается автономно, и передача может начинаться в любой момент времени. Для повышения достоверности информации передаваемый символ сопровождается стартовым, стоповыми битами и необязательным битом паритета. Формат передаваемого сообщения имеет вид, показанный на рис. 1. Приемник автоматически контролирует информацию сопровождения и формирует сообщения об ошибках, которые обрабатываются в микропроцессоре (МП). Область применения асинхронного режима ограничивается низкой скоростью обмена, что связано с избыточностью передаваемой информации. Поэтому такой режим применяется в системах с небольшой скоростью обмена (до 9,6 кбит/с) или с нерегулярным обменом.



Р и с . 1. Формат сообщения при асинхронном обмене

Для работы с высокоскоростными устройствами целесообразно использовать синхронный способ обмена. В этом случае данные передаются не по одному, а массивами слов. Передача начинается с одного или двух символов синхронизации (*SYN*), после которых без разделителей передаются коды символов с необязательным битом паритета (рис. 2). При синхронной передаче скорость обмена увеличивается до 56 кбит/с. При этом необходимо обеспечить считывание информации из приемника за время передачи одного символа. Это обеспечивается наличием двойных буферов в схемах БПер и БПр .



Р и с . 2. Формат сообщения при синхронном обмене

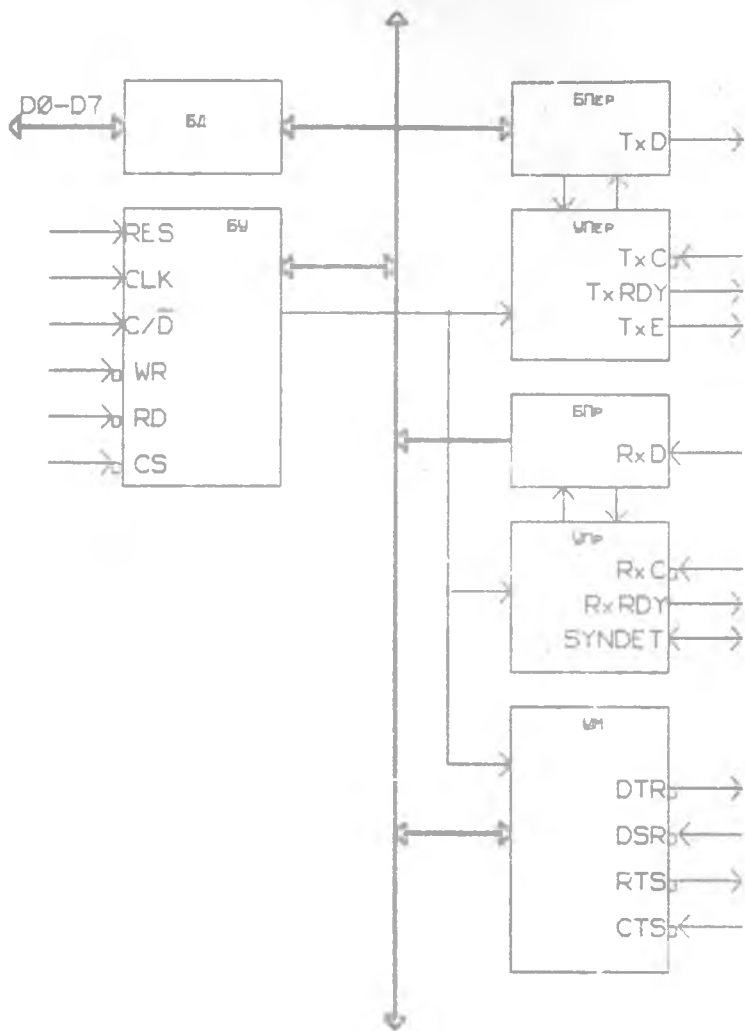
Перед началом работы ПАПИ программно настраивается на необходимый режим работы. В процессе обмена МП контролирует готовность ПАПИ к приему/передаче информации, анализирует достоверность передаваемых данных и, в случае необходимости, формирует сообщение об ошибках, осуществляет формирование массива данных для приема передачи информации.

### СТРУКТУРА ПАПИ

Структура ПАПИ представлена на рис. 3, где даны обозначения: ГД - буфер данных, БУ - блок управления ПАПИ, БПер - буфер передатчика; УПер - схема управления приемником; УМ - схема управления модемом; БПр - буфер приемника; УПр - схема управления приемником.

