

СПРАВОЧНИК

ИНТЕРФЕЙСЫ СРЕДСТВ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

• РАДИО И СВЯЗЬ •

СПРАВОЧНИК

А. А. МЯЧЕВ

ИНТЕРФЕЙСЫ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЙ
СПРАВОЧНИК



СПРАВОЧНИК

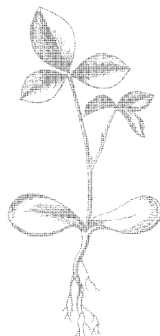
А. А. МЯЧЕВ

ИНТЕРФЕЙСЫ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЙ
СПРАВОЧНИК**



МОСКВА „РАДИО И СВЯЗЬ”
1993



Scan AAW

ББК 32.973
М99
УДК 681. 327

Редакция литературы по информатике и вычислительной технике

М99 **Мячев А.А.**
Интерфейсы средств вычислительной техники:
Справочник. — М.: Радио и связь, 1993. — 352 с.
ISBN 5-256-00990-7.

По энциклопедическому принципу систематизированы сведения об архитектуре, структуре, основах организации интерфейсов, интерфейсных систем, локальных и малых локальных сетей, распределенных систем управления, протоколов нижних уровней, стыков передачи данных, используемых в средствах вычислительной техники и в системах обработки информации, выполненных на их основе.

Для широкого круга пользователей и инженерно-технических работников, занимающихся применением и созданием систем обработки информации.

2404020000-021
М ----- 33-93
046(01)-93

ББК 32.972

ISBN 5-256-00990-7

© Мячев А.А., 1993.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий энциклопедический справочник является дальнейшим развитием и совершенствованием структуры, организации и содержания справочника "Интерфейсы систем обработки данных" (Мячев А.А., Степанов В.Н., Шербо В.К. Интерфейсы систем обработки данных. — М.: Радио и связь, 1989. — 416 с.). В него добавлены сведения о современных широко используемых интерфейсах, представлены новые интерфейсы, а также протоколы и архитектуры различных сетей, главным образом используемые в средствах вычислительной техники (СВТ), в том числе в ПЭВМ, рабочих станциях, локальных и региональных сетях и системах обработки информации (СОИ).

Главная цель предлагаемого энциклопедического справочника — изложить основные сведения об интерфейсах для пользователей и разработчиков систем обработки информации универсальных и специализированных СВТ. Энциклопедический принцип используется в основном на уровне крупных разделов, подразделов, статей, библиографий, приложений, словаря терминов.

Справочник структурирован в алфавитном порядке в соответствии с первым словом каждого раздела, являющимся ключевым для выбора. Из большого числа международных стандартов приведены наиболее апробированные интерфейсы, архитектуры и протоколы, рассматриваемые в качестве стандартов, имеющих существенное значение и используемых непосредственно для создаваемых и развиваемых отечественных СВТ и СОИ различных классов, топологий и территориальной распределенности.

В приложении даны сведения о важнейших международных и отечественных стандартах, а также словарь основных общих и специальных терминов по всем классам интерфейсов, протоколов и стыков.

Справочник адресуется широкому кругу читателей и содержит основную информацию, достаточную для обоснованного выбора и оценки перспектив применения интерфейсов, как в СВТ, так и в СОИ различного назначения.

Большой фактический материал, рациональная структура и организация справочника обуславливают его актуальность и полезность для специалистов СВТ и СОИ. Однако в рамках одного даже уникального издания практически невозможно на одном уровне привести все сведения об интерфейсах СВТ. Это объясняется достаточно высокими темпами совершенствования СВТ различных классов, главным образом ПЭВМ, ЛВС, рабочих станций, СОИ.

Автор выражает благодарность сотрудникам института проблем информатики РАН, всем принимавшим заинтересованное участие в подготовке и обсуждении материалов справочника.

Часть I. ИНТЕРФЕЙСЫ. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ

АРХИТЕКТУРА

Основные понятия. Для описания совокупности схмотехнических средств и функций, обеспечивающих непосредственное взаимодействие составных элементов СВТ, используются понятия "интерфейс", "стык", "протокол".

Стандартный интерфейс — совокупность унифицированных технических, программных и конструктивных средств, необходимых для реализации взаимодействия различных функциональных элементов в автоматических системах обработки информации (СОИ) при условиях, предписанных стандартом и направленных на обеспечение информационной, электрической и конструктивной совместимости указанных элементов.

Стык — место соединения устройств передачи сигналов данных, входящих в сети передачи данных (СПД). Это понятие используется для описания функций и средств сопряжения элементов СПД.

Протоколы — строго заданная процедура или совокупность правил, определяющая способ выполнения определенного класса функций соответствующими СВТ.

Взаимосвязь понятий "интерфейс" и "протокол" не всегда однозначна. Практически любой интерфейс содержит больше или меньше элементов протокола, определяемых процедурными и функциональными интерфейсами. В этом отношении понятие "интерфейс" шире понятия "протокол".

С другой стороны, многие протоколы, например управления обменом данными по каналам связи, представляют собой достаточно самостоятельный компонент звена, системы или сети. Многие функции таких протоколов не вписываются в функции интерфейса, и, кроме того, сфера действия протоколов в системе или сети охватывает несколько различных интерфейсов (стыков). В подобных случаях понятие "протокол" оказывается шире понятия "интерфейс".

Близость понятий "интерфейс" и "протокол" подчеркивается тем, что во многих случаях одна и та же совокупность средств и функций взаимодействия называется в разных документах и источниках по-разному: "интерфейс" или "протокол" (например, рекомендация X.25 МККТТ). Вследствие этого и сложившихся традиций средства и функции взаимодействия некоторых локальных систем или сетей (например, CAMAC, PROWAY) определяются понятием "интерфейс", для других (например, стандартизируемых в ISO 8802) — понятием "протокол".

Комплексность понятия "интерфейс" и "протокол" характеризуют и используемые термины "интерфейсная система", "система протоколов", "физический интерфейс", "логический интерфейс" и т.д.

Основное назначение интерфейсов, стыков и протоколов — унификация внутрисистемных — и межсистемных связей, внутрисетевых и межсетевых связей с целью эффективной реализации прогрессивных методов проектирования СВТ. Основная функция интерфейсов и стыков — обеспечение информационной, электрической и конструктивной совместимости СВТ.

Информационная совместимость — согласованность действий функциональных элементов в соответствии с совокупностью логических условий. Логические условия определяют: структуру и состав унифицированного набора шин; набор процедур по реализации взаимодействия и последовательности их выполнения для различных режимов функционирования; способ кодирования и формат команд, данных, адресной информации и информации состояния; временные соотношения между управляющими сигналами, ограничения на их форму и взаимодействие.

Логические условия информационной совместимости определяют функциональную и структурную организацию интерфейса. Условия информационной совместимости влияют на объем и сложность схмотехнического оборудования и программного обеспечения, а также на основные технико-экономические показатели интерфейса.

Электрическая совместимость — согласованность статистических и динамических параметров электрических сигналов в системе шин с учетом ограничений на пространственное размещение устройств интерфейса и техническую реализацию приемопередающих элементов (ППЭ).

Условия электрической совместимости определяют: тип ППЭ; соотношение между логическими и электрическими состояниями сигналов и пределы их изменений; коэффициенты нагрузочной способности ППЭ и значения допустимой емкостной и резистивной нагрузок в устройстве; схему согласования линий; допустимую длину линии и порядок подключения линии к разъемам; требования к источникам и цепям электрического питания; требования по помехоустойчивости. Большинство условий электрической совместимости обычно регламентируются стандартом. Условия электрической совместимости влияют на основные показатели интерфейса, в частности на скорость обмена данными, предельно допустимое число подключенных устройств, их конфигурацию и расстояние между устройствами, помехозащищенность.

Конструктивная совместимость — согласованность конструктивных элементов интерфейса, предназначенных для обеспечения механического контакта соединений и механической замены схемных элементов, блоков и устройств.

Условия конструктивной совместимости определяют: типы соединительных элементов (разъем, штеккер и распределение линий связи внутри соединительного элемента); конструкцию платы, каркаса, стойки; конструкцию кабельного соединения.

Условия конструктивной совместимости в рекомендациях стандартных интерфейсов не всегда определяются полностью, а в некоторых могут отсутствовать или иметь несколько вариантов использования (разъемов, типов кабеля и т.п.).

Качество стандарта на интерфейс характеризуется соотношением, устанавливаемым между ограничениями на реализацию интерфейса и возможностями варьирования технических характеристик интерфейса с целью наиболее эффективного приспособления его к конкретной системе.

Степень стандартизации большинства используемых в ЭВМ внутрисистемных интерфейсов определяется в основном уровнем отраслевых стандартов и характеризуется сильной зависимостью от архитектурной особенности ЭВМ. Это обусловлено процессами разработки и развития ЭВМ, а также быстрой сменой технологии.

Основные направления развития интерфейсов: повышение уровня унификации интерфейсного оборудования и стандартизация условий совместимости наиболее

распространенных интерфейсов на основе опыта их широкого использования, а также достижений современной микроэлектронной технологии; модернизация и расширение функциональных возможностей существующих интерфейсов с сохранением условий совместимости вследствие более современной технологии средств передачи информации; создание принципиально новых интерфейсов и интерфейсных систем и выработка требований на их унификацию и стандартизацию, обусловленные в первую очередь разработкой систем с параллельной распределенной обработкой информации на основе качественно новых принципов организации вычислительного процесса.

Принципы организации интерфейсов. *Линии интерфейсов* — электрические цепи, являющиеся составными физическими связями интерфейса. *Шина* — совокупность линий, сгруппированных по функциональному назначению. *Магистраль* — совокупность всех линий интерфейса. Выделяются две магистрали: информационного канала и управления информационным каналом. По информационной магистрали передаются коды адресов, команд, данных, состояния. Аналогичные наименования имеют соответствующие шины интерфейса.

Шины адреса предназначены для выборки в магистрали узлов устройства, ячеек памяти. Для логической адресации в основном используется двоичный код. В некоторых интерфейсах применяется позиционное или географическое кодирование, при котором каждой позиции (месту) для выборки выделяется отдельная линия. В этом случае используется термин "географическая адресация".

Шины команд используются для управления операциями на магистрали. В стандартах на интерфейс регламентируется минимально необходимый набор команд. В некоторых интерфейсах часть кодов команд резервируется для возможного расширения. По функциональному назначению различают следующие виды команд: адресации, управления обменом информацией, изменения состояния в режиме работы. Первый вид команд используется для задания следующих режимов адресации: вторичной, широковещательной, групповой и т.п. Наиболее распространенными командами являются: "Запуск", "Чтение", "Запись", "Конец передачи".

Шины данных используются для передачи в основном двоичных кодов (в формате машинных кодов во внутрисистемных интерфейсах, стандартных кодов типа ASCII в интерфейсах измерительных систем). Как правило, в параллельных интерфейсах данные кратны байту (8, 16, 24, 32 разрядов), в некоторых интерфейсах байты сопровождаются битами четности (паритета), а также идентификаторами разрядности (по числу байтов) передаваемых данных (1, 2, 3, 4 байт).

Шины состояния используются для передачи сообщений, описывающих результат выполнения операции на интерфейсе или состояния устройств сопряжения. Коды формируются в ответ на действие команд или отображают состояния функционирования устройств, таких как готовность, занятость, наличие ошибки и т.д. В наиболее стандартизованных интерфейсах разряды состояния унифицированы для любых типов устройств, в других носят рекомендательный характер или отсутствуют.

В большинстве интерфейсов коды адресов, данных, команд, состояний передаются по шинам интерфейса с разделением времени в режиме временного мультиплексирования сигнала по одним и тем же линиям с использованием дополнительных линий идентификации типа передаваемой информации. При этом существенно сокращается число линий информационной магистрали, однако происходит снижение быстродействия передачи информации. Перспективные

параллельные интерфейсы СОИ характеризуются преимущественным использованием мультиплексируемых магистралей.

Магистраль управления информационным каналом по функциональному назначению делится на следующий ряд шин: управления обменом, передачи управления, прерывания, управления режимом работы, специальных сигналов.

