

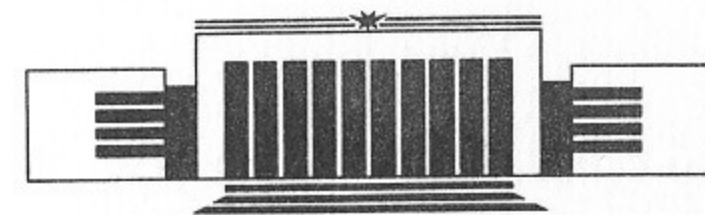


ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

А.Н. Квашнин, В.В. Колюхов, К.Н. Фирулев,  
А.Д. Хильченко

**ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ПЛАТЫ АБОНЕНТОВ  
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО МУЛЬТИПЛЕКСНОГО  
КАНАЛА СВЯЗИ**

**ПРЕПРИНТ 91-38**



НОВОСИБИРСК

**ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ПЛАТЫ АБОНЕНТОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО  
МУЛЬТИПЛЕКСНОГО КАНАЛА СВЯЗИ**

Квашнин А.Н., Конохов В.В., Фирулев К.Н., Хильченко А.Д.

Институт ядерной физики  
630090, Новосибирск 90, СССР

**АННОТАЦИЯ**

В работе описаны модули станций для сопряжения микро и мини-ЭВМ, а также измерительных и управляющих устройств, с последовательным мультиплексным каналом связи, построенным в соответствии с требованиями ГОСТ 26765.52-87. Станции обеспечивают двунаправленную передачу информационных массивов между периферийными устройствами и каналом, выполняют процедуры пересылки запросов, поддерживают предусмотренные стандартом операции проверки работоспособности канала связи и подключенных к нему абонентов. Описанная в данной работе станция-монитор предназначена для использования на этапе отладки систем, использующих мультиплексный канал связи, с целью выявления ошибочных пересылок, а также локализации неисправностей в оконечных устройствах.

**ВВЕДЕНИЕ**

Данная работа является логическим продолжением работы /1/, в которой был описан контроллер последовательного мультиплексного канала связи, и посвящена описанию интерфейсных плат периферийных устройств, - станции спутниковых микро или мини-ЭВМ, станции автономных измерительных и управляющих устройств, а также станции-монитора. Платы указанных станций, совместно с контроллером канала, образуют минимальный набор интерфейсных устройств, достаточный для построения последовательных мультиплексных каналов связи в распределенных информационно-измерительных и управляющих системах. В настоящее время завершена разработка поддерживающих работу таких каналов связи программных средств, включающих в себя: драйверы для узловой и периферийных машин, работающие под RSX-подобными операционными системами, а также базовый пакет PCE, предназначенный для вызова из узловой машины удаленных процедур, размещаемых в памяти периферийных микро-ЭВМ. Этим программным средствам будет посвящен один из следующих препринтов, а в настоящей работе будут даны описания указанных ранее физических интерфейсов.

## СТАНЦИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ МИКРО И МИНИ-ЭВМ

Станция предназначена для сопряжения микро и мини-ЭВМ, построенных на базе Q-шины, с последовательным мультиплексным каналом связи, соответствующим требованиям ГОСТ 26765.52-87 /2/. Она обеспечивает двунаправленную передачу информационных массивов между микро-ЭВМ и контроллером канала /1/, выполняет процедуры пересылки запросов, поддерживает предусмотренные стандартом операции поиска источника ошибок обмена, а также предоставляет возможность взаимной синхронизации рабочих программ в микро и мини-ЭВМ, связанных единым каналом связи.

Обобщенная схема построения станции приведена на рис.1.

В ее состав входят:

- приемопередающий узел с трансформатором гальванической развязки,
- БИС адаптера канала /3,4,5/,
- ЗУ данных с набором служебных регистров и счетчиками адреса,
- схема синхронизации и формирования опорных временных интервалов,
- микропрограммный управляющий автомат,
- контроллер Q-шины.

Приемопередающий узел станции служит для электрического согласования входов и выходов БИС адаптера канала (АК) с трансформатором гальванической развязки мультиплексной линии связи.

БИС АК сравнивает заданный на ее входах адрес станции с полем адреса принимаемых командных слов, выделяет команды группового режима, распознает спецкоманды и слова данных, проверяет поступающую из канала информацию на правильность кодирования и четность, производит взаимное преобразование последовательного и параллельного форматов данных, формирует заданную стандартом структуру ответных слов.

Буферное ЗУ, входящее в состав станции, предназначено для промежуточного хранения передаваемых в канал связи и принимаемых из него информационных массивов. Потребность в этом ЗУ обусловлена несколькими причинами. Основная из них связана с тем, что каждое сообщение, являющееся минимальной передаваемой по каналу связи информационной единицей, может включать в себя массив данных длиной до 32-х слов. Причем, каждое слово данных должно приниматься абонентом (в нашем случае - процессором Q-шины) в темпе работы канала связи (20мкс/слово) и проверяться на достоверность, что явно не по силам процессору типа М2 или М6. Более приемлемым выглядит решение, основанное на использовании аппаратных средств станции для обработки сообщений и пакета подпрограмм, обеспечивающего взаимодействие станции и процессора Q-шины вне временных рамок, определяемых пропускной способностью мультиплексного канала связи. Такой подход требует включения в состав станции соответствующих служебных регистров, схемы синхронизации и формирования опорных временных интервалов, буферного ЗУ, а также управляющего автомата, реализующего необходимые алгоритмы обработки сообщений.