Взаимодействие с МП осуществляется с помощью двунаправленного БУ с тремя состояниями и БУ. БУ служит для передачи данных, управляющих слов и информации о состоянии ПАПИ. Обращение к ПАПИ может производиться по командам *IN*, *OUT* или как к ячейкам памяти. БУ находится в третьем состоянии, если сигнал на входе выборки кристалла *CS* = 1. Запись / считывание информации осуществляется при наличии сигналов  $\overline{WR}$ ,  $\overline{RD}$ . Вход  $C/\overline{D}$  является средством идентификации передачи данных или управляющих слов. Обычно  $C/\overline{D}$  присоединяется к одной из адресных шин МП, например *A0*. Тогда при  $A0 = 1$  должна передаваться управляющая информация, а при  $A0 = 0$  - данные. Синхронизация работы МП и ПАПИ производится подачей на вход *C* частоты  $F_{2T}$  с системного генератора процессорного блока. Под управлением этой частоты реализуются микрооперации внутри ПАПИ, поэтому максимальная скорость обмена информацией должна быть более чем в 30 раз меньше  $F_{2T}$ . Сигнал *RBS*, длительность которого должна быть не менее 6 периодов  $F_{2T}$ , устанавливает исходное состояние ПАПИ.

Передатчик принимает в БПер исходные данные в параллельном восьмизрядном коде из МП, автоматически вводит служебные биты и символы синхронизации, преобразует параллельный код в последовательный на выходе *TxD*. Управление работой передатчика осуществляется с помощью схемы УПер, на вход которой поступают импульсы синхронизации *TxC*, а на выходе формируются сигналы: готовность передатчика *TxRDV* и выходной буфер пуст *TxE*. Частота на входе *TxC* определяет скорость передачи данных. По



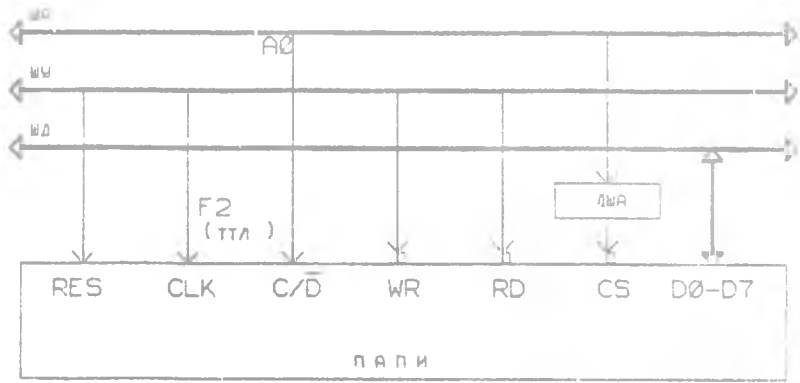
Р и с. 3. Структура ПАПИ

спаду импульса  $TxC$  данные передаются в линию. В синхронном режиме скорость передачи соответствует  $TxC$ , в асинхронном программируется как 1, 1/16, 1/64  $TxC$ . Готовность  $TxRDY$  устанавливается в единицу, если передача символа завершена. Этот сигнал фиксируется в слове состояния ПАПИ или может использоваться в качестве запроса пребывания. Если  $TxRDY = 1$ , необходимо загрузить в БПер очередной символ. При этом  $TxRDY$  сбрасывается. Высокий уровень  $TxE$  указывает на отсутствие в адаптере символа для передачи. Этот сигнал можно использовать для идентификации направления передачи в полудуплексном режиме. При работе в синхронном режиме "пустой" буфер автоматически загружается символами синхронизации. Анализируя  $TxE$ , приемник может исключать из данных значения  $SVN$ .  $TxE$  сбрасывается при загрузке символа в БПер. Значение  $TxE$  можно прочитать в слове состояния ПАПИ или непосредственно на выходе  $TxE$ .