Шина управления обменом включает в себя линии синхронизации передачи информации. В зависимости от используемого принципа обмена (синхронного, асинхронного) число линий может меняться от одной до четырех. При синхронной передаче темп выдачи и приема данных задается регулярной последовательностью сигналов (в том числе по переднему и/или заднему фронту сигнала синхронизации), при этом используется одна или две отдельные линии, выполняемые в основном двунаправленными. Асинхронная передача происходит при условии идентификации приемников (приемниками) готовности к приему и завершается подтверждением о приеме данных.

Шина передачи управления используется для реализации операций приоритетного занятия магистрали (арбитража ресурсов шины). Состав и конфигурация шины зависят от структуры управления интерфейсом. Различают децентрализованную и централизованную структуры. В интерфейсах дуплексного подключения двух устройств (типа ИРПР, ИРПС) шина передачи управления отсутствует.

Шина прерывания применяется в основном в системных интерфейсах ЭВМ и программно-модульных системах управления и измерения для идентификации устройства, запрашивающего сеанс связи. Устройство идентифицируется либо адресом источника прерывания, либо адресом программы обслуживания прерывания, так называемым вектором прерывания.

Шины управления режимом работы и специальных управляющих сигналов содержат линии, обеспечивающие работоспособность интерфейса, в том числе приведение устройств в исходное состояние, контроль источников питания, контроль и службу времени и т.п.

Структуры связей интерфейсов. Подразделяются на следующие классы: магистральная, радиальная, цепочная и смешанная (комбинированная). Взаимосвязь устройств (связность линии) возможна с использованием однонаправленной или двунаправленной передачи сигналов. В перспективных интерфейсах в основном применяют двунаправленные линии.

Функциональная организация интерфейсов. Можно выделить ряд основных функций, реализация которых обеспечивает информационную совместимость: селекция информационного канала, синхронизация обмена информацией, координация взаимодействия, обмен и преобразование формы представления информации.

Арбитраж (селекция) обеспечивает выполнение процесса взаимодействия сопрягаемых элементов системы посредством разрешения конфликтов двух уровней доступа: устройства к информационному каналу интерфейса; одного устройства к другому. Первый уровень разрешается селекцией информационного канала, второй — координацией взаимодействия.

Централизованная структура управления арбитражем характеризуется наличием отдельного функционального узла управления операциями селекции (арбитраж) и в основном наличием разомкнутых линий шин передачи управления и прерывания.

В децентрализованной структуре схема арбитра симметрично распределена по устройствам сопряжения, а соответствующие линии являются двунаправленными или замкнутыми однонаправленными.

Основные варианты реализации *централизованной структуры*:

1) временная селекция магистрали на основе генератора арбитра, при котором магистраль представляется каждому устройству через равные промежутки времени и моменты ее занятия определяются синхронно работающими в каждом подключенном устройстве счетчиками;

2) последовательное адресное сканирование источников запроса, осуществляемого по общему сигналу запроса, выполняемого последовательной кодовой адресацией всех подключенных устройств в соответствии с принятой дисциплиной обслуживания; при обнаружении источника запроса прекращается дальнейшая выдача адресов, устанавливается сигнал "Занято"; после обслуживания данного запроса возобновляется поиск следующего источника запроса;

3) последовательная (цепочечная) селекция, начинаемая по сигналу "Запрос" и выполняемая посредством выдачи сигнала "Подтверждение", последовательно проходящего через все устройства; при поступлении сигнала в устройство (источник запроса с наивысшим приоритетом) его дальнейшее прохождение блокируется и устройство выставляет на магистраль сигнал "Занято";

4) по выделенным радиальным линиям "Запрос" и "Подтверждение"; вариант характеризуется меньшим временем селекции, гибкостью установления дисциплины обслуживания, достигаемыми, однако, за счет существенного увеличения числа линий и усложнения схемотехнического оборудования.

Основные варианты реализации схем селекции *децентрализованной структуры*.

1. Параллельное адресное сравнение или децентрализованное кодовое управление (ДКУ), сущность которого заключается в параллельном выделении приоритетного кода запроса посредством поразрядного сравнения кодов приоритета в асинхронном режиме одновременно во всех устройствах интерфейса, выставивших запросы. Фиксация окончания процесса выделения наиболее приоритетного кода может быть выполнена синхронно (более целесообразным способом) и асинхронно с меньшим временем выделения приоритетного кода, но требующего увеличения числа связей и усложнения структуры интерфейсных узлов.

2. ДКУ с одной линией (проводная схема "И"), сущность которого заключается в последовательности выделения кода запроса посредством поразрядного сравнения передаваемых кодов (включая различные адреса источников, признаки операции и другие разряды, в том числе сообщения) с использованием взаимной синхронизации нескольких ведущих устройств с помощью отдельной линии синхронизации. Приоритетность определяется схемой арбитра (проводная схема "И") с использованием адресного поля устройством, первым генерирующим сигнал синхронизации. Вариант применяется в малых локальных сетях типа 1^2C , 1^2D и в последовательных интерфейсах современных интерфейсных систем.

3. Кольцевая схема с использованием циркулирующего по одной линии маркера (импульса или серии импульсов). Устройство, запрашивающее шину, не пропускает маркер к следующему устройству, и, таким образом, циркуляция маркера прекращается. В основном применяется в локальных сетях.

4. Замыкание общей линии "Запрос" с линией "Подтверждение" и прохождение сигнала "Подтверждение" до устройства, выставившего запрос и находящегося наиболее близко к участку замыкания.

Основные операции арбитража запросов: инициирование, выделение приоритетного запроса и его идентификация. *Инициирование запроса* включает процедуры выдачи, хранения и восприятия запроса на организацию взаимодействия. В основном сигналы запросов от устройств объединяются "дизъюнктивно" на шине (шинах) запросов или воспринимаются по отдельным радиальным линиям и сохраняются до освобождения информационного канала либо в регистре запросов арбитра, либо на отдельных триггерах каждого интерфейсного блока (при магистральной структуре шины запроса).

Схемотехническая реализация операции *выделения приоритетного запроса* может быть выполнена последовательным, параллельным и параллельно-последовательным соединениями интерфейсных блоков одной линией (или линиями) приоритетной выборки.

Идентификация запроса заключается в определении адреса приоритетного источника запроса. Операция выдачи приоритетного кода в зависимости от способа его выделения выполняется параллельно в структурах с параллельным сравнением, последовательно в структурах с цепочечным соединением устройства. Адреса могут быть заданы двоичным или позиционным кодом и передаваться по адресной или информационной шине.

Синхронизация определяет согласование процессов взаимодействия функциональных элементов системы. При синхронном взаимодействии интервал смены состояния процесса передачи не меньше самого длительного интервала изменения состояния приема. При синхронном взаимодействии процессов передачи и приема существует отношение предшествования.

Выделяются три иерархических процесса синхронизации передачи: битов слова, слов и массивов слов. *Синхронизация передачи битов слова* выполняется при параллельной передаче многоразрядных кодов и обусловливается переходными процессами установления сигналов в линиях информационного канала из-за разброса параметрических характеристик ППЭ линий связи. Процесс приема передаваемого слова синхронизируется специальным стробирующим сигналом от источника данных или приемника, выдаваемым с фиксированной задержкой по отношению к моменту выдачи всех разрядов кода слова.

Синхронизация передачи слова определяет основные характеристики интерфейса, в том числе обеспечивает возможность взаимодействия одного источника с несколькими приемниками и работу при различной допускаемой длине связи. На этом уровне используются два основных способа синхронизации передачи: без и с обратной связью.

Схема синхронизации без обратной связи выполняется на основе одного общего или отдельных тактирующих генераторов высокой стабильности с использованием отдельной линии стробирования. Эта схема применяется в основном в последовательных интерфейсах с побитным принципом передачи, а также в конструктивно завершенных интерфейсных системах типа крейтов CAMAC, FASTBUS, в которых применяется синхронизация передачи как по переднему, так и по заднему фронту в режиме высокоскоростной передачи в одном сегменте.

Способы технической реализации обратной связи в схемах синхронизации разделяются: по характеру сигналов стробирования и обратной связи на импульсные и потенциальные, по числу контуров обратной связи на однопроводные, двухпроводные одноконтурные и двухконтурные.

Применение обратной связи обеспечивает: гибкую адаптацию к изменению скорости передачи информации; наиболее полное использование пропускной способности канала; одновременную передачу информации от одного источника к нескольким приемникам.

Синхронизация передачи массива слов является процессом синхронизации верхнего уровня и может быть выполнена синхронно и асинхронно. Синхронный способ используется редко, в основном в интерфейсах с фиксированной длиной передаваемого массива и ограниченным числом линий связи. Асинхронный способ наиболее распространен, использует выдачу сигналов синхронизации в произвольный момент приемником или источником по информационной шине или по специально выделенным линиям информационного канала.

Функция координации определяет совокупность процедур по организации и контролю процессов взаимодействия устройств системы. Основные операции координации: настройка на взаимодействие, контроль взаимодействия, передача управления (настройки).

Операция настройки включает процедуры опроса и анализа состояния называемого устройства, а также передачи команд и приема информации состояния. В межсистемных интерфейсах алгоритмы настройки оформляются в виде унифицированного протокола (ЕС, ЭВМ, IEC 625-1 и др.), а в интерфейсах мини- и микроЭВМ алгоритмы носят рекомендательный характер.

Операция контроля включает разрешение тупиковых ситуаций асинхронного процесса взаимодействия; повышение достоверности передаваемых данных. Контроль тупиковых ситуаций взаимодействия (синхронизация с использованием обратной связи, приоритетная выборка на основе последовательного опроса и т.п.) основывается на измерении фиксированного интервала, в течение которого должно наступить ожидаемое асинхронное событие. Если за контролируемый интервал событие не наступает, фиксируется неисправность. Операция контроля тупиковых ситуаций получила название "тайм-аут".

Контроль передаваемых данных основывается на использовании кодов, построенных на известных принципах избыточного кодирования информации, в основном на циклических кодах (по модулю два, Хемминга, на основе полиномов различных видов и т.п.), применяемых главным образом в последовательных интерфейсах связи.

Операция передачи управления заключается в передаче функций координации между ФЭ интерфейса и характерна главным образом для интерфейсов с децентрализованной структурой управления. Основные назначения операции: повышение надежности управления, достигаемое резервированием управления (например, при отказе ФЭ, выполняющего функции управления интерфейсом, или при отключении питания); повышение эффективности использования элементов системы, достигаемое исключением дублирования дорогостоящих устройств посредством организации доступа к ним с разделением времени двух и более контроллеров или ЭВМ.

Функции обмена и преобразования информации, выполняемые информационным каналом заключаются в следующем:

функции обмена — прием и выдача информации (адресов, команд, данных, состояния) регистрами устройств системы;

функции преобразования — параллельно-последовательное преобразование, перекодирование информации, дешифрация адресов, команд, логические действия над содержимым регистра состояния.

Схемотехническая реализация операций преобразования специфична для каждого устройства и определяется функциональными требованиями, предъявляемыми к нему системой обработки информации. Схемотехническая реализация операций обмена в основном унифицирована, для различных устройств интерфейса и в наиболее унифицированных современных интерфейсах выполняется интерфейсными БИС и СБИС.

Классификация интерфейсов. Выделяют следующие основные классификационные признаки: способ соединения компонентов (магистральный, радиальный, цепочечный, смешанный или комбинированный); способ передачи информации (параллельный, параллельно-последовательный); принцип обмена информацией (асинхронный, синхронный, изохронный); режим передачи информации (двухсторонняя, односторонняя, двухсторонняя поочередная, односторонняя).

Указанные признаки характеризуют только определенные аспекты организации интерфейсов.

Более полная характеристика и классификация интерфейсов базируется на совокупности нескольких основных признаков: область распространения или функциональное назначение; логическая и функциональная организации; физическая реализация.

В соответствии с функциональным назначением интерфейсы можно разделить на следующие основные классы: системные (машинные или ввода-вывода) интерфейсы ЭВМ; сосредоточенных магистральных мультипроцессорных систем; периферийного оборудования (общего назначения и специализированные); сетей передачи данных (стыки и протоколы); программно-управляемых модульных систем и приборов; локальных вычислительных сетей различных типов; распределенных систем общего назначения и управления; малых локальных сетей микроконтроллеров.