Жесткие ограничения, накладываемые стандартом на длительность временного интервала между принятым станцией командным словом и передаваемым ею в канал связи словом данных

или ответным словом, являются основным критерием, определяющим потребность использования в управляющем автомате достаточно быстрых процедур распознавания типа выполняемой операции обмена. Данные процедуры должны быть основаны на анализе флагов, формируемых приемником БИС АК (КОМАНДА/ДАнные, КОМАНДА ГРУППОВОГО РЕЖИМА, СПЕЦКОМАНДА, ОШИБКА В ПРИНЯТОМ СЛОВЕ, АДРЕС КОМАНДЫ СОВПАДАЕТ С АДРЕСОМ СТАНЦИИ) и состояния части разрядов принятого командного слова (признака КОМАНДНОГО/ОТВЕТНОГО СЛОВА, типа операции "ЗАПИСЬ/ЧТЕНИЕ", а также поля "КОЛИЧЕСТВО СЛОВ/КОД СПЕЦКОМАНД"). Традиционный подход, основанный на последовательной проверке состояния флагов, не позволяет решить поставленную задачу в течение приемлемого временного интервала. В связи с этим базовая структура микропрограммного управляющего автомата была несколько модифицирована. В его состав (рис.2) был включен узел параллельного анализа состояния флагов, построенный на БИС ПЛМ К556РТ1. Этот узел преобразует состояние входных переменных в стартовые адреса рабочих подпрограмм. БИС ПЛМ опрашивается управляющим автоматом после приема от БИС АК флага готовности приемника. Параллельно с опросом ПЛМ автомат выполняет процедуру чтения принятой БИС АК информации, что позволяет провести анализ состояния флагов и информационных разрядов командного слова в рамках одной микрокоманды. Часть выходов ПЛМ замешивается по схеме "проводное ИЛИ" с выходами ПЗУ, формирующими адрес следующей инструкции управляющего автомата. В период опроса ПЛМ выходы ПЗУ находятся в единичном состоянии, что позволяет ПЛМ полностью определять адрес перехода.

Кроме адресных ПЗУ в состав автомата входят ПЗУ формирования различных управляющих сигналов, необходимых для нормальной работы ЗУ, адаптера канала и других элементов станции.

Определяющим требованием, предъявляемым к станции, является требование независимой работы ее приемного и передающего буферных ЗУ. Независимость буферов определяется наличием у станции двух абонентов, способных работать одновременно, - контроллера канала и процессора Q-шины. Например, возможен прием данных из канала связи в приемный буфер на фоне записи данных со стороны Q-шины в буфер передатчика. В другом режиме возможен вывод информации из приемного буфера на Q-шину и передача данных из буфера передатчика в канал связи. Решение, реализованное в нашем случае, связано с организацией доступа к элементам памяти в режиме разделения времени. Оно позволило значительно сократить затраты за счет использования элементов одного и того же ЗУ для буферов передатчика и приемника, а также для размещения относительно большого количества служебных регистров станции. Обращения к элементам ЗУ со стороны управляющего автомата и Q-шины выполняются в различных фазах базового для всех элементов станции синхросигнала. В автомате этот синхросигнал стробирует ПЗУ, исключая тем самым необходимость в выходных регистрах, используемых обычно для формирования сигналов управления без паразитных выбросов. Со стороны Q-шины синхросигнал разрешает передачу данных к/от ЗУ через соответствующие шинные формирователи и буферные регистры. Так как частота синхросигнала достаточно велика (1,5 МГц), описанный режим разделения времени не оказывает заметного влияния на скорость обмена данными по Q-шине.

## РЕГИСТРЫ СТАНЦИИ

В состав станции входят следующие служебные регистры:

- регистр последнего командного слова (РПКС),
- регистр команд (РК),
- регистр слова встроенного контроля (РСВК)
- регистр векторного слова (РВС),
- регистр слова синхронизации (РСС),
- регистр ответного слова (РОС),
- регистр состояния приемника (РСНР),
- регистр состояния передатчика (РСН).

Форматы указанных регистров показаны на рис.3-7. РПКС используется для хранения последнего, адресованного к станции в индивидуальном или групповом режимах, командного слова. В ответ на спецкоманду "ЧТЕНИЕ ПОСЛЕДНЕГО КОМАНДНОГО СЛОВА" содержимое этого регистра пересылается станцией в канал связи вслед за ее ответным словом.

РК применяется для хранения командного слова, подлежащего передаче на Q-шину. В этот регистр, если приемный буфер не занят, заносится любая адресованная к станции команда (за исключением спецкоманд "ЧТЕНИЕ ВЕКТОРНОГО СЛОВА", "ЧТЕНИЕ СЛОВА ВСТРОЕННОГО КОНТРОЛЯ", "ЧТЕНИЕ ОТВЕТНОГО СЛОВА"). В том случае, если приемный буфер станции занят (активен флаг "ЗАНЯТ" РОС), РК сохраняет свое старое содержимое.

РСВК предназначен для записи со стороны Q-шины слова встроенного контроля, содержащего информацию о состоянии подключенного к станции оборудования. Содержимое этого регистра передается в канал связи в ответ на спецкоманду "ЧТЕНИЕ СЛОВА ВСТРОЕННОГО КОНТРОЛЯ" вслед за ответным словом.

РВС используется в режиме формирования "скрытых" прерываний в канале связи по запросам станции на чтение или запись информационного массива. В любом из этих случаев в РВС со стороны Q-шины записывается векторное слово, формат которого совпадает с форматом команды, определяющей требуемую процедуру обмена. Контроллер канала, обнаружив запрос от станции, считывает содержимое РВС спецкомандой "ЧТЕНИЕ ВЕКТОРНОГО СЛОВА" и, после его анализа, удовлетворяет запрос выполнением заказанной процедуры обмена.