Приемник принимает последовательные коды, контролирует и исключает служебные биты и символы синхронизации, преобразует последовательный код в восьмиразрядный параллельный и передает эту информацию в МП. Входная информация принимается на вход  $RxD$  и записывается в БПр по фронту импульсов синхронизации, поступающих на вход  $RxC$ . Частота  $RxC$  определяется аналогично  $TxC$ . Обычно прием и передача осуществляются с одной скоростью. В синхронном режиме  $RxC$  и  $TxC$  подключаются к одному генератору. При асинхронном обмене  $RxC$  и  $TxC$  могут подключаться к различным генераторам, частота которых отличается незначительно. Готовность приемника к передаче символа в МП отражает  $RxRDY$ , который используется аналогично  $TxRDY$ . Синхронный прием информации возможен в режиме внутренней или внешней синхронизации. В зависимости от этого изменяются функции входа/выхода  $SYNDET$  (обнаружение синхронизации). При внутренней синхронизации  $SYNDET$  является выходом, на котором формируется единичный уровень, если ПАПИ обнаружил символы синхронизации. После этого начинается прием информационных символов, а по сигналу  $RxRDY$  — их стирание в МП. Значение сигнала  $SYNDET$  можно считать с выхода ПАПИ или в слове состояния. При считывании слова состояния  $SYNDET$  сбрасывается. В режиме с внешней синхронизацией  $SYNDET$  является входом, высокий уровень на котором разрешает прием данных с частотой  $RxC$ . В асинхронном режиме  $SYNDET$  является выходом.

Блок УМ обеспечивает взаимодействие ПАПИ с периферийными устройствами. Выходные сигналы *DTR* (запрос передатчика терминала) и *RTS* (запрос приемника терминала) формируются программным путем с помощью установки соответствующих бит слова приказа. Входной сигнал *DSR* (готовность передатчика терминала) фиксируется в слове состояния ПАПИ и может быть прочитан программным путем. Входной сигнал *CTS* (готовность приемника терминала) в слове состояния не фиксируется, но автоматически управляет состоянием выхода *TxD*. Если *CTS* = 1, то передача очередного символа, следующего за этим сигналом, запрещена, *TxD* находится в состоянии высокого уровня. Передача возможна, если *CTS* = 0. При работе приемника и передатчика с одинаковой скоростью использование сигналов УМ не обязательно. Однако необходимо обеспечить наличие нулевого уровня на входах *DSR* и *CTS*.

Схема подключения ПАПИ к МП представлена на рис.4, где ДИА - дешифратор адреса.

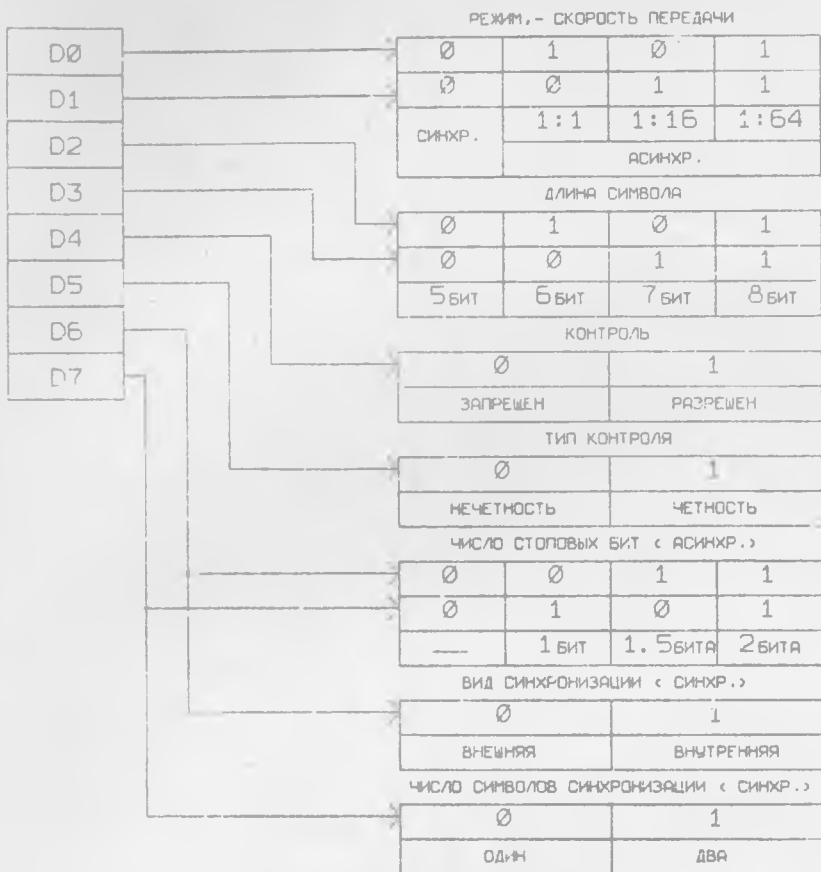


Р и с. 4. Схема подключения ПАПИ к МП

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАПИ

Для программирования ПАПИ необходимо загрузить несколько управляющих слов, определяющих режим работы, скорость передачи, длину символа, число столбцов бит, вид синхронизации и т.д. Управляющие слова имеют два формата: слово режима и слово приказа. Слово