Классификация интерфейсов по *логической и функциональной организации* может быть выполнена раздельно для информационного и управляющего каналов по основному и дополнительному признакам, каждый из которых может быть отмечен соответствующей мнемоникой. Ниже отражены основные и дополнительные признаки классификации интерфейсов:

Основные признаки

Дополнительные признаки

Информационный канал

Структура шин

Магистральная (разомкнутая, замкнутая);
цепочечная (разомкнутая, замкнутая);
комбинированная

Виды совмещения шин

Полное разделение, совмещение (частичное, полное)

Режимы передачи

Однонаправленный (симплексный),

Способ обмена данными

двунаправленный (полудуплексный, дуплексный)
Последовательный однобитовый; параллельный по байтам 1...4

Управляющий канал

Структура управления
Принципы селекции

Централизованная; децентрализованная
Последовательный (опрос, адресное сканирование); параллельный (сравнение приоритета, адресное сканирование); временная селекция
Синхронный (по фронту, по фронту и срезу); асинхронный (однопроводная, двухпроводная обратная связь); асинхронный по двум парам проводов

Принципы обмена данными

Интерфейсы *по конструктивному исполнению* могут быть разделены на следующие категории: межблочные, обеспечивающие взаимодействие компонентов на уровне автономного устройства, блока, стойки, шкафа; внутриблочные, обеспечивающие взаимодействие на уровне субблоков, модулей, плат; внутриплатные, обеспечивающие взаимодействие между интегральными схемами (СИС, БИС, СБИС); внутрикорпусные, обеспечивающие взаимодействие компонентов внутри СБИС.

Для реализации интерфейсов используются основные конструктивные средства, приведенные ниже:

Категория

Конструктивная реализация

Межблочная

Многожильный (плоский, витые пары), коаксиальный, волоконно-оптический кабели

Внутриблочная

Скрученная витая пара, печатные проводники платы (двухслойная, многослойная)

Внутриплатная

Печатные проводники платы (двухслойная, многослойная)

Внутрикорпусная

Микроэлектронные проводники

ИНТЕРФЕЙСЫ ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ

Общие сведения. Использование различных функциональных классов периферийных устройств (ПУ), отличающихся физическими принципами работы, быстродействием, уровнями сигналов, обусловили унификацию интерфейсов ПУ соответствующих функциональных классов. Эти интерфейсы классифицируют как специализированные (устройствозависимые) или малые.

Требование минимизации числа типов контроллеров, ПУ, УВВ и ВЗУ различных типов обуславливают дальнейшую унификацию малых интерфейсов и стандартизацию и/или применение универсальных (устройственезависимых) интерфейсов различного назначения и быстродействия. Интерфейсы ПУ разделяются на две большие категории: двухточечного (радиального) и многоточечного (магистрального) подключения. В свою очередь интерфейсы радиального и магистрального подключения разделяются на группы: локального и удаленного последовательного и параллельного подключения.

Наиболее широко распространены интерфейсы, в основном используемые в ЭВМ рассматриваемых классов для подключения функциональных групп ПУ. Ниже приведены основные из них (преимущественно отечественные):

<i>Вид интерфейса</i>	<i>Зарубежные</i>	<i>Отечественные</i>
Универсальные		
Двухточечное подключение радиальные параллельные	BS4421, Centronics CL (Current Loop), RS-232C (нуль-модем)	ИРПР ИРПР-М ИРПС С2
радиальные последовательные		
Многоточечное подключение параллельные локальные общего назначения последовательные магис- тральные общего назначения	IEEE-488, IEC625-1, SCSI, IPI RS-422, RS-423, RS-485	КОП Проект С2-ИС Проект
Специализированные		
Магистральные НМД кассетные типа "винчестер" на гибких МД	ST506/412 ESDI, SCSI FDDI, IBM	ИКМД ИМД-М ИГМД
Магистральные НМЛ бобинные потрковые "картридж"	IBM 360/370 F880 QIC-36	ИНМЛ ИНМЛ-П ИНМЛ-К Проект
кассетные	QIC-02	ИКМЛ-М
Магистральные высокоско- ростные	SCSI, IPI	Проект

Интерфейсы ВЗУ с прямым доступом. При унификации интерфейсов ВЗУ с прямым доступом выделяют следующие основные типы НМД, наиболее широко используемые в ЭВМ: с жестким носителем с сервоповерхностью; с подвижными и/или фиксированными головками записи-чтения; со сменным или фиксированным носителем; с жестким носителем типа "винчестер" (НВМД); накопители на жестких дисках (НГМД).

Основные унифицированные интерфейсы для различных типов НМД приведены ниже:

<i>Тип</i>	<i>Скорость передачи, Мбит/с</i>	<i>Интерфейсы</i>
Жесткие с диаметром 203 мм и более	до 2.5	SMD и его модификации, SASI, HP-IB
Типа "винчестер"	до 5	ST506/412, SMD, SASI, SCSI, HP-1B
с диаметром 133 мм и менее	до 10	ESDI, SCSI-2
Гибкие с диаметром 203, 133, 89 мм	0,25...0,5	RS-422, RS-423, ST506, FDDI, HP-1B, HP-IL

Примечание: СМД — интерфейс НМД с сервоповерхностью; ИКМД — интерфейс МД со сменной кассетой; ИФМД — интерфейс МД с фиксированными головками; ИМД-М — интерфейс малогабаритных МД с подвижными головками; ИГМД — интерфейс накопителей на гибких МД диаметрами 130 и 200 мм; ИГМД-1 и ИГМД-2 — интерфейсы соответственно однодисковых и двухдисковых ГМД с двухчастотным методом записи.

Стандартным методом записи является модифицированное кодирование фазы.

Дальнейшее техническое совершенствование НМД различных типов осуществляется с целью увеличения емкости памяти при одновременном уменьшении диаметра диска. Это обеспечивается повышением продольной и поперечной плотностей записи (в том числе благодаря использованию поперечного метода записи) и соответственно увеличением скорости передачи данных, что обуславливает дальнейшее совершенствование интерфейсов НМД.

Интерфейсы ВЗУ с последовательным доступом. В качестве ВЗУ с последовательным доступом наибольшее распространение получили НМД со стандартной бобинной лентой, потоковые (ПНМЛ), типа "картридж" (НМЛ-К), кассетные со стандартными мини-кассетами (КНМЛ). Для бобинных НМЛ используют: ленту шириной 12,7 мм; запись по девяти дорожкам поперек ленты (8-разрядный байт плюс один контрольный бит); бобины с диаметрами 267 мм (длина 730 м), 216 м (длина 365 м), 178 м (длина 183 м). Потоковые НМЛ применяют для загрузки и копирования целых файлов на стандартную ленту шириной 12,7 мм, в том числе и с ВЗУ на жестких НМД типа "винчестер". Для кассетных типа "картридж" НМЛ используют ленту шириной 6,35 мм (длиной 45...180 м), две или четыре дорожки, скорости движения 0,25...2,2 м/с. В кассетных КНМЛ применяют ленты шириной 3,81 мм (длиной 90...120 м); число дорожек две (типичное), одна, четыре; плотность записи 63...390 бит/мм.

Основные способы записи и соответствующие им плотности, используемые в настоящее время в НМЛ: без возврата к нулю (БВН, БВН-1) — до 32 бит/мм; фазовое кодирование и его модификация (ФК) — до 127 бит/мм; групповое кодирование (ГК) — до 246 бит/мм. В зависимости от скорости передачи, режимов объема и организации НМЛ применяют унифицированные для различных функциональных НМЛ интерфейсы, основные из которых таковы:

<i>Тип накопителя</i>	<i>Сокращенное наименование</i>
Бобинные	IBM 360/370
Кассетные потоковые	IEEE-488, RS-499
Типа "картридж"	RS-232C, IEEE-488, QIC-36, IBM PC, Q-bus
Кассетные обычные	RS-232C, RS-422, QIC-02

Системные интерфейсы периферийных устройств. В системах, содержащих большое количество периферийного оборудования широкой номенклатуры, использование унифицированных устройств независимых параллельных интерфейсов обеспечивает экономичное построение СВВ различной конфигурации и сложности, существенное сокращение срока и стоимости создания систем средней и большой производительности и соответствующее программное обеспечение.

Наибольшее значение на современном этапе развития ВС имеют стандартные интерфейсы магистрального подключения, оптимизированные для периферийного

оборудования малой, средней и большой производительности. Интерфейсы должны обеспечить одновременную работу различных функциональных групп ПУ без ограничения производительности ВС, а также возможностей размещения ПУ.

Функциональные спецификации стандартных интерфейсов должны определять не только взаимное подключение оборудования, но и полное взаимосоединение с минимальными затратами на обеспечение электрической, конструктивной и информационной совместимости, в том числе требования к форматам данных, команд, слов состояния оборудования.

Для подключения периферийного оборудования общего назначения разрабатываются два основных типа интерфейсов SCSI и IPI, являющиеся проектами стандартов и/или международными стандартами. Ниже приведены наименования документов, на основе прототипных стандартов ANSI.

<i>Документ</i>	<i>ANSI</i>	<i>ISO/IEC</i>
SCSI. Системный интерфейс малых ЭВМ	X3.131-1986	ISO 9316
SCSI-2. Системный интерфейс малых ЭВМ	-	CD 10288
IPI. Физический уровень	X3.129-1986	DIS 9318-1
IPI. Состав команд для НМД, зависящий от устройства	X3.130-1986	DIS 9318-2
IPI. Состав команд, общий для устройств на магнитных и оптических дисках	X3.132-1987	DIS 9318-3
IPI. Состав команд, общий для устройств НМЛ	X3.147-1988	ISO/IEC 9318-4
IPI. Состав команд для НМЛ, зависящий от устройства	X3.176-19XX	DIS 9318-5
IPI. Состав команд, общий для устройств передачи данных	X3.177-19XX	CD 9318-7

Интерфейс SCSI разработан на основе доработки популярного интерфейса SASI для малых коммерческих ВС, который был расширен в части: 1) использования дифференциальных ППЭ для увеличения длины кабеля до 25 м и повышения помехозащищенности; 2) реализации режима синхронной передачи для достижения скорости передачи до 3...4 Мбайт/с; 3) увеличения числа расширенных команд для устройства очень большой вместимости (до 2^{32} вместо 2^{21} блоков в SASI), а также команд запросов для специального программного обеспечения драйверов; 4) введения дополнительного набора команд для накопителей на МД, МЛ (стартстопных и потоковых), оптических дисков, печатающих устройств, процессоров.

Интерфейс поддерживается интерфейсными БИС и широко используется многочисленными производителями накопителей внешней памяти для малых систем.

Интерфейс IPI рассматривается в качестве стандартного для подключения программируемых контроллеров высокопроизводительных ПУ, главным образом НМЛ и НМД. Технические характеристики интерфейса выбраны совместно с разработчиками ВС и изготовителями комплексного оборудования. Основное внимание уделено параметрам производительности, развитым функциям ввода-вывода, диагностирования и обслуживания. При разработке IPI принимались во внимание существующие и разработанные стандарты на интерфейс SASI/SCSI, SMD, ESDI. Помимо проектов стандартов IPI имеются проекты ANSI по развитию

интерфейса в части расширения функций физического уровня состава устройство-зависимых команд для НМЛ.

ИНТЕРФЕЙСЫ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ПРИБОРОВ

Общие сведения. Предназначены главным образом для создания персональных измерительных систем (ПИС) на основе ПЭВМ. В настоящее время в эксплуатации находится более 140 тыс. измерительных приборов и систем, использующих ПЭВМ, аппаратное и программное обеспечение для которых поставляют более 200 зарубежных фирм. Широкое распространение таких систем определяется следующими их достоинствами: большой вычислительной мощностью ПЭВМ; наличием развитого периферийного оборудования (цветные графические дисплеи и принтеры, графопостроители и др.); разнообразием имеющихся в программном обеспечении ПЭВМ пакетов обработки данных, документирования, графики и др., пригодных для обработки измерительной информации; удобством интегрирования систем путем простого объединения ПЭВМ в локальные сети; совершенствованием систем вместе с совершенствованием ПЭВМ; относительно невысокой стоимостью основного оборудования.