РОС с помощью флагов "ЗАНЯТ" и "ЗАПРОС" отражает состояние приемного и передающего буферов станции, а с помощью флагов "КОМАНДА ГРУППОВОГО РЕЖИМА" и "ОШИБКА ОБМЕНА" - тип последней адресованной к станции команды и наличие ошибок, обнаруженных в принятом из канала информационном массиве. Флаги ответного слова "НЕИСПРАВНОСТЬ АБОНЕНТА", "ПРИНЯТО УПРАВЛЕНИЕ КАНАЛОМ" и "НЕИСПРАВНОСТЬ ОКОНЕЧНОГО УСТРОЙСТВА" устанавливаются и сбрасываются со стороны Q-шины и отражают состояние подключенного к станции оборудования, а также способность процессора взять на себя управление моноканалом. По существу, РОС аккумулирует флаги состояния как станции, так и периферийных устройств. Содержимое данного регистра передается станцией в ответ на все адресуемые к ней команды индивидуального режима.

РСНР со стороны Q-шины представлен в виде шестнадцатиразрядного регистра. Реально в регистре используются только шестой и седьмой разряды: маски прерывания приемника и готовности приемника к выдаче команд или данных на шину процессора. По сигналу шины "КАНАЛЬНЫЙ СБРОС" оба указанных

разряда сбрасываются в ноль (прерывания запрещены, нет готовности приемника). Разряд разрешения прерывания доступен со стороны Q-шины как для записи, так и для чтения. Разряд готовности только читается. Он переводится в единичное состояние управляющим автоматом станции при безошибочном приеме адресованных к ней сообщений, за исключением следующих: "ПРОЧИТАТЬ ОТВЕТНОЕ СЛОВО", "ПРОЧИТАТЬ СЛОВО ВСТРОЕННОГО КОНТРОЛЯ", "ПРОЧИТАТЬ ВЕКТОРНОЕ СЛОВО". При переходе в единичное состояние разряда готовности и установленном в единицу шестом разряде контроллер Q-шины станции формирует прерывание по готовности приемника с адресом вектора #360. Разряд готовности приемника сбрасывается:

- при чтении РСС (станцией принята любая из спецкоманд, за исключением трех указанных ранее);
- при считывании последнего слова данных из буфера приемника (принята команда "ЗАПИСЬ МАССИВА ДАННЫХ").

РСН также представляет собой шестнадцатиразрядный регистр, в котором используются младший разряд (СБРОС), первый (ПРИНИМАЮ УПРАВЛЕНИЕ КАНАЛОМ), второй (НЕИСПРАВНОСТЬ АБОНЕНТА), третий (НЕИСПРАВНОСТЬ ОКОНЕЧНОГО УСТРОЙСТВА), шестой (МАСКА ПРЕРЫВАНИЯ) и седьмой (ГОТОВНОСТЬ ПЕРЕДАТЧИКА). По сигналу "КАНАЛЬНЫЙ СБРОС" все указанные разряды, за исключением седьмого, сбрасываются в ноль. Седьмой разряд устанавливается в единицу. Младший разряд регистра доступен только для записи со стороны Q-шины и используется, при записи в него единицы, для сброса всех основных элементов станции в исходное состояние. Разряды с первого по третий доступны для операций "ЗАПИСЬ" и "ЧТЕНИЕ". В единичном состоянии они сигнализируют о способности процессора взять на себя управление каналом связи и наличии неисправностей в подключенном к Q-шине оборудовании. Шестой разряд также доступен как для записи, так и для чтения. Седьмой разряд только читается. Он сбрасывается при записи процессором в РВС слова в формате команды "ЗАПИСЬ МАССИВА ДАННЫХ", записи в буфер передатчика последнего слова данных (после предварительной загрузки в РВС слова в формате команды "ЧТЕНИЕ МАССИВА ДАННЫХ"). В единичное состояние разряд готовности переводится управляющим автоматом станции при выполнении заказанной векторным словом процедуры обмена. Если при этом шестой разряд РСН находится в единичном состоянии, контроллер Q-шины формирует прерывание по готовности передатчика с адресом вектора #364.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТАНЦИИ С ПРОЦЕССОРОМ Q-ШИНЫ

На Q-шине станция занимает пять последовательных адресов в области памяти, отведенной под внешние устройства: А0=#177400, А1=#177402, А2=#177404, А3=#177406 и А4=#177410.

Данные адреса соответствуют:

- А0 - РСН,
- А1 - РСНР,
- А2 - приемному и передающему буферам данных,
- А3 - РСС и РВС,
- А4 - РК и РСВК.

Буфер данных приемника, РСС и РК доступны со стороны процессора только для операции "ЧТЕНИЕ", а буфер данных передатчика, РВС и РСВК - для операции "ЗАПИСЬ". Все отмеченные буфера и регистры - шестнадцатиразрядные.

Взаимодействие станции с Q-шиной возможно в двух режи-

мах:

- по готовности приемного или передающего узла,
- по прерываниям.

Как по прерыванию, так и по готовности приемного узла, процессор должен прочитать содержимое РК. После анализа принятого станцией командного слова, процессор выполняет указанную этим словом операцию (в случае приема команд "ПРИНЯТЬ УПРАВЛЕНИЕ КАНАЛОМ", "СИНХРОНИЗАЦИЯ", "ПРОВЕСТИ САМОКОНТРОЛЬ", "БЛОКИРОВАТЬ/РАЗБЛОКИРОВАТЬ ПЕРЕДАТЧИК"), считывает содержимое РСС (в случае приема спецкоманды "СИНХРОНИЗАЦИЯ СО СЛОВОМ ДАННЫХ"), считывает информационный массив из приемного буфера (принята команда "ЗАПИСЬ МАССИВА ДАННЫХ"). Если при анализе содержимого РК процессор обнаружит спецкоманду "ПРОВЕСТИ САМОКОНТРОЛЬ", то он обязан выполнить процедуру проверки работоспособности подключенных к нему устройств и записать в РСВК слово данных, содержащее информацию о результате выполнения указанной процедуры. После обращения к РК и РСС, или к РК и приемному буферу, флаг готовности РСР автоматически сбрасывается. Этим действием завершается процедура обмена информацией процессора с приемным узлом.