Р и с. 5. Формат слова режима

режима задает общие рабочие характеристики ПАПЧ. Формат слова режима приведен на рис. 5.

Слово приказа программирует конкретные действия (команды), выполняемые ПАПЧ в процессе обмена информацией. В слове приказа используется унитарное кодирование, при котором каждый бит задает следующую команду:

D0 - разрешение передачи *TXEN*. Передача разрешена, если D0 = 1;

*D1* - запрос о готовности передатчика терминала *DTR*. При *D1* = 1 на выходе *DTR* формируется низкий уровень;

*D2* - разрешение приема *RxE*. Прием возможен при *D2* = 1;

*D3* - конец передачи *SBRK*. Если *D3* = 0, канал передачи работает. При *D3* = 1 на выходе *TxD* формируется низкий уровень. Установка *SBRK* указывает на паузу во время передачи данных. Дальнейшая работа возможна при подаче внешнего сигнала *RES*, программного сброса (*D6* = 1) или сброса *D3*;

*D4* - сброс ошибок в слове состояния *ER*. При *D4* = 1 осуществляется сброс бит слова состояния, в которых фиксируются паритет, переполнение, нарушение кадра. *ER* программируется перед каждой командой *RxE* или одновременно с ней;

*D5* - запрос о готовности приемника терминала *RTS*. При *D5* = 1 на выходе *RTS* устанавливается низкий уровень;

*D6* - программный сброс схемы в исходное состояние *IR*. При *D6* = 1 адаптер установлен в исходное состояние и готов к приему слова режима;

*D7* - режим поиска синхросимволов *EH*. При *D7* = 1 в синхронном режиме с внутренней синхронизацией производится поиск символов синхронизации. *EH* задает одновременно с командой *RxE*.

В зависимости от задачи в слове приказа одновременно могут быть задачи одна или несколько команд.

Информация о текущем состоянии адаптера может быть считана с помощью команды *IN*, в адресе которой бит, присоединенный к входу  $C/\bar{D}$ , установлен в единицу. Слово состояния содержит информацию, отражающую значения основных сигналов управления

*DSR(D7), SYMBOLT(D6), TxE(D2), RxRDV(D1), TxRDV(D0)*

и фиксирует ошибки, возникающие при приеме данных;

*EB(D5)* - ошибка кадра. Устанавливается в асинхронном режиме, если в конце любого сигнала не обнаружены стоповые биты;

*OB(D4)* - ошибка переполнения. Устанавливается в любом режиме, если процессор вовремя не считал символ. Этот символ теряется;

*PE(D3)* - ошибка паритета. Устанавливается при обнаружении принятом символе нарушения паритета.

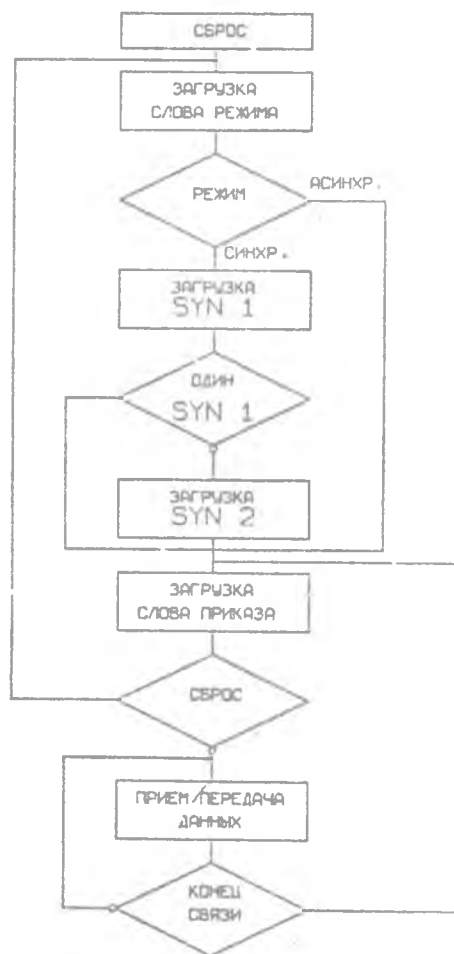
Сбросение к слову состояния телесообразно при программном входе-выходе под управлением процессора и для контроля ошибок при

приеме информации. Возникновение любой ошибки не останавливает работу адаптера.