В современных ПИС на базе ПЭВМ преимущественно используются два основных интерфейса программируемых приборов IEEE-488 и SCSI для современных интеллектуальных периферийных устройств и подсистем.

Приборные интерфейсы типа IEEE-488 разработаны первоначально фирмой Hewlett-Packard (HP) в виде рекомендации HP-IB, а затем доработаны IEEE, IEC, СЭВ и Госстандартом до соответствующих стандартов и их проектов:

<i>Краткое наименование</i>	<i>IEEE</i>	<i>ISO</i>	<i>IEC</i>	<i>СЭВ</i>	<i>ГОСТ</i>
Система интерфейса с параллельным обменом информацией	488	-	625.1	2740-80	26.003-80*
Коды и форматы сообщений устройств	-	-	625.2	2740-80	26.003-80
Система интерфейса с последовательным обменом информацией	-	-	Проект 625.1 Serial	Проект	-
Малый системный интерфейс ЭВМ	-	-			
SCSI	-	9316	-	-	-
SCSI-2	-	SD 10288	-	-	-

П р и м е ч а н и е. * Переиздан в 1985 г.

Аппаратно-программное обеспечение позволяет ПЭВМ выполнять функции контроллеров приборных интерфейсов при работе по прерыванию и каналам ПДП с реализацией полного набора функций, предусмотренных в соответствующих стандартах. Типичные встраиваемые контроллеры для IBM-совместимых ПЭВМ (например, плата GPIB-PC2A фирмы National Instrument) обеспечивают обмен информацией по прерываниям со скоростью 20 Кбайт/с; по каналу ПДП со скоростью 300 Кбайт/с.

В ПЭВМ открытого типа, имеющих посадочные места для установки плат, в ряде случаев используются многофункциональные платы, содержащие наряду с контроллером приборного интерфейса и дополнительные последовательные порты RS-232C (стык C2).

Для ПЭВМ закрытого типа, в которых отсутствуют свободные посадочные места, используются автономные блоки перехода с последовательного интерфейса RS-232C (RS-422) на параллельный IEEE-488. В ряде случаев эти блоки включают в линию последовательного интерфейса между ПЭВМ и терминалом. Они не реагируют на сообщения ПЭВМ до тех пор, пока не встретится специальный символ (например, типа EScapе), после чего блок перехватывает всю передаваемую по последовательной линии информацию и направляет (после соответствующего ее преобразования) в шину IEEE-488. Эти блоки могут работать с любой ПЭВМ.

Программное обеспечение ПИС на основе ПЭВМ в значительной мере определяет их возможность, позволяя решать весьма широкий круг задач измерения, контроля и управления. Программное обеспечение поддержки работы контроллеров приборных интерфейсов поставляется с ними и обеспечивает вызов подпрограмм на языках высокого уровня (Бейсик, Фортран, Паскаль). Средства реализуются в виде драйверов устройств, работающих под унифицированными ОС типа MS DOS, а также в виде библиотеки объектных модулей, подключаемых к основной программе на этапе компоновки.

Для языков высокого уровня разрабатываются различные его расширения, обеспечивающие повышение эффективности программирования. Например, для IEEE-488 в языках Бейсик, Паскаль вводятся операторы ввода-вывода информации, обращения к устройствам по абсолютному адресу ячейки памяти и др.

Для массовых применений ПИС разработано большое число прикладных пакетов управления ПИС и обработки информации, покрывающих все типичные задачи. Эти пакеты осуществляют представление собранных данных на диске в унифицированном формате, который используют универсальные программы обработки и документирования, в основном Lotus 1-2-3, Symphony и Framework.

Так, пакет Lobtech Notebook обеспечивает отображение принимаемой информации со скоростью 300 выборок/с на ПЭВМ типа IBM PC/XT и 900 выборок/с на IBM PC/AT. Для удобства анализа разрабатываются эффективные средства осуществления диалогового режима, режима меню и их сочетания.

IEEE-488 (IEC 625.1). Интерфейс ориентирован на локальное подключение к ПЭВМ программируемых периферийных устройств и различных приборов через кабельные сегменты длиной до 2 м. К одному контроллеру ПЭВМ можно произвольным образом (шина, дерево, звезда) подсоединить 15 устройств с общей длиной магистрали до 20 м. Интерфейс нормирован ГОСТ 26 003-80 (переиздан в 1985 г.) и именуется КОП (канал общего пользования).

В интерфейсе используется асинхронный трехпроводный метод обмена, обеспечивающий передачу данных в широком диапазоне скоростей с максимальной скоростью до 1 Мбайт/с; возможен непосредственный обмен данными между абонентами без использования промежуточных устройств (контроллера), а также режим широковегательных передач.

Для организации интерфейса за рубежом используется соединитель типа DB-25, в отечественных — типа РПМ7-24 (8-разрядная шина данных, 5-разрядная шина управления, 3-разрядная шина синхронизации передачи байта информации, восемь

линий заземления, часть из которых скручивается с сигнальными проводами и присоединяется к логической земле в схеме возбудителя или приемника для сведения к минимуму переходных процессов из-за взаимных помех).

Интерфейсные БИС являются сложными функционально завершенными контроллерами, оптимизированными, как правило, для микропроцессоров конкретной архитектуры. Для микропроцессоров серии 8085A, 8086, 8088, 80286, 80386 и др. разработаны интерфейсные БИС типа 8291 и 8292 (отечественные аналоги КР880ВК91 и КР880ВГ92) и 8-разрядные приемопередатчики типа 8298.

На базе этих БИС выполнено большое число интерфейсных плат для ПЭВМ типа IBM PC/XT/AT, в том числе для отечественных ПЭВМ серий ЕС184Х, "Нейрон", "Искра 1030", обеспечивающих эффективную поддержку работы программируемых устройств (на языке Бейсик).

SCSI, SCSI-2. Интерфейс (стандарт ANSI X.3 131-1986) широко используется в сетевых адаптерах ПЭВМ, высокоскоростных НГМД, НМД НОД, АЦПУ и других системных и межсистемных устройствах ПЭВМ. Версия SCSI-2 включает расширенный набор команд и обеспечивает повышенную пропускную способность для подключения ПУ расширенной номенклатуры.

Для AT-bus разработан целый ряд адаптеров, в том числе сетевых. Интерфейс SCSI применяется в высокопроизводительных ПЭВМ типа Macintosh, Labtam, Next и др. Выпускаются средства разработки и отладки SCSI-систем, а также достаточно широкая номенклатура БИС поддержки SCSI, при разработке которых характерны следующие тенденции: обеспечение скоростей передачи данных до 3 Мбайт/с в асинхронном и до 6 Мбайт/с в синхронном режимах; протокол шины реализуется в БИС полностью (без МП); встраивание шинных формирователей в БИС; включение в БИС буферов типа FIFO, канала ПДП, поддержки версии SCSI-2; наличие модификаций БИС со встроенными контроллерами типовых ПУ.

В настоящее время ведутся работы по внедрению стандарта SCSI, в частности в перспективные модели ПЭВМ. Стандарт унифицирует уровни 0,1, а также возможности расширения функций с помощью специальных кодов и полей. В нем используется логическая адресация всех блоков данных и считывание с устройств прямого доступа информации о числе имеющихся блоков.

Архитектура предусматривает несколько видов организации взаимодействия задатчиков и исполнителей. Дополнительно обеспечивается два вида физической реализации, использование четности, синхронная передача данных и др. Команды разделены на обязательные, расширенные, необязательные и уникальные. Устройства выполняют все обязательные команды для данного типа устройств, а также другие команды. Длина связи достигает 6 м при использовании обычных приемопередающих элементов и 25 м для дифференциальных (на основе стандарта RS-485).

ИНТЕРФЕЙСЫ ПЭВМ

Системный интерфейс и контроллеры периферийного оборудования ПЭВМ обеспечивают легкость подключения и отключения ПУ при минимальной их стоимости.

Основная панель большинства моделей ПЭВМ дает возможность реализовать новые конструктивные принципы выполнения интерфейса с целью возможности установки отдельных моделей в любое посадочное место.

Интерфейсы 16-разрядных ПЭВМ используют 20- и 24-разрядные шины адресов и 16-разрядные шины данных, рассчитанные на применение недорогих приемопередатчиков с тремя состояниями (восемь в корпусе). Это обеспечивает более экономичное подключение к шине и улучшение ее электрических параметров при ограничении числа установочных мест до 6...8. Специальные средства доступа к шине исключают конфликтные ситуации между двумя одновременно работающими передатчиками. Использование дополнительных строб-сигналов позволяет управлять работой приемопередатчиков во время цикла чтения шины таким образом, чтобы информация передавалась от исполнителя только в нужном направлении по адресу, указанному задатчиком. Это исключает возможность потери данных, обусловленной импульсными помехами от источника питания в моменты переключения приемопередатчиков шины.

Синхронизация операций ПДП осуществляется системным модулем. Аппаратурная архитектура ПЭВМ отражает их физическую модульность. Базовые функциональные компоненты (ЦП, ОЗУ емкостью 256...512 Кбайт, ПЗУ, содержащее программы диагностики и базовой системы ввода-вывода, энергонезависимое ОЗУ, контроллеры НГМД, НМД, видеомонитора, АЦПУ, асинхронной и синхронной линий связи) подключаются к внутренней секции интерфейса (системной магистрали). Компоненты расширения модулей (контроллеры сменной и дополнительной памяти на НМД, НМЛ, другие модули расширения и профессиональной ориентации) подсоединяются к дополнительной секции интерфейса (системному интерфейсу расширения магистрали), связанной с основной через соответствующий согласователь. Подключение основных контроллеров ПУ в ОЗУ к системной магистрали интерфейса позволяет реализовать более высокие скорости передачи данных, а также сократить объем технических средств и физический объем ПЭВМ.

Несколько уровней приоритета, в том числе ПДП, обеспечивают управление интерфейсом. Устройство более высокого приоритета, имеющее запрос на обращение к интерфейсу, становится задатчиком шины только по завершении передачи данных устройством с наивысшим текущим приоритетом.

Дополнительную гибкость обеспечивает, как правило, независимость приоритетов запросов прерываний и ПДП от положения модулей в основной панели, что упрощает подключение кабелей ПУ.

В интерфейсах ПЭВМ часто используется система назначения фиксированных адресов установочным местам (географическая адресация). Для каждого из физических гнезд резервируется один сегмент страницы ввода-вывода. Дешифратор адресов, располагаемый на основной плате, вырабатывает сигнал выборки модуля, младшие разряды адреса дешифруются в модуле для идентификации одного из байтов сегмента, к которому производится обращение.

Каждый дополнительный модуль идентифицирует свое наличие индивидуальным сигналом. Сигнал посылается в системный модуль при включении питания и фиксируется в виде бита в соответствующей ячейке памяти страницы ввода-вывода. Диагностическая программа, хранящаяся в ПЗУ системного модуля, анализирует значения разрядов этого регистра, определяя размещение дополнительных модулей.

При включении питания предусмотрена проверка целостности структуры, работоспособности всех функциональных узлов ПЭВМ и установленных дополнительных модулей. При обнаружении ошибок сообщения выдаются на дисплей ПЭВМ. Ошибки также индицируются на системном модуле.

Системные интерфейсы ЭВМ совершенствуются в направлении увеличения разрядности линий адреса и данных, числа линий запросов прерывания и ПДП, функциональных и диагностических возможностей, а также экономической целесообразности реализации этих дополнительных преимуществ с помощью интерфейсных БИС и дополнительных разъемов. Кроме того, обеспечивается интерфейсная совместимость с предшествующими моделями семейства ЭВМ, что дает возможность использовать широкую номенклатуру разработанных для ЭВМ массового применения модулей различного функционального назначения.

В настоящее время большинство стандартных системных интерфейсов ПЭВМ, как правило, оптимизированы для конкретных типов микропроцессоров. Многообразие системных интерфейсов ЭВМ объясняется различными факторами, побуждающими разрабатывать или использовать интерфейсы, реализация которых наиболее доступна (целесообразна) предприятиям, фирмам, отраслям.