В случае приема спецкоманды "СБРОС", управляющий автомат станции формирует на Q-шине сигнал "АВАРИЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ", инициализирующий сброс всех подключенных к шине устройств в исходное состояние.

Работа с передающим узлом станции имеет ряд особенностей, обусловленных выполнением процедуры передачи информационного массива в канал связи только по предварительному запросу. Возможно два типа запросов - от контроллера канала и от станции.

В первом случае контроллер формирует запрос посылкой к станции спецкоманды "СИНХРОНИЗАЦИЯ СО СЛОВОМ ДАННЫХ", причем слово данных имеет формат, соответствующий команде "ЧТЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МАССИВА". Процессор Q-шины, прочитав РК и РСС, определяет субадрес абонента, длину массива данных и тип затребованной процедуры обмена - "ЧТЕНИЕ". Далее, процессор записывает в РСВК полученное им при чтении РСС слово данных, а следом за ним заносит в буфер передатчика информационный массив от указанного абонента. В результате этих действий сбрасывается бит готовности РСР, а в ответном слове станции взводится флаг "ЗАПРОС". Контроллер канала связи, обнаружив запрос, читает РСВ станции, а затем выполняет процедуру чтения массива данных. По окончании этой процедуры в РСР станции взводится бит готовности и, если его шестой разряд установлен в единицу, формируется прерывание по готовности передатчика.

Формирование запроса на передачу массива данных от станции к контроллеру канала связи возможно и по инициативе процессора Q-шины. С этой целью он производит запись в РСВ станции слова данных в формате команды "ЧТЕНИЕ МАССИВА ДАННЫХ", а затем в буфер передатчика загружает информационный массив. При записи в буфер передатчика последнего слова данных в РСВ устанавливается флаг "ЗАПРОС", а в РСР сбрасывается флаг готовности. Контроллер канала, обнаружив запрос, читает РСВ станции, а следом за ним и информационный массив. В результате выполнения данных операций сбрасывается флаг запроса в РСВ и взводится флаг готовности в РСР.

Процессор Q-шины способен сформировать запрос и на процедуру записи информационного массива в приемный буфер станции со стороны контроллера канала. С этой целью им произво-

дится загрузка слова данных в РСВ в формате команды "ЗАПИСЬ ИНФОРМАЦИОННОГО МАССИВА". При загрузке указанного регистра в РСВ станции взводится флаг "ЗАПРОС". Он сбросится только в том случае, если контроллер канала, прочитав векторное слово станции, выполнит заказанную процедуру обмена без ошибок.

#### КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

Станция выполнена в виде стандартной платы конструктива микро-ЭВМ "Электроника-60" половинной ширины. На плате установлен разъем типа "ЛЕМО", через который, с помощью шлейфа и трансформатора гальванической развязки, производится подключение станции к последовательному мультиплексному каналу связи. Входной импеданс приемного узла станции -  $>2k\Omega$ . Амплитуда сигнала, передаваемого в линию связи с заданным стандартом характеристическим сопротивлением -  $>10V$ . Элементная база - микросхемы 155, 555, 556, 559, 580 и 588 серий. Питание - от источников микро-ЭВМ +5В, -12В, +12В.

#### РАБОЧИЙ СПИСОК КОМАНД

Станция обеспечивает выполнение всех, предусмотренных стандартом протоколов обмена, основанных на передаче команд:

- записи информационного массива,
- чтения массива данных,
- передачи управления,
- синхронизации,
- чтения ответного слова,
- инициализации встроенного контроля,
- блокировки/разблокировки признака неисправности оконечного устройства,
- блокировки/разблокировки приемопередатчика станции,
- установки исходного состояния,
- чтения векторного слова,
- синхронизации со словом данных,
- чтения последнего командного слова,
- чтения слова встроенного контроля.

Все указанные команды, за исключением команд "ЧТЕНИЯ" и команды передачи управления, могут быть как групповыми, так и индивидуальными. Команды, выделенные выше, воспринимаются станцией только в индивидуальном режиме.

#### СТАНЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Станция предназначена для сопряжения удаленных измерительных и управляющих устройств с последовательным мультиплексным каналом связи, соответствующим требованиям ГОСТ 26765.52-87. Она обеспечивает двунаправленную передачу информационных массивов между каналом и подключенными к ней устройствами, управляет работой этих устройств и контролирует их состояние, выполняет процедуру передачи запросов на обслуживание и поддерживает предусмотренные стандартом процедуры поиска источника ошибок.

Для решения указанных задач в список выполняемых станцией операций обмена и спецкоманд включены:

- операции пересылки данных от контроллера канала к станции, от станции к контроллеру и от станции к станции;

- спецкоманды "СИНХРОНИЗАЦИЯ", "СИНХРОНИЗАЦИЯ СО СЛОВОМ ДАННЫХ", "ЧТЕНИЕ ОТВЕТНОГО СЛОВА", "ЧТЕНИЕ ВЕКТОРНОГО СЛОВА", "ЧТЕНИЕ СЛОВА ВСТРОЕННОГО КОНТРОЛЯ", "ЧТЕНИЕ ПОСЛЕДНЕГО КОМАНДНОГО СЛОВА", "ПРОВЕСТИ САМОКОНТРОЛЬ".

Причем, команда "ЗАПИСЬ МАССИВА ДАННЫХ", спецкоманды "СИНХРОНИЗАЦИЯ", "СИНХРОНИЗАЦИЯ СО СЛОВОМ ДАННЫХ" и "ПРОВЕСТИ САМОКОНТРОЛЬ" могут быть как индивидуальными, так и групповыми. Все остальные команды воспринимаются станцией только в индивидуальном режиме.

Обобщенная схема построения станции приведена на рис.8.

В ее состав входят:

- приемопередающий узел,
- БИС адаптера канала,
- микропрограммный управляющий автомат,
- схема синхронизации и формирования опорных временных интервалов,
- регистр последнего командного слова,
- регистр ответного слова,
- регистр адреса оконечного устройства (регистра),
- счетчик длины массива,
- магистральные приемопередатчики приборной шины.