Для правильной работы адаптера управляющие слова должны следовать в строго определенном порядке. Структура программного обеспечения представлена на рис. 6. Сброс ПАПИ выполняется вводом трех нулевых байт в регистр режима и команды сброса. Первое действие обеспечивает перевод ПАПИ независимо от его текущего состояния в рабочий режим, когда она может правильно отреагировать на команду сброса (40H). Фрагмент программы, реализующий сброс ПАПИ, с адресом 50H имеет вид

```

SUB A (XRA A)
OUT 51H
OUT 51H
OUT 51H
MVI A, 40H
OUT 51H .
    
```



Р и с. 6. Структура программного обеспечения

Далее задается слово режима и слово приказа. Слово приказа, как правило, содержит одновременно три команды  $TxBN(RxE)$ ,  $DTR(RTS)$ ,  $ER$ .

Передача информации возможна, если на входе  $CTS$  установлен нулевой потенциал. Программным способом  $CTS$  проверить нельзя. Загрузка очередного символа для передачи производится после проверки сигнала  $RxRDY$ .

При приеме информации после записи слова приказа возможна случайная установка сигнала  $RxRDY$ . Устраняют ложную установку программно, читая данные из ПАПИ без их сохранения. Прием информации начинается с проверки готовности передатчика и приемника. По сигналу  $RxRDY$  начинается чтение информации из буфера ПАПИ в микропроцессор. При программном вводе-выводе под управлением микропроцессора информация о состоянии сигналов управления читается по команде  $IN$ . Если реализуется ввод-вывод по прерыванию, то соответствующие выходные сигналы подаются на входы запросов контроллера прерываний.

### ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТА

Лабораторная работа выполняется на базе учебно-оглабочного устройства "Электроника-580", дополненного платой расширения, на которой располагается программируемый параллельный адаптер К580 ВВ55, программируемый таймер К580 ВИ53, программируемый адаптер последовательного интерфейса К580 ВВ51. В данной работе используются К580 ВВ51 и К580 ВИ53. Основные входные и выходные сигналы этих микросхем выведены на разъемы. Раскладка разъемов приведена на рис.7. Требуемая частота синхронизации задается с помощью счетчика 2 программируемого таймера ПТ, включенного в передающее устройство. Приемное и передающее устройства соединены с помощью кабелей, у которого синий разъем должен быть присоединен к передатчику. Адрес ПТ - 30H, адрес ПАПИ - 0A0H.