Основные системные интерфейсы ПЭВМ:

Шины данных	Зарубежные	Отечественные		
	Интерфейс (фирма), ранг	Тип МП	Интерфейс (система) ранг	Тип МП
8-разрядные	PC/XT I/O Channel (IBM), PC/XT-bus	8088, 8086	-	-
16-разрядные	PC/AT I/O Channel (IBM), PC/AT-bus, ISA IEEE 796	80286, 80386 То же	СМ ЕС184Х (ЕС ПЭВМ)	К1810, типа 80286
	CTI (DEC)	F11, J 11CM	И41 (СМ ЭВМ), НМ МПК по ВТ 103-86	То же
	Q-bus (DEC)	MicroVAX	СМ ("Электроника")	К1811, К1831
	VME-bus (Motorola, IEEE 1014)	68000, 68010	СМ ("Электроника")	К1839
			-	-
32-разрядные	Micro Channel (IBM)	80386, 80486	-	-
	EISA (Compaq, NEC и др.)	80386, 80486	(СП ЭВМ), проект НМ	Типа 80386
	VME-bus, IEC 821	68020, 68030	-	-
	Nubus (TI), IEEE 1196	99000, 68030	-	-
			-	-
			-	-
			-	-

П р и м е ч а н и е . СПЭВМ — система персональных ЭВМ; CTI — Connection Terminal Interface; ISA — Industry Standard Architecture; EISA — Extended ISA.

Характеристики основных системных интерфейсов ПЭВМ:

Характеристика	AT-bus	EISA	Microchannel	VME-bus
Особенности структуры:				
подтверждение адреса	Отсутствует		Асинхронное	
мультиплексирование шин	-	-	-	-

разрядность данных	16/8	32/16/8	32/24/16/8	32/16/16/8
скорость передачи, Мбайт/с	10	33	20	20...57
Адресация:				
разрядность ввода-вывода, бит	24/20	32/24/20	24/32	24/32
широковещательная (запись/чтение)	16	16	16	16
	-/-	-/-	+/+	-
Протокол шины данных:				
подтверждение передачи	-	-	+	+
идентификация байтов	8	8/16	8/16	16
динамическое изменение разрядности шин	-	8/16/32	8/16/32	-
Мультипроцессорные возможности:				
тип арбитража	Ц	ЦП	П	ЦП
число уровней виртуальных прерывания	7	5	4	4
поддержка кэш-памяти	-	-	ОВ	-
Диагностические системные возможности:				
географическая адресация	-	+	+	-
автоконфигурация	-	+	-	-
четность адреса/данных	-	-	-	+

Примечание. Ц — централизованный, ЦП — централизованный параллельный, П — параллельный, ОВ — ограниченные возможности.

ИНТЕРФЕЙСЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Общие сведения. Распределенные (рассредоточенные) системы управления (РСУ) представляют собой в общем случае координированно-децентрализованную специального вида систему управления реального времени, характеризующуюся следующими основными свойствами: единой интегрированной СПД, возможно с резервированием; реконфигурируемостью обработки информации; наличием интерфейса пользователя в одном или многих узлах (станциях) системы; множеством локально функционирующих подсистем (станций), ЭВМ и процессов с общей координацией системных задач; единой интегрированной базой данных, физически распределенной в доступных для пользователя устройствах.

Основными приложениями РСУ являются сложные объекты и технологические процессы, состоящие из множества распределенных подсистем, характеризующихся высокими требованиями к качеству управления и имеющими, как правило, многоуровневую организационную структуру. К основным конструктивным элементам РСУ относятся станции (узлы), передающая среда, устройства сопряжения (УС) с линией.

В отечественной литературе совокупность средств реализации транспортных уровней передачи данных в РСУ называется интерфейсом линейной (многоточечной) последовательной связи (ИЛПС). В РСУ используется логическое соединение (ассоциация) статического (преобладает) и динамического типов. Структура соединений: попарная (1:1), широковещательная (1:K), центральная (K:1), многоточечная (K:M, K:K).

Сеть может быть разбита на подсети с произвольной топологией. Требуемое удаление станции от сотен метров до нескольких километров (зависит от объекта), число станций 16 ...256.

Требования к СПД определяют структуру, протокол и их реализацию для основных типов распределенных систем управления централизованным контролем и сбором данных рассредоточенных объектов и технологических процессов; сложными протяженными объектами (цеха, платформы, летательные аппараты и т.п.); предприятием (в виде сети управляющих ЭВМ, промышленных контроллеров и т.п.).

Первоначальные требования ИЕС на пропускную способность СПД связаны с расстоянием передачи и в общем случае составляют 100 кбит/с на 200 м, 30 кбит/с на 2000 м. Однако в настоящее время для промышленных приложений пропускная способность СПД существенно больше, например до 5 и 10 Мбит/с на расстояние до 2000 м в соответствии со стандартом IEEE 802.X. Целостность информации в СПД характеризуют коэффициент и частота необнаруженных ошибок (искажение сигналов).

Функциональная полнота СПД определяется количеством услуг передачи, предоставляемых пользователям РСУ (обработка и статистика ошибок, согласование потоков информации, различные типы адресации задачи и т.д.). Повышение уровня функциональной полноты требует более сложных интерфейсов и увеличивает запаздывание информации.

Стандартизация. Одним из первых и основных стандартов для РСУ является PROWAY, спецификация которого разработана ИЕС/TK65 для РСУ, работающих в реальном масштабе времени с гарантированным временем доступа; спецификация содержит развитый протокол канального уровня, определяет высокую гарантированную скорость передачи, резервирование путей передачи информации. Рекомендации спецификации широко используются при создании других более поздних спецификаций и стандартов для РСУ, в том числе ИРМ и ИЛПС в бывшем СССР, MAP и MAP/EPA в США и т.д. На выбор интерфейса, структуры и типа РСУ существенно влияют специфика конкретного предприятия, используемые ЭВМ, контроллеры, управляющее оборудование.

В настоящее время приоритетным направлением является создание автоматизированных интегрированных производств (АИП), реализующих взаимодействие всех подсистем автоматизации различных уровней иерархии. Важнейшая часть АИП — высокоразвитые РСУ (СПД), разработка рекомендаций для которых базируется на анализе основных структур и задач типовых автоматизированных производств, использующих главным образом обрабатывающие центры, промышленные контроллеры, ЧПУ, роботы и т.д.

Типовые производственные РСУ преимущественно имеют иерархические трехуровневые структуры, объединяющие СПД и оборудование: на уровне 3 (производственные участки) обеспечиваются экономичное соединение со скоростями до 5 Мбит/с максимально возможного числа устройств и организацию сопряжения с

уровнем 2; на уровне 2 (охватывает все промышленные предприятия) используется СПД с умеренной гибкостью и пропускной способностью 5...20 Мбит/с, с универсальными возможностями подключения, а также сопряжения с уровнем 1; на уровне 1 (общезаводском) применяется СПД, универсальная по своим возможностям, исключительно гибкая и высокоскоростная (до 50 Мбит/с).

Стандартом де-факто, используемым на уровне 2, в РСУ является спецификация MAP (протоколы автоматизации производства, предложенные фирмой СМС США). Спецификация MAP опирается на положения международных стандартов ISO и эталонной модели ВОС.

Решение задач административного управления за рубежом обеспечивается протоколами TOP, разрабатываемыми на основе стандарта IEEE 802.3 и в соответствии с моделью ВОС/МОС. Под эгидой организации пользователей MAP и TOP проводятся работы по созданию общих технических средств, обеспечивающих интеграцию протоколов MAP и TOP с целью передачи данных между системами административного управления и промышленного производства.

Основные рассматриваемые унифицированные интерфейсы РСУ и их характеристики приведены ниже:

<i>Наименование стандартизации</i>	<i>Уровень</i>
Интерфейс для АСУ рассредоточенными объектами	ГОСТ 26139-84
Интерфейс линейной связи с последовательной передачей информации ИЛПС	НМ МПК по BT 82-85
PROWAY	IEC
Bitbus	Стандарт Intel
MAP	Стандарт GM, NBS
Мультиплексные каналы MIL-1553B, MIL-1773B	Стандарт MIL

ИНТЕРФЕЙСЫ ЭВМ СИСТЕМНЫЕ

Общие сведения. Системные (или машинные) интерфейсы служат для объединения составных блоков и устройств ЭВМ в единую систему. Тенденция развития (модернизации) системных интерфейсов в основном определялась необходимостью увеличения числа операций ввода-вывода, коэффициента использования каналов, повышения быстродействия ВЗУ, повышения надежности работы устройств и т.п. В связи с этим повысились требования к унификации и стандартизации системных интерфейсов ЭВМ. Характерной особенностью системных интерфейсов является возможность их функционирования в нескольких режимах взаимодействия, что влияет на функциональный состав шин.

В соответствии с временными и пространственными возможностями, определяющими области их применения, системные интерфейсы могут быть разделены по совокупности двух показателей: времени взаимодействия T (время доступа ЦП или канала к устройствам, необходимое для пересылки единицы информации) и максимальному расстоянию P (максимально возможная длина магистрали) между составными элементами на шине.

В соответствии с показателями T и P системные интерфейсы ЭВМ сгруппированы в ряд групп:

<i>Назначение</i>	<i>P, м</i>	<i>T, мкс</i>
Внутриплатные	1	0,5
Внутриблочные	1	0,5
Локально сосредоточенные	10	5
Локальные	15	10
Локально распределенные	15...100	30...100

Приведенные границы показателей системных интерфейсов могут быть расширены в случае применения дополнительных технических средств: расширителей и ретрансляторов (повторителей), обеспечивающих физическое удлинение системной магистрали и позволяющих увеличить нагрузочную способность при некотором уменьшении физической скорости передачи. При этом они выполняют в большинстве случаев параллельную передачу всех сигналов шины, а иногда - их параллельно-последовательное преобразование в последовательную магистраль.

Основная тенденция развития системных интерфейсов заключается в ориентации на универсальность при использовании и повышении уровня стандартизации, что резко снижает стоимость построения и эксплуатации ЭВМ и увеличивает объем их массового производства.

Интерфейсы мини-ЭВМ. Функциональный состав шин системных интерфейсов развитых мини-ЭВМ обеспечивает два основных режима ввода-вывода: по программному каналу (ПК); по КПД, разгружающему процессор при передаче информации. Совмещение операций по двум каналам в системной магистрали мини-ЭВМ — результат компромисса между требованием простоты схемного оборудования и повышением производительности ЭВМ путем совершенствования системы ввода-вывода (СВВ). В настоящее время в мини-ЭВМ широко применяются микропрограммируемые КПД на базе специализируемых микропроцессоров, а также КПД в виде БИС различной архитектуры.

В ряде мини-ЭВМ (например, типа семейства Nova, SuperNova КПД имеет специальные режимы работы (системного интерфейса): инкрементный и накапливающий. В инкрементном режиме по указанному контроллером адресу ячейки ОЗУ ее содержимое увеличивается на единицу. В накапливающем режиме по указанному контроллером адресу ячейки ОЗУ ее содержимое суммируется с 16-разрядными данными ПУ, а результат сложения сообщает также ПУ.

Специальные режимы работы системного интерфейса обеспечивают более эффективное использование мини-ЭВМ в системах автоматизации научно-технических экспериментов, позволяя получать в ОЗУ гистограммы работ объектов.

Интерфейсы микроЭВМ. Системные интерфейсы микроЭВМ отличаются от системных интерфейсов мини-ЭВМ прежде всего функциональными и конструктивными ограничениями, обусловленными главным образом необходимостью минимизации внешних выводов БИС микроЭВМ, низкой мощностью выходных сигналов, а также упрощением и удешевлением самой микроЭВМ.

В структуре связей микроЭВМ формируются внутренний (внутриплатный) интерфейс, объединяющий БИС процессора, ОЗУ, ПЗУ, управления ПК, КПД, и внешний системный (межмодульный или внутриблочный) интерфейс, обеспечивающий сопряжение между внутренней магистралью и ПУ микроЭВМ.