Основные проблемы при разработке рассматриваемого варианта станции были связаны с определением порядка работы шины сопряжения с устройствами пользователя. Эта шина должна, при минимальных затратах как в станции, так и в устройствах, обеспечивать возможность выполнения процедур передачи информации, адресации приемников и источников данных, обработки запросов и синхронизации работы абонентов.

В связи с тем, что любое устройство пользователя можно представить в виде некоторого набора регистров, наиболее очевидным выглядит метод адресации, основанный на доступе к каждому из них в соответствии с его номером. Поскольку в командных словах, инициализирующих выполнение операций обмена данными, единственным, формально не определенным полем, является поле субадресов, пользователю предоставляется возможность прямой адресации любого регистра за счет отождествления его номера с субадресом принятой станцией команды. При этом общее количество регистров в подключенных к станции устройствах, в связи с тем, что старший разряд поля субадресов является признаком командного/ответного слова, не может превышать шестнадцать. Как правило, для большинства измерительных и управляющих устройств и подсистем такого количества регистров вполне достаточно. В качестве примера можно рассмотреть процедуру обмена данными с устройством, имеющим встроенное ЗУ большого объема. В устройствах подобного типа целесообразно использовать обмен массивами данных. Все информационные пересылки, предусмотренные стандартом, основаны на использовании в каждом сообщении одного командного слова, сопровождающего массив данных длиной до 32-х слов. Кажется естественным, что поле субадреса этого командного слова должно определять приемник или источник информации, представленный в устройстве пользователя в виде регистра. Если устройство пользователя является, как это имеет место в нашем случае, многоадресным, возникает проблема адресации его элементов памяти. Решение указанной проблемы очевидно. Оно связано с переходом к "косвенному" методу адресации ячеек запоминающих устройств и требует включения в состав устройства пользователя дополнительного регистра - регистра ад-

реса. Перед выполнением процедуры обмена данными в этот регистр со стороны контроллера канала загружается начальный адрес массива командой "ЗАПИСЬ ДАННЫХ". После этого устройство готово к выполнению любой процедуры обмена данными. В процессе записи или считывания каждого слова информационного массива содержимое регистра адреса в оконечном устройстве инкрементируется.

Описанный метод адресации позволяет производить информационный обмен с оконечными устройствами, имеющими встроенные ЗУ объемом до 64 К. Следует заметить, что пересылка больших массивов должна производиться блоками длиной по 32 слова.

На уровне приборного интерфейса, использующего "регистрационный" метод адресации, легко производится разделение спецкоманд и команд, предусматривающих информационный обмен. Это возможно благодаря тому, что характерным признаком спецкоманд является равное #0 или #17 содержимое поля субадреса. В устройствах пользователя первый субадрес целесообразно выделить для регистра специального назначения, например таймера, загружаемого по спецкоманде "СИНХРОНИЗАЦИЯ СО СЛОВОМ ДАННЫХ". Для запуска таймера можно использовать сигнал, формируемый станцией при приеме команды "СИНХРОНИЗАЦИЯ" как в групповом, так и в индивидуальном режимах. Это позволяет относительно простыми средствами решить вопрос взаимной синхронизации устройств, подключенных к разным станциям.

Один из центральных вопросов, возникающих при выборе структуры построения приборного интерфейса, как правило, связан с организацией процедуры формирования и пересылки запросов. В нашем случае предусматривается процедура, основанная на обнаружении контроллером мультиплексного канала флага "ЗАПРОС" в ответном слове станции и чтении ее векторного слова, содержащего информацию о источнике запроса. В связи с этим целесообразно запрос от станции формировать в виде суммы запросов от обслуживаемых ею регистров в устройствах пользователя, а в векторном слове за каждым регистром закрепить разряд, соответствующий его порядковому номеру (субадресу). Тогда, при обращении к станции спецкомандой "ПРОЧИТАТЬ ВЕКТОРНОЕ СЛОВО" с субадресом равным #17, контроллер канала связи получит полную информацию о состоянии подключенных к станции устройств. Кроме флага "ЗАПРОС", в ответном слове станции используются следующие флаги: "ПРИНЯТА КОМАНДА ГРУППОВОГО РЕЖИМА", "АБОНЕНТ ЗАНЯТ", "ОШИБКА В ПРИНЯТОМ МАССИВЕ". Первый из них взводится при приеме станцией команды группового режима, второй - в случае если внешнее устройство не может выполнить операцию приема или передачи данных, а третий - если станция обнаружила ошибку при приеме хотя бы одного слова данных в текущем сообщении.

В состав шины сопряжения станции с устройствами пользователя входят:

- двунаправленная шестнадцатиразрядная шина данных (D0-D15),
- четырехразрядная адресная шина регистров оконечных устройств (A0-A3),
- линия "ЗАПИСЬ/ЧТЕНИЕ" (R/W),
- линия "ОБРАЩЕНИЕ" указывающая на то, что по шине ведется обмен данными (CS),
- линия "СТРОБ", предназначенная для передачи синхроимпульса, записывающего информацию с шины данных в выбранный регистр (S0),

- линия "ЗАПРОС", объединяющая все источники запросов по "ИЛИ" (LM),
- линия "ЧТЕНИЕ ВЕКТОРНОГО СЛОВА", предназначенная для пересылки сигнала разрешения вывода устройствами на шину данных флагов запросов (RL),
- линия "УСТРОЙСТВО ЗАНЯТО", предназначенная для передачи к станции информации, подтверждающей способность устройства выполнить текущую операцию обмена (QZ),
- линия "СИНХРОНИЗАЦИЯ", предназначенная для передачи к устройствам сигнала, формируемого станцией при приеме спецкоманды "СИНХРОНИЗАЦИЯ" (ST),
- линия "КОНТРОЛЬ", предназначенная для передачи к устройствам сигнала, формируемого при приеме станцией одноименной команды (CO),
- линия сигнала установки в исходное состояние "RESET", формируемого станцией при приеме спецкоманды "УСТАНОВИТЬ ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ".