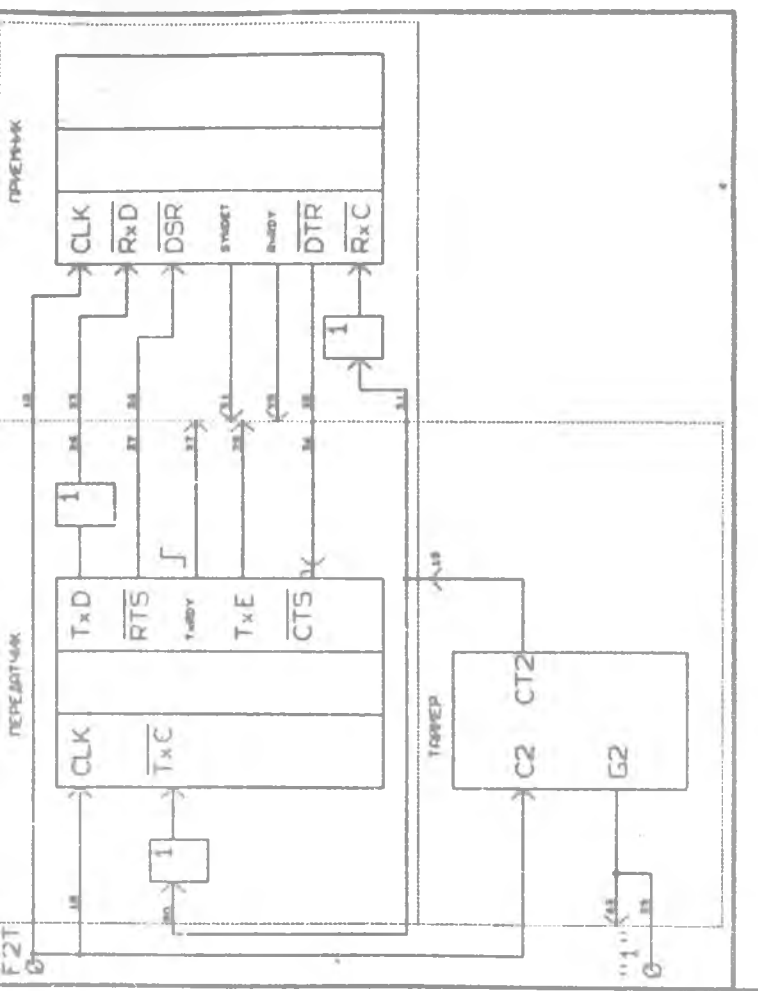
### ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Настроить ПАПИ на работу передатчика в синхронном или асинхронном режимах в зависимости от задания. Для этого присоединить синий разъем кабеля к плате расширения, а контакты 35 и 44 белого разъема соединить между собой.

Настроить ПТ в режим делителя частоты на 40H.

Организовать циклическую программу, осуществляющую передачу информации из фиксированной ячейки ОЗУ. Снять временную диаграмму, контролируя  $TxG$ ,  $TxRDY$ ,  $TxB$ ,  $TxD$ . При работе в асинхронном режиме установить частоту синхронизации 1:1, 1:16. Сравнить результаты.

2. Организовать передачу массива из передающего устройства в приемное, используя программный ввод-вывод под управлением микропроцессора.



Р и с. 7. Схема соединения ПАПИ при асинхронном обмене



Р и с. 8. Алгоритм работы приемника



Р и с. 9. Алгоритм работы передатчика

Задать требуемый режим работы ПАПИ. При работе в асинхронном режиме коэффициент деления должен быть 1:16 или 1:64.

Задать требуемый коэффициент деления ПТ.

Написать программу для приемного и передающего устройств.

Алгоритмы их работы приведены соответственно на рис. 8, 9.

Присоединить синий разъем кабеля к передающему устройству, а белый — к приемному.

Запустить в непрерывном режиме приемное устройство, а затем — передающее.

Проверить правильность работы, контролируя содержимое переданного массива в приемном устройстве.

Если данные переданы неправильно, отладить программу в шаговом режиме.

Отчет должен содержать: управляющие слова для ПАПИ и ПТ, программы на Ассемблере, временные диаграммы для задания I, схему соединения приемного и передающего устройств, схему соединения ПАПИ с отладочного устройства.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких случаях целесообразно применение ПАПИ?
2. Какие функции реализует ПАПИ?
3. В каких случаях необходимо использовать синхронный, асинхронный режим обмена? Их сравнительная характеристика.
4. Структура ПАПИ, назначение основных сигналов приемника, передатчика, блока управления модемом.
5. В каких случаях необходимо использовать сигналы управления модемом?
6. Какие факторы необходимо учитывать при выборе частоты синхронизации?
7. Особенности программного обеспечения ПАПИ. Назначение слова режима, слова приказа, слова состояния. Как кодируются эти слова?
8. Как организовать прием/передачу информации в синхронном, асинхронном режимах? Какие сигналы нужно использовать? Как соединить ПАПИ в симплексном, дуплексном режимах?
9. Прокомментировать результаты лабораторной работы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО АДАПТЕРА  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Составители: И о ф ф э Владислав Германович  
К а т к о в Игорь Владимирович

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

Подписано в печать 1.04.92. Формат 60x84<sup>I</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага оберточная. Печать оперативная.  
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 1,05. Усл. кр.-отт. 0,91.  
Тираж 200 экз. Заказ № 100. Бесплатно.

Самарский центр Трудового Красного Знамени  
авиационный институт имени академика С.П.Королева.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Участок оперативной полиграфии  
Самарского авиационного института.  
443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.