Для системных интерфейсов современных микроЭВМ характерны тенденции минимизации числа шин за счет широкого их использования в режиме с разделением времени (мультиплексирование адресов и данных); а также уменьшения числа шин приоритетной выборки и упрощения процедуры селекции.

При выборе системного интерфейса микроЭВМ необходимо принимать во внимание простоту реализации и обеспечение максимальной производительности системы ввода-вывода.

Совершенствование системных интерфейсов микроЭВМ направлено на увеличение разрядности линий адреса, числа линий запросов прерывания, функциональных возможностей, а также экономической целесообразности реализации интерфейсных БИС и интерфейсных разъемов, соответствующих стандартам евромеханики.

ИНТЕРФЕЙСЫ IBM PC- и PS-СОВМЕСТИМЫХ ПЭВМ СИСТЕМНЫЕ

Системные интерфейсы обеспечивают функциональное развитие семейств ПЭВМ посредством унификации связей между основными (системными) устройствами ПЭВМ. Физическая совместимость системных устройств (моделей памяти, контроллеров НМД, НГМД, видеоконтроллеров и др.) поддерживает и программную совместимость в направлении развития моделей семейств и серий ПЭВМ.

Большинство современных 16-разрядных ПЭВМ типа IBM PC/XT/AT и совместимых с ними используют два основных типа системных интерфейсов, совместимых "снизу вверх": XT-bus, разработан на основе интерфейса I/O Channel IBM PC (для ПЭВМ на основе МП типов 8086, 8088); AT-bus, расширяет XT-bus и именуется фирмой IBM как I/O Channel IBM PC/AT для ПЭВМ на основе МП типов 8086, 80286, 80386.

Интерфейсы XT-bus и AT-bus положены в основу международного промышленного стандарта ISA (модификации ISA-8 и ISA-16 соответственно). Интерфейс AT-bus также широко используется в 32-разрядных ПЭВМ на основе МП типов 80386 и 80386SX, обеспечивая заимствование широкой номенклатуры 8- и 16-разрядных адаптеров, разработанных для AT-совместимых ПЭВМ.

Для семейства PS/2 фирма IBM предложила новый системный интерфейс Micro Channel (MCA), отказавшись от преемственности (совместимости) с интерфейсом AT-bus. Большинство других фирм-изготовителей ПЭВМ на основе микропроцессора 80386 предложило новый интерфейс EISA (Extended ISA), являющийся функциональным расширением ISA-16 (AT-bus). В модификациях интерфейса EISA наряду с совместимостью "снизу вверх" (требующей одинаковых характеристик для всех младших подмножеств интерфейса) обеспечивается и совместимость "сверху вниз".

Ниже приведены временные параметры системных интерфейсов (СИ) ПЭВМ различных модификаций:

Семейство ПЭВМ	Тип СИ	Разряд- ность шины данных	Цикл передачи данных, ИС			
			XT-bus	AT-bus	MCA	EISA
IBM PC/XT/AT:						
PC/XT	XT-bus	8	750	-	-	-
PC/AT	AT-bus	16	750	375	-	-

IBM PS/2	MCA	32	-	200	-
IBM-совместимые:					
8086	ISA-8	8	750	-	-
80286, 80386SX	ISA-16	16	750	375	-
80386	ISA-32	32	750	375	120
СПЭВМ	EISA-1,2,3	8,16,32	-	-	120

Характеристики системных интерфейсов ПЭВМ:

Показатель	XT-bus	AT-bus	MCA	EISA
Разработчик	IBM	IBM	IBM	Группа фирм
Ранг стандарта	Внутрифирменный			Промышленный
Топология	A+D	A+D	A+D	A+D
Разрядность шин:				
адреса	20	24	24/32 32	
данных	8	16, 8	32, 24, 16, 8	32,16, 8
Цикл обмена, нс	750	375	200	120
Быстродействие, Мбайт/с	5	10	20	33
Протокол обмена	Ас/С	Ас/С	Ас/С	Ас/С
Тип арбитража	Ц/П	Ц/П	Ц/П, Р/К	Ц/П, Р/К
Число уровней:				
прерывания	6	12	11	12
прямого доступа	3	4	16	6
Контроль операций	-	-	-	-
Мультипроцессорность	-	-	-	-
Соединитель:				
тип	Двухрядный прямой контактирования			
число контактов	62	62+36	200	62+38+78
число уровней	Одноуровневый			Двухуровневый

Примечание: А — адрес, Д — данные Ас — асинхронный, С — синхронный, Ц — централизованный, П — параллельный, Р/К — распределенный кодовый при ПДП.

Системные интерфейсы расширения. Системные интерфейсы расширения (СИР) являются новым важным компонентом ПЭВМ, обеспечивающим расширение конфигуратора технических средств различных моделей конкретного семейства ПЭВМ, а также унифицированных моделей системно совместимых ПЭВМ. Основными типами технических средств расширения являются системные модули (контроллеры различных периферийных устройств, средств коммуникационной связи) и модули профессиональной ориентации.

Системные интерфейсы расширения современных ПЭВМ характеризуются: типом (архитектурой) магистрали, числом и типом установочных мест (УМ), габаритными размерами УМ, используемыми соединителями, тактовой частотой, подаваемой на УМ и др.

На начальном этапе развития ПЭВМ их СИР реализовывались в виде отдельного конструктивно завершенного блока расширения, присоединенного к системной магистрали ПЭВМ посредством модули расширения. Аналогичные решения использованы в отечественных ПЭВМ первого этапа, например в моделях ЕС 1840Б... ЕС 1842. В настоящее время определяющей тенденцией является реализация СИР в виде части системной магистрали основного блока ПЭВМ.

В большинстве СИР зарубежных ПЭВМ обеспечивается совместимость с системными магистралями типа 8-разрядной XT-bus, 16-разрядной AT-bus, а также с наиболее проработанными системными расширениями AT-bus типа EISA (32-разрядная шина данных, мультипроцессорные возможности, варьируемая частота работы и. др.). Как правило, 32-разрядные соединители обеспечивают функционирование 9- и 16-разрядных модулей расширения различного назначения. Промышленным стандартом для современных ПЭВМ на основе микропроцессоров различной архитектуры является AT-bus. Характеристики типовых СИР приведены ниже:

Показатель	Разрядность СИР		
	16	16, 32	32
Общее число мест	3	4	6
Число 8-разрядных мест	1	1	2...4
Число 16-разрядных мест	2	3	3...5
Число 32-разрядных мест	-	-	1...2
Число каналов ПДП	1	1...2	1...3
Тактовая частота, МГц	8	8	8

ЛОКАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

Общие сведения. Локальная вычислительная сеть (ЛВС) представляет собой в общем случае коммуникационную систему, принадлежащую одной организации и позволяющую с помощью единой передающей среды общаться однотипным разнородным средствам вычислительной техники. Связь может осуществляться и между различными аппаратными средствами: персональными ЭВМ, терминалами и терминальными станциями, периферийным оборудованием, накопителями на МД и МЛ, а также между специализированными средствами (регистрирующими и копирующими устройствами, графопостроителями, устройствами связи с объектом и т.д.). При этом ЛВС обеспечивает простое и удобное объединение всех средств в пределах помещения, этажа, здания, производственного комплекса или группы зданий. При стандартизации ЛВС главным образом учитываются их особенности и специфика применения. На верхних уровнях (начиная с транспортного) протоколы ЛВС близки к аналогичным протоколам эталонной модели ВОС или совпадают с ними. На нижних уровнях (особенно на уровне данных и физическом) в значительной мере проявляется специфика ЛВС, обуславливающая разработку отдельных стандартов.

Работы по стандартизации ЛВС ведутся в нескольких главных направлениях (в основном независимо): для крупных ЭВМ; для учреждений; для бытовых применений; для АСУ управления технологическими процессами.

Стандартизацией ЛВС крупных ЭВМ занимается Комитет X3T9.5 института ANSI. В 1982 г. комитет подготовил стандарт для ЛВС, работающей со скоростью 50 Мбит/с. Стандарт представлен в подкомитет ISO, на его основе ведется разработка стандарта 9314 (в двух частях) по волоконно-оптическому интерфейсу распределенных данных (ВИРД).

Одной из первых приступила к разработке учрежденческих ЛВС фирма Xerox, учредив консорциум Ethernet, в который кроме Xerox вошли фирмы Intel и DEC. В

1980 г. консорциум выпустил документацию на сеть Ethernet, которая на время стала фактическим стандартом для ЛВС шинной конфигурации.

В 1980 г. в институте IEEE организован "Комитет 802 по стандартизации ЛВС". Работы комитета 802 проводились в двух направлениях стандартизации протоколов: шинной ЛВС на основе сети Ethernet (CSMA/CD) и кольцевой ЛВС с маркерным доступом (TRN). Результаты работ взяты ISO за основу при разработке комплекса международных стандартов 8802/1...5. большинство из которых находится в стадии завершения.

В Великобритании создан метод тактированного доступа к кольцу (SRN), использованный в ЛВС "Кембриджское кольцо". Набор национальных стандартов BS1 по указанному методу представлен в ISO и принят в качестве исходной версии стандарта 8802/7.

В 1982 г. в работы по стандартизации ЛВС включилась ECMA, опубликовав стандарты ECMA-80, -81, -82 для ЛВС, аналогичной Ethernet, и впоследствии стандарты ECMA-89, -90 на метод передачи маркера. В МЭК комитет 65A разработал стандарт типа PROWAY для PCY технологическими процессами.

Активную деятельность по разработке и стандартизации ЛВС развернули в последние годы крупные фирмы, не связанные с применением средств СОД. В 1982 г. GMC разработала протокол, ориентированный на взаимосвязь производственного оборудования и получивший название MAP (Manufacturing Automation Protocol).

Аналогичные условия предприняты фирмой Boeing, разработавшей комплекс протоколов для технических учреждений TOP (Technical Offices Procedures). Этот комплекс базируется на ЛВС типа Ethernet и на четырех уровнях (сетевом, транспортном, сессий и представления данных) эталонной модели ВОС и в определенной степени совместим с протоколом MAP.

Важным событием в разработке и стандартизации ЛВС стало создание фирмой IBM кольцевой сети Token-Ring с маркерным доступом с пропускной способностью 4 Мбит/с. Организация этой сети в основном аналогична организации согласно стандарту ISO 8802/5.

Среди большого разнообразия созданных к настоящему времени ЛВС наибольшее применение должны найти сети, использующие методы, принятые в качестве международных стандартов, поскольку они в течение многих лет исследовались в научных лабораториях, апробированы во многих странах и учитывают возможности дальнейшего развития ЛВС.

Требования к ЛВС и их особенности. Основополагающие требования к ЛВС, ориентированным на передачу данных, сформулированы в 1981 г. комитетом IEEE и опубликованы в виде проекта стандарта. Последующая практика разработки и применения ЛВС в основном подтвердила правомерность этих требований, хотя и внесла в них коррективы.

Приводимый ниже перечень требований к ЛВС основан на анализе международных стандартов. Не все требования являются общими для всех типов ЛВС. Степень выполняемости некоторых из них существенно зависит от назначения, способов использования ЛВС, ряда других факторов.

Общие требования: выполнение разнообразных функций передача данных, включая пересылку файлов, поддержку терминалов (в том числе высокоскоростных графических), электронную почту, обмен с ВЗУ, обработку сообщений, доступ к файлам и базам данных, передачу речевых сообщений; подключение большого набора

стандартных и специальных устройств, в том числе малых и персональных ЭВМ, терминалов, ВЗУ, АЦПУ, графопостроителей, факсимильных устройств, оборудования контроля и управления и др.; подключение как современных и перспективных, так и ранее разработанных устройств с различными программными устройствами, архитектурой, принципами работы; доставка пакетов адресату с высокой достоверностью и реализация виртуальных соединений и датаграммной службы; обеспечение непосредственной взаимосвязи подключенных устройств без промежуточного накопления и хранения информации (возможны, однако, промежуточные функции преобразования протоколов или функции регистрации потока); простота монтажа, модификации и расширения сети; подключение новых устройств и отключение прежних без нарушения работы сети на время более 1 с; информирование всех устройств сети об изменении ее состава; одна ЛВС должна поддерживать не менее 200 устройств и охватывать территорию не менее 2 км.; соответствие по возможности существующим стандартам.