Кроме указанных, в состав приборной шины входят шины питания и линии передачи синхросигналов с частотой следования импульсов 12, 1,5 и 0,75 МГц (-5В, +5В, +12В, -12В, S12, S15 и S75).

Информация по шинам данных и адреса передается в инверсном виде. Активным уровнем сигналов управления является низкий уровень. В таблице 1 показана распайка разъема, связывающего станцию с устройствами пользователя.

#### КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

Станция измерительных и управляющих устройств выполнена на европлате размером 100\*160 мм. На торцах платы размещены разъемы "ЛЕМО" и "СН053-64". Через разъем "ЛЕМО", с помощью шлейфа, станция подключается к последовательному мультиплексному каналу связи. Входной импеданс приемного узла >2кОм. Амплитуда сигнала, передаваемого в линию связи с заданным стандартом характеристическим сопротивлением - 10В. На контакты разъема "СН053-64" выведены сигнальные линии шины приборного интерфейса. Через этот же разъем станция подключается к источникам питания +5В, -12В, +12В. Потребляемая мощность - около 5 Вт. Элементная база станции - микросхемы 155, 555, 556, 580 и 588 серий.

#### СТАНЦИЯ-МОНИТОР МУЛЬТИПЛЕКСНОГО КАНАЛА СВЯЗИ

Станция-монитор предназначена для регистрации как информационных, так и управляющих сообщений, пересылаемых по мультиплексному каналу. Она используется на этапе отладки систем связи с целью выявления неисправных интерфейсных модулей и локализации источников возможных ошибок обмена.

Схема построения станции-монитора подобна схемам описанных ранее станций. В ее состав, входят:

- приемный узел с соответствующей гальванической развязкой;
- адаптер мультиплексного канала связи;
- буферное запоминающее устройство;
- управляющий автомат;
- контроллер Q-шины с регистром состояния, схемой формирования прерывания и соответствующими шинными формирователями.

Станция-монитор может работать в двух основных режимах:

- в режиме регистрации информационных посылок, принимаемых из канала связи;
- в режиме вывода записанной в буферное ЗУ информации на Q-шину базовой микро или мини-ЭВМ.

В первом режиме работы информация, поступающая из канала связи, пословно записывается в буферное ЗУ объемом в 2048 двадцатиразрядных слов. Причем, в два младших байта ЗУ записываются принятые команды, данные или ответные слова от абонентов канала связи. Старшие четыре разряда каждого слова в ЗУ предназначены для фиксации спецпризнаков ("СПЕЦКОМАНДА", "ОШИБКА В ПРИНЯТОМ СЛОВЕ", "КОМАНДА ГРУППОВОГО РЕЖИМА" и "КОМАНДА/ДАнные"), формируемых адаптером мультиплексного канала связи при приеме указанных ранее слов. При записи каждого последующего слова содержимое адресного счетчика ЗУ инкрементируется. Сам процесс записи данных носит циклический характер и направлен на сохранение последовательности из 2048 последних элементарных информационных посылок, прошедших в канале связи до момента остановки процесса регистрации.

В режиме вывода записанной в буферное ЗУ информации процессор базовой микро или мини-ЭВМ организует циклы чтения данных из ячейки с адресом #177420. При каждом таком цикле на Q-шину выводятся два младших байта из ячейки ЗУ с текущим адресом, определяемым содержимым адресного счетчика. По окончании каждого цикла чтения содержимое адресного счетчика декрементируется. Флаговые разряды, зафиксированные в четырех старших разрядах ЗУ, читаются при обращении к регистру состояния станции. Адрес этого регистра - #177422. Следует сразу же отметить, что при любом обращении со стороны процессора по указанному адресу содержимое адресного счетчика ЗУ сохраняется.

Регистр состояния станции - восьмиразрядный. Четыре младших разряда этого регистра - флаговые и могут только читаться. Состояние первого из них соответствует состоянию флага "СПЕЦКОМАНДА", второго - "ОШИБКА В ПРИНЯТОМ СЛОВЕ", третьего - "КОМАНДА ГРУППОВОГО РЕЖИМА" и четвертого - "КОМАНДА/ДАнные" в слове данных ЗУ с текущим адресом. Пятый разряд регистра состояния используется, при записи в него единицы со стороны Q-шины, для остановки процесса регистрации поступающих из канала связи сообщений. Этот же разряд, при сбросе в ноль, используется для перевода станции в режим регистрации. С помощью шестого разряда регистра состояния, при записи в него единицы, производится сброс всех основных узлов станции в исходное состояние, соответствующее ее готовности к выводу данных на Q-шину. Седьмой разряд регистра состояния - разряд разрешения прерывания по готовности, возникающего при остановке процесса регистрации и переводе станции в режим вывода данных. Состояние флага готовности однозначно связано с состоянием восьмого разряда рассматриваемого регистра. При единичном состоянии седьмого и восьмого разрядов регистра состояния формируется сигнал прерывания с адресом вектора, определяемым содержимым сменного ПЗУ.

Переключение станции из режима регистрации в режим вывода данных возможно также и по мультиплексному каналу связи с помощью любой команды с нулевым адресом.

### КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ

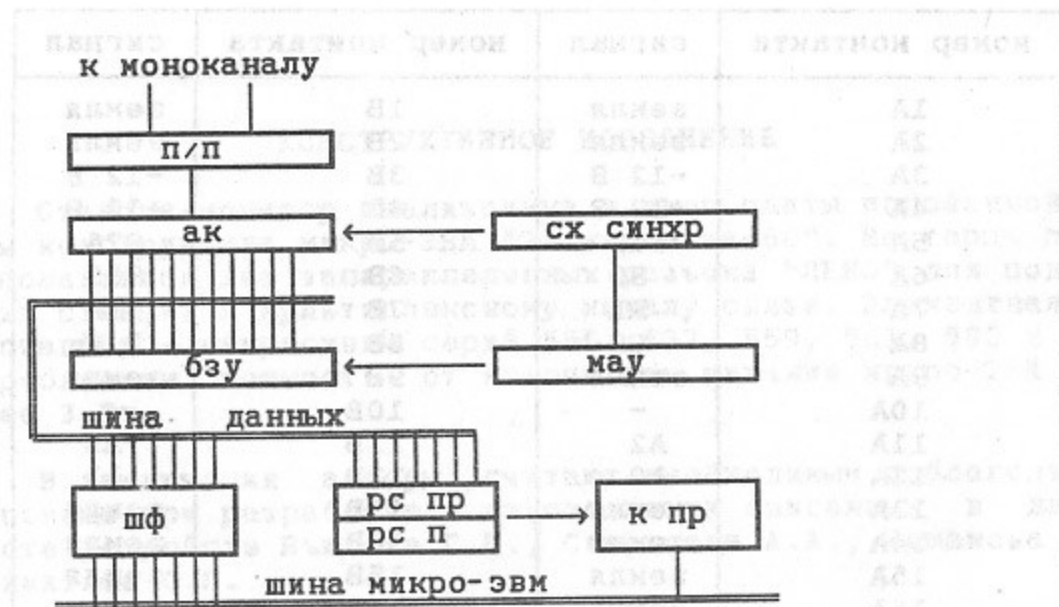
Станция-монитор реализована в виде платы половинной ширины конструктива микро-ЭВМ "Электроника-60". На торце платы располагаются два запараллеленных разъема "ЛЕМО" для подключения станции к мультиплексному каналу связи. Элементная база станции - микросхемы серий 555, 537, 559, 561, 580 и 588. Потребляемая мощность от источников питания микро-ЭВМ - не более 3 Вт.

В заключении авторы считают необходимым поблагодарить за помощь при разработке и изготовлении описанных в данной работе устройств Вьюгова Г.И., Скорюпина А.А., Бушакова Д.Г. и Никитина С.Г.

Таблица 1. Распайка разъема СНО53-64.

номер контакта	сигнал	номер контакта	сигнал
1A	земля	1B	земля
2A	земля	2B	земля
3A	-12 В	3B	-12 В
4A	+12 В	4B	+12 В
5A	S12	5B	S75
6A	S0	6B	S15
7A	RL	7B	LM
8A	CS	8B	R/W
9A	земля	9B	земля
10A	-	10B	-
11A	A2	11B	A3
12A	A0	12B	A1
13A	земля	13B	земля
14A	земля	14B	земля
15A	земля	15B	земля
16A	земля	16B	земля
17A	D8	17B	D0
18A	D9	18B	D1
19A	D10	19B	D2
20A	D11	20B	D3
21A	D12	21B	D4
22A	D13	22B	D5
23A	D14	23B	D6
24A	D15	24B	D7
25A	земля	25B	земля
26A	-5 В	26B	-5 В
27A	RESET	27B	QZ
28A	CO	28B	ST
29A	+5 В	29B	+5 В
30A	+5 В	30B	+5 В
31A	земля	31B	земля
32A	земля	32B	земля





- п/п - приемопередающий узел,
- ак - адаптер мультиплексного канала связи,
- сх синхр - схема синхронизации,
- бзу - буферное запоминающее устройство,
- мау - микропрограммный автомат управления,
- шф - шинные формователи,
- рс пр - регистр состояния приемника,
- рс п - регистр состояния передатчика,
- к пр - контроллер прерываний.

Рис.1. Схема построения станции периферийных микро и мини-ЭВМ.

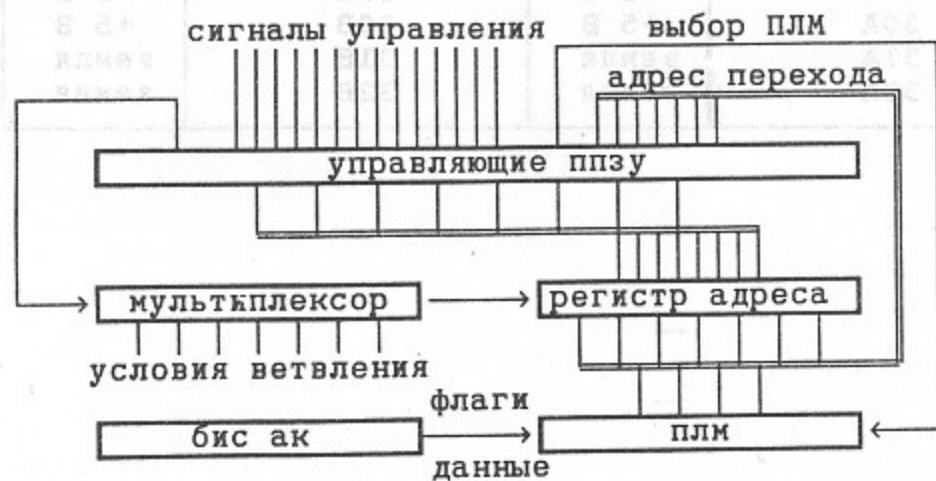
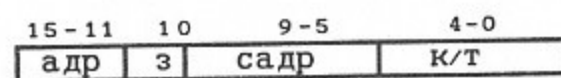
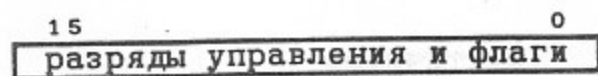


Рис.2. Схема построения управляющего автомата станции.



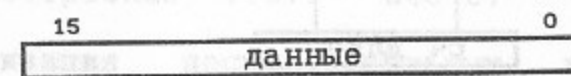
- адр - поле адреса абонента,
- з - бит типа операции запись/чтение,
- садр - поле субадреса,
- к/т - поле количества слов/типа спецкоманды.