Требования к взаимодействию устройств в сети: возможность для каждого устройства связываться и взаимодействовать с любым другим устройством; обеспечение равноправного доступа к физической среде для всех коллективно использующих ее устройств; возможность адресации пакетов одному устройству, группе устройств, всем подключенным устройствам; возможность некоторым пользователям назначать и менять собственный адрес (в рамках ограничений, сохраняющих целостность сети).

Информационные требования: обеспечение "прозрачного" режима обслуживания, возможность приема, передачи и обработки любых сочетаний битов, слов и символов, в том числе не кратных восьми (последнее требование противоречит позиции IEEE, согласно которой блок данных должен содержать четное число октетов; для некоторых применений это требование IEEE неприменимо); пропускная способность сети не должна существенно снижаться при достижении полной загрузки и даже перегрузки сети во избежание длительной ее блокировки; скорости передачи должны составлять 1...20 Мбит/с; максимальная задержка передачи пакета через ЛВС должна быть небольшой, постоянной и детерминированной (т.е. предварительно рассчитана).

Требования к надежности и достоверности: отказ или отключение питания подключенного устройства должно вызывать только переходную ошибку; ЛВС не должна находиться в состоянии неработоспособности более 0,02 % от полного времени работы (это составляет около 20 мин простоя в год для учрежденческой системы и около 2 ч для непрерывно функционирующей системы); средства обнаружения ошибок должны выявлять все пакеты, содержащие до четырех искаженных битов. Если же достоверность передачи достаточно высока, сеть не должна сама исправлять обнаруженные ошибки; функции анализа, принятия решения и исправления ошибки должны выполняться подключенными устройствами; появление пакета с необнаруженной ошибкой должна происходить не чаще одного раза в год (для сети со скоростью передачи 5 Мбит/с это составит вероятность ошибки 10^{-4}). Частота обнаруживаемых ошибок может иметь порядок 10^{-8} (в некоторых применениях эти требования могут оказаться завышенными); ЛВС должна обнаруживать и индизировать все случаи совпадения сетевых адресов у двух подключенных устройств (в стандарте IEEE это требование не обязательно).

Прочие и специальные требования: простота подключения к другому телекоммуникационному оборудованию, в том числе к арендованным линиям,

телефонным сетям (общего и частного пользования), а также к сетям данных; простота интерфейсов между ЛВС и подключенными устройствами; защита обмена данными по сети от случайного или несанкционированного доступа; наличие средств сопряжения с другими ЛВС (мосты) или с большими сетями (шлюзы); обеспечение беспроводной связи для мобильных устройств.

Предъявленные к ЛВС требования обуславливают их основные особенности: размещение ЛВС на сравнительно небольшой территории; наличие высокоскоростного общего канала (физической среды); не используются средства и методы сетей общего пользования и не накладываются ограничения этих сетей; соединение в ЛВС самых разных и независимых устройств.

Территории, охватываемые ЛВС, могут существенно различаться. Главное отличие локальных сетей от распределенных (глобальных) — наличие у всех абонентов достаточно высокоскоростного канала передачи данных. Сравнительно небольшие расстояния и отсутствие ограничений, налагаемых сетями общего пользования, позволяют передавать данные в ЛВС со скоростями, значительно превышающими скорости передачи данных в сетях общего пользования.

Термин "высокоскоростной канал" является условным, поскольку скорость передачи оценивается только по отношению к подключенным устройствам. Скорости передачи в ЛВС существенно больше, чем это требуется для одного подключенного устройства.

Время передачи является производной от скорости и дальности передачи. Обычно пакет проходит через ЛВС за несколько миллисекунд, время же передачи через глобальную сеть составляет около секунды.

ЛВС обеспечивают более дешевый способ комплектации оборудования. Низкая вероятность возникновения ошибок позволяет упростить протоколы, а высокая скорость передачи делает эффективным многопользовательский доступ к общему банку данных и электронную доставку данных.

Наиболее важной особенностью применения ЛВС является передача данных. Некоторые используемые в ЛВС методы могут быть распространены на передачу речевой, текстовой и видеоинформации, что, например, позволяет объединить многие формы учрежденческой связи в рамках одной связи.

Конфигурации ЛВС. Конфигурация или топология ЛВС определяет взаимное размещение станций ЛВС и способ их соединения. Выделяются следующие топологии ЛВС: шинная, кольцевая, звездообразная, древовидная, петлевая, гибридная и полносвязная.

Шинная топология ЛВС характеризуется использованием разомкнутого сегмента кабеля, к которому с некоторыми интервалами подключены станции. Передаваемая станцией информация распространяется в обе стороны. Применение шин снижает стоимость проводки, повышает надежность системы, унифицирует подключение модулей, обеспечивает возможность широковещательного обращения. Используются два метода передачи сигналов по шине ЛВС: временное уплотнение сигналов и частичное разделение. При временном уплотнении каждой станции выделяется определенный временной интервал для ведения передачи. Назначение таких интервалов станциям может осуществляться централизованно или распределенно, что определяется сущностью используемого метода доступа к среде. При частотном распределении в одном кабеле организуется несколько параллельных радиочастотных

каналов, передача по которым ведется с помощью модемов. Такой метод передачи уже многие годы используется, например, в кабельном телевидении.

В ЛВС *кольцевой конфигурации* сигналы передаются по кольцу только в одном направлении. Каждая станция непосредственно подсоединяется только к двум соседним узлам и "прослушивает" передачу любой другой станции. Кольцо состоит из нескольких приемопередатчиков, соединенных физической средой. В кольцевой ЛВС может отсутствовать центральный управляющий узел, и все станции имеют равные права доступа к физической среде. Однако во многих таких ЛВС одна из станций выполняет функции активного монитора, осуществляя инициализацию, тестирование кольца, удаление искаженных или дублированных пакетов.

Звездообразная конфигурация характерна, например, для обычной вычислительной сети с ПЭВМ или терминальными устройствами и для телефонной системы. В ЛВС в центре звезды может находиться пассивный или активный повторитель.

Петлевые ЛВС возникли как развитие многопунктовых линий с опросом. По своей конфигурации они сходны с кольцевыми ЛВС, отличаясь от них методом распределения доступа к физической среде. В петлевой ЛВС имеется управляющая станция (или контроллер), которая определяет, какая конкретная станция и для каких целей может использовать физическую среду. Это достигается циклическим опросом всех станций или же посылкой пустых пакетов-контейнеров, доступных любой станции.

Древовидные ЛВС представляют собой более развитые конфигурации шинного типа. Дерево образуется подсоединением нескольких простых шин к одной магистральной шине посредством активных повторителей или пассивных размножителей. В таком виде древовидная ЛВС наиболее подходит для передачи модулированных сигналов. При этом выделяются два частотных канала: один для передачи, другой для приема.

На практике часто встречаются различные варианты *смешанных* или *гибридных* конфигураций ЛВС.

Полносвязные конфигурации ЛВС обеспечивают выбор наиболее дешевого маршрута между абонентами и выгодны там, где усложнение логики управления окупается удешевлением связей.

Архитектура ЛВС. Комитет IEEE 802 модифицировал два нижних уровня эталонной модели ВОС, приспособив ее к задачам построения ЛВС. Предложенная комитетом IEEE модель ЛВС принята ISO в стандарте 8802.

Согласно модели *уровень звена данных* (Data Link) делится на два подуровня: управления логическим звеном УЛЗ (Logical Link Control — LLC) и управления доступом к среде УДС (Media Access Control — MAC). В функции подуровня УЛЗ входит передача кадров между станциями, в том числе исправление ошибок. Он не зависит от физических особенностей среды и алгоритмов доступа к ней, если не считать временных соотношений.

Протокол подуровня УЛЗ определяет два режима работы сети. В режиме 1 передача пакетов между локальной и удаленными станциями происходит без предварительного соединения между этими станциями, без подтверждения принятых пакетов, без управления их потоками и без исправления ошибок передачи. В режиме 2 для передачи пакета между двумя станциями предварительно устанавливается соединение. Нормальный цикл обмена между двумя станциями состоит из передачи пакета данных и выдачи в обратном направлении пакета-подтверждения. Для каждой

пары станций осуществляется независимое от других пар станций управление потоком пакетов данных путем их циклической нумерации. Режим 2 совместим с режимом сбалансированного класса процедур протокола HDLC (стандарты ISO4335 и 7809, НМ МПК по ВТ 54-82 и проект СТ СЭВ и ГОСТ).

В ISO рассматривается и режим 3 работы УЛЗ: без предварительного установления соединения, но с подтверждением принятых пакетов с целью включения этого режима в стандарт ISO 8802/2.

Подуровень УЛС реализует алгоритм доступа к среде и адресацию станций. На подуровень УДС возлагается функция совместного использования физической среды, определяющая основные особенности ЛВС.

Методы совместного использования физической среды делятся на следующие классы: опрос, передача маркера, соперничество (случайный доступ), резервирование времени, сегментированная передача, вставка регистра. В системах с селективной передачей (два первых метода) станции могут осуществлять передачу только после получения соответствующего разрешения. *Опросом* называется алгоритм выдачи станциям разрешения на передачу по очереди. *Передачей маркера* (права) называется алгоритм выдачи разрешения на передачу от одной станции к другой.

В системах с соперничеством каждая станция перед началом передачи пытается "захватить" физическую среду с соблюдением определенной дисциплины, минимизирующей возможности и последствия наложения нескольких сигналов. В системах с резервированием времени станция осуществляет передачу только в течение временных интервалов, заранее зарезервированных для нее при генерации системы, в начале соединения и в произвольные моменты. При сегментированной передаче фиксированное число сегментов постоянно циркулирует по кольцу ЛВС и станции заполняют и освобождают их по мере необходимости. При вставке регистров любая станция может поместить в кольцо между двумя передаваемыми последовательными пакетами регистр, содержащий пакет.

Методы доступа к среде. Основные стандартизируемые в IEEE и в ISO методы доступа к среде подробнее рассмотрены ниже.

Физический уровень обеспечивает физическое сопряжение станции с физической средой, кодирование и декодирование сигналов, их буферизацию, поддерживает и восстанавливает битовую синхронизацию. Физический уровень делится на три подуровня: передача физических сигналов (ПФС), интерфейс с устройством доступа (ИУД) и модуль доступа к среде (МДС), который часто называют соединительным модулем или соединителем. Подуровень МДС выделяется с целью облегчения схемой интеграции с уровнем звена данных и обеспечивает для подуровней УДС последовательный побитовый интерфейс с физической средой. Подуровень представляет собой интерфейсный кабель, позволяющий размещать станцию на некотором удалении от среды. Кабель может иметь на своих концах соединители с ПФС и МДС6 или же в некоторых системах он может жестко соединяться с ПФС и МДС и иметь соединитель в разрыве кабеля. Подуровень МДС согласует сигналы, поступающие из ПФС, с характеристиками физической среды, обеспечивая возможность использования определенного ПФС различными типами физической среды.

В архитектуре ЛВС выделяется интерфейс, зависящий от среды (ИЗС). Характеристики этого интерфейса определяются свойствами физической среды и

способом соединения модуля МДС со средой: в разрыве кабеля, с прямым электрическим контактом с кабелем или через фантомную цепь.

Дискретные сигналы могут быть представлены в физической среде двумя основными способами: в основной полосе частот (сигнал передается непосредственно в физическую среду) и в широкой полосе частот (дискретный сигнал служит для модуляции несущего сигнала, который и подается в физическую среду).

Соединитель МДС может быть пассивным, не выполняя никаких сетевых функций, кроме передачи и приема сигналов для устройств, которые он обслуживает, и активным, выполняя сетевые функции и обеспечивая передачу сигналов между другими устройствами сети. Пассивный соединитель в отличие от активного может быть удален из сети, при этом он не оказывает влияния на процесс передачи данных между пользователями. В ширококвещательных сетях обычно используются активные соединители.