Рис.3 формат регистров РПКС, РВС и РК



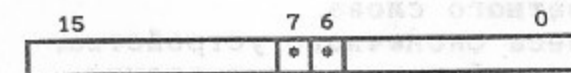
- 0 - неисправность оконечного устройства,
- 1 - принимаю управление каналом,
- 2 - неисправность абонента,
- 3 - занят,
- 4 - принята команда группового режима,
- 5-7 - не используются,
- 8 - запрос,
- 9 - признак ответного слова,
- 10 - ошибка в сообщении,
- 11-15 - адрес станции.

Рис.4. Формат регистра ответного слова.



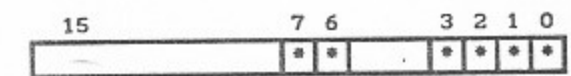
данные - информационные разряды.

Рис.5. Формат регистров РСВК, РСС и РД приемника и передатчика.



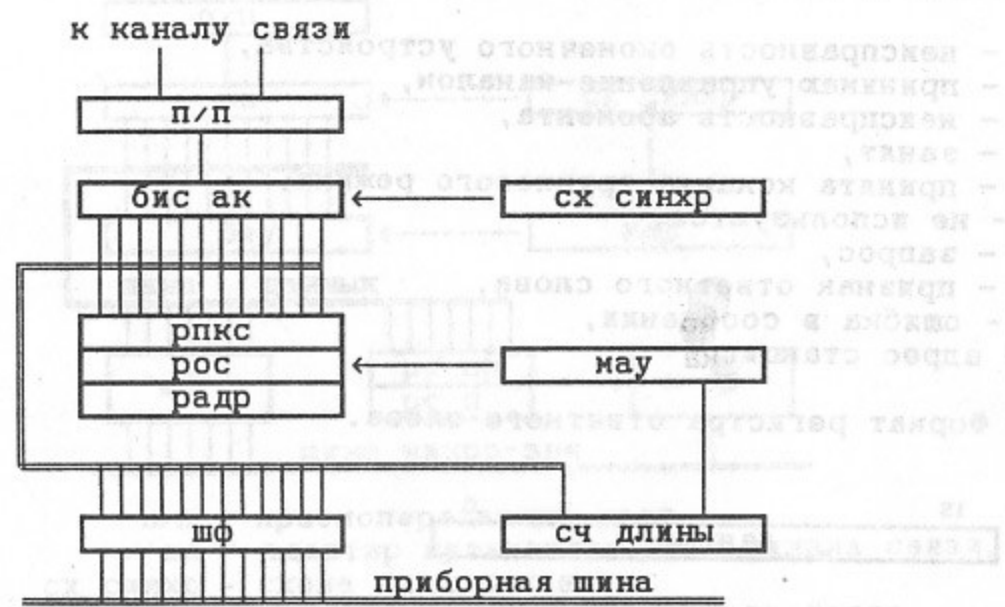
- 6 - разрешение прерывания,
- 7 - готовность.

Рис.6. Формат регистра состояния приемника.



- 0 - сброс в исходное состояние,
- 1 - принимаю управление каналом,
- 2 - неисправность абонента,
- 3 - неисправность оконечного устройства,
- 6 - разрешение прерывания,
- 7 - готовность.

Рис.7. Формат регистра состояния передатчика.



- п/п - приемопередающий узел,
- бис ак - адаптер мультиплексного канала связи,
- сх синхр - схема синхронизации,
- рпкс - регистр последнего командного слова,
- рос - регистр ответного слова,
- радр - регистр адреса оконечного устройства,
- мау - микропрограммный автомат управления,
- шф - шинные формираторы,
- сч длины - счетчик длины массива данных.

Рис.8. Схема построения станции измерительных и управляющих устройств.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Контроллер последовательного мультиплексного канала связи. / А.Н.Квашнин, В.В.Конюхов, А.Д.Хильченко. - Новосибирск, 1991. (Препринт / ИЯФ СО АН СССР, 91-37).
2. ГОСТ 26765.52-87. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей.
3. Хвоц С.Т., Смолов В.Б и др. Комплект БИС для организации мультиплексных каналов обмена информацией. - Микропроцессорные средства и системы, 1984, N 3, с. 18.
4. Хвоц С.Т., Варлинский Н.Н., Попов Е.А. Микропроцессоры и микро-ЭВМ в системах автоматического управления. - Л.: Машиностроение, 1987. - 640 с.
5. Организация последовательных мультиплексных каналов систем автоматического управления / С.Т. Хвоц, В.В. Дорошенко, В.В. Горовой; - Л.: Машиностроение, 1989. - 271 с., ил.

АНТИСТАТИ

1. Контроль качества продукции производится в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 17017-77. Контроль осуществляется в лаборатории качества.

2. Для контроля качества продукции используются следующие методы: визуальный, измерительный, лабораторный.

3. Контроль качества продукции осуществляется в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 17017-77. Контроль осуществляется в лаборатории качества.

А.Н.Квашнин, В.В.Конюхов, К.Н.Фирулев,  
А.Д.Хильченко

4. Контроль качества продукции осуществляется в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ 17017-77. Контроль осуществляется в лаборатории качества.

ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ПЛАТЫ АБОНЕНТОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО  
МУЛЬТИПЛЕКСНОГО КАНАЛА СВЯЗИ

Препринт  
№ 91-38

Работа поступила - 29 марта 1991 г.

Ответственный за выпуск - С.Г.Попов  
Подписано к печати - 11.04.1991 г.  
Формат бумаги 60x90 1/16 Объем 1,4 печ.л., 1,1 учетно-изд.л.  
Тираж 250 экз. Бесплатно. Заказ № 38.

Ротапринт ИЯФ СО АН СССР, г.Новосибирск, 90