Физическая среда. Представляет собой физический материал, на котором размещается и перемещается с высокой скоростью информация. В качестве такого материала могут использоваться различные виды кабеля (типа "витая пара", коаксиальные, многожильные, волоконно-оптические), а также эфир (радиоканалы, УКВ-каналы, инфракрасные каналы). Ниже приведены основные параметры наиболее распространенных видов физической среды:

Характеристика	Витая пара	Многожильный кабель	Коаксиальный кабель	Волоконно-оптический кабель	Эфир
Скорость передачи, Мбит/с	До 10	300...500	До 10	До 1000	До 20000
Дальность передачи по одному сегменту	0,01...0,1	До 300	До 2,5	До 200	До 20
Типичное число узлов в сети	10...100	Сотни на канал	До 100	2 (кольцевые точки)	
Сложность соединения	Низкая	Высокая	Средняя	Очень высокая	Низкая
Возможность ответвления	Плохая	Отличная (тысячи узлов)	Средняя (100 узлов)	Плохая	Отличная
Возможность передачи различных видов информации	Низкая	Хорошая	Ограниченная	Очень хорошая	Очень хорошая
Помехозащищенность	Средняя	Высокая	Высокая	Очень высокая	Высокая
Относительная стоимость (на метр)	1	5	10	50	-
Состояние технологии	Зрелое	Развивается	Развивается	Развивается	Развивается

Витая пара состоит из оболочки (с экраном или без), внутри которой содержится одна или несколько пар свитых в виде спирали проводников. Витые пары используются в стандартных телефонных соединениях и для подключения телексных терминалов. При использовании в АТС электронных коммутаторов с цифровой передачей речи возможно построение ЛВС на имеющихся телефонных каналах АТС. В ЛВС витые пары применяются, как правило, в режиме передачи немодулированных сигналов, причем две или больше пар отводятся для передачи сигналов оповещения о предстоящей передаче данных.

До недавнего времени одним из недостатков витых пар считалась низкая скорость передачи (до 1 Мбит/с). В настоящее время на витых парах достигнута скорость 10 Мбит/с и ожидается, что она может быть увеличена почти на порядок. Основными недостатками витых пар остаются простота несанкционированного доступа и их чувствительность к электромагнитным помехам. Поэтому витые пары применяются главным образом в кольцевых сетях, где используются повторители, имеется возможность стыковать различные типы кабелей и вставлять в критическом месте нечувствительную к помехам секцию кабеля.

Многожильные кабели применяются в целом ряде ЛВС. Отдельные провода кабеля могут использоваться для разных целей (передача данных, сигналов идентификации, индикации состояний и др.). Передача данных по нескольким параллельным линиям повышает пропускную способность всего кабеля (сотни Мбит/с) при сравнительно малой скорости передачи сигналов по одному проводу (десять Мбит/с). При низкой скорости передачи сигналов снимаются проблемы отражения сигналов и согласования импедансов, характерные для высокоскоростных линий, упрощаются и удешевляются интерфейсные схемы, хотя и увеличивается их необходимое количество. К основным недостаткам кабелей относится их плохая помехозащищенность (при отсутствии экрана) и высокая стоимость.

Коаксиальный кабель состоит из центрального проводника, окруженного слоем изолирующего материала, проводящего экрана и внешней оболочки. Имеется несколько разновидностей коаксиального кабеля с разными характеристиками. Некоторые кабели лучше передают высокие частоты, другие отличаются меньшим затуханием, устойчивостью к наводкам и т.п. Наиболее высококачественный кабель обладает большой жесткостью, и его трудно монтировать. Кроме того, электрические характеристики коаксиального кабеля (его сопротивление в рабочем диапазоне частот составляет 50...70 Ом) делают его малоприменимым для многих целей. Он очень удобен для передачи высокочастотных сигналов при сохранении относительной устойчивости к электрическим наводкам, а также для передачи модулированных и немодулированных сигналов. Он отличается надежностью, простотой конструкции и умеренной массой. В сетях кабельного телевидения используется коаксиальный кабель, полоса пропускания которого больше 300 МГц, обеспечивающий передачу на большие расстояния. В режиме передачи немодулированных сигналов коаксиальный кабель позволяет передавать информацию со скоростью 10 Мбит/с. Лучшие электрические свойства и простота обусловили использование коаксиального кабеля в качестве физической среды большинства ЛВС.

Волоконно-оптический кабель (световод) основан на использовании в качестве проводящей среды сверхпрозрачного стекловолокна. Теоретический предел пропускной способности световода определяется сотнями Гбит/с, а на практике уже достигнута скорость 2,41 Гбит/с. К достоинствам световода следует отнести его высокую помехозащищенность, защиту от несанкционированного доступа и небольшую массу. К его недостаткам относятся: высокая стоимость подключения новых станций из-за незрелости технологии волоконно-оптических разветвителей; по ним нельзя передавать электрическую энергию для повторителей и других устройств; подключение ответвителей вызывает значительное ослабление сигналов; сигналы могут передаваться по кабелю только в одном направлении.

Ожидается, однако, что многие из перечисленных проблем будут решаться по мере развития технологии волоконной оптики и расширения ее применения в ЛВС.

Световоды применяются в ЛВС кольцевой и звездообразной конфигурации, например в ЛВС Fibrenet фирмы Хегох, имеющей топологию звезды. Они наиболее подходят для взаимосвязей больших ЭВМ, где требуются высокие скорости передачи. В то же время их применение для работы при средних и низких скоростях не считается целесообразным.

Новым типом физической среды ЛВС является эфир, в котором могут быть организованы радиоканалы, инфракрасные каналы и микроволновые каналы. Радиоканалы наиболее пригодны для обслуживания мобильных станций. В стандартных ЛВС радиоканалы используются слабо из-за экранированности зданий и узкой полосы доступных радиочастот. Инфракрасный канал обеспечивает высокие скорости передачи (несколько Мбит/с) на расстояние прямой видимости. В отличие от радиоканалов он нечувствителен к электромагнитным помехам и не занимает полосы частот радио- или видеосигналов. К недостаткам инфракрасного канала следует отнести небольшую дальность передачи. Микроволновый канал обеспечивает еще более высокие скорости (до 20 Гбит/с) на расстояния 15...20 км (при обеспечении прямой видимости).

Классификация ЛВС. Многофункциональная классификация с охватом достаточно широкого класса признаков ЛВС обобщает имеющиеся системы классификации с учетом последних результатов расширения характерных признаков ЛВС и их усовершенствования. Локальные вычислительные сети различаются следующими основными признаками: способом внутренней и внешней (со стороны ЛВС или сетей общего пользования) адресации абонента; классами сообщений и услуг, обеспечиваемых сетью (приоритетность, временные ограничения, многопунктовые, широковещательные и др.); временами ответа для внешних абонентов; скоростями сообщений или пакетов в единицах пакет/сообщение; форматами сообщений (фиксированный или переменный); характером изменения производительности сети от нагрузки в течение суток; степенью доступа к сети или к отдельным ее станциям; надежностными параметрами; требованиями к эксплуатации.

Важной характеристикой ЛВС являются ее территориальные параметры: размеры области, охватываемой одной ЛВС; максимальное расстояние между узлами; общая длина физической среды; максимальное число подключенных станций. Основные признаки классификации ЛВС и конкретные типы ЛВС приведены ниже:

Признаки ЛВС

Сфера применения
Функциональное
назначение

Размеры
Вид трафика

Топология

Физическая среда

Основные варианты

Учрежденные; заводские; домашние
Распределенная обработка данных; удаленный ввод-вывод; научная деятельность; образование; резервирование мест; финансовые операции; производственное управление и учет
Здание; территория предприятия; город
Непрерывный; групповой; внутренний
внешний
Шинная; кольцевая; звездообразная; петлевая; древовидная; смешанная; полносвязная
Витая пара; многожильный кабель; коаксиальный кабель; силовой кабель; волоконно-оптический кабель; радиоканал; инфракрасный канал; микроволновый канал

Метод доступа к среде

Структура внутренней адресации
Адресация абонентов других ЛВС

Адресация со стороны служб общего пользования

Опрос; передача маркера; соперничество; сегментированная передача; вставка регистра; резервирование времени; радиочастотная модуляция
Плоская; иерархическая; групповая; расширения адресного пространства
Доступ через фиксированные соединения; доступ через коммутируемые соединения глобальных сетей; адрес абонента © часть общего адресного пространства обеих (нескольких) ЛВС; адрес абонента © субадрес глобального адреса (в рамках глобальной сети) удаленной ЛВС
Адресация к шлюзам (адрес шлюза относится к области адресации); адресация непосредственно к абонентам ЛВС (в области общей адресации)

МАГИСТРАЛИ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ (ММС)

Общие сведения. Архитектура современных и перспективных ММС, ВС и СОД базируется на интерфейсах второго поколения, имеющих первостепенное значение при их проектировании. Интерфейс в системах рассматривается как способ организации каналов передачи информации между отдельными подсистемами, регламентирующий дисциплину работы и эффективность функционирования системы в целом.

Интерфейсы данного класса значительно отличаются архитектурой и функциональными возможностями от системных интерфейсов ЭВМ типа "Общая шина", и поэтому их часто называют интерфейсами второго поколения, интерфейсными системами.

В состав ММС на основе интерфейсной системы входит несколько сегментов, каждый из которых содержит одну или несколько машин, имеющих в своем составе одноплатную машину и платы, расширяющие ее возможности и подсоединяемые посредством локальной магистрали (ЛМ). Несколько машин, входящих в состав одного сегмента, связываются системной магистралью (СМ), выполненной в виде объединительной печатной платы. Отдельные сегменты соединяются последовательной магистралью (ПМ) или через сегментаторы.

Система ММС состоит из набора модулей, каждый из которых, как правило, является абонентом СМ, а некоторые могут выходить на ПМ. Модули памяти могут быть абонентами ЛМ или СМ. Двухпортовые модули памяти являются абонентами и ЛМ, и СМ.

Каждый сегмент имеет некоторые общесистемные средства (генератор тактовых синхроимпульсов, аппаратуру арбитража и прерывания, диагностические средства и т.п.), которые могут находиться в отдельных модулях либо могут быть рассредоточены по различным модулям.

Основной магистралью ММС, реализующей мультипроцессорную работу и объединяющей большинство модулей сегмента, является СМ. Самой быстродействующей магистралью, используемой обычно для расширения памяти процессоров, является ЛМ. Как правило, ЛМ имеет уменьшенное адресное пространство, меньшую нагрузочную способность по сравнению с СМ и может обслуживать один или два задатчика. Работа этих магистралей основывается на

принципе "задатчик-исполнитель". Несколько задатчиков используют магистрали с разделением времени в соответствии с заданным алгоритмом арбитража.

Ниже приведены магистрали основных интерфейсных систем, современных MMC:

<i>Тип магистрали</i>	<i>MBI</i>	<i>MBII</i>	<i>VAXBI</i>	<i>VME</i>	<i>Futurebus</i>	<i>Fastbus</i>
Системная	SB	PSB	VAXBI	VME	P	P
параллельная						
Локальная	LBX	LBXII	-	VMX	-	-
параллельная						
Последовательная	BITBUS	SSB	-	VMS	CSMVC	S
межсегментная						
Многоканальная	MCN	MCN	-	-	-	-
ВВ						
Локальная	SBX	SBX	-	-	-	-
расширенная ВВ						

Примечание: MB — Multibus, MCN — Multichannel, ВВ — ввод-вывод.

Общая организация. Для реализации системных управляющих функций в современных интерфейсах, как правило, используется децентрализованное управление, хотя в некоторых из рассматриваемых магистралей содержатся отдельные элементы централизованного управления. Это касается арбитража, управления циклом обмена и прерываниями.

Наиболее общие характеристики рассматриваемых в разделе интерфейсов MMC разделяют на следующие основные группы: *принципы управления* (синхронное или асинхронное, централизованное или децентрализованное); *режимы передачи данных* (одиночный, блочный, широкоэмитательный); *типы адресации* (логическая, географическая, групповая, расширенная, псевдоадресация); *степень и возможности мультипроцессорной организации* (малопроецессорные, мультипроцессорные и существенно мультипроцессорные системы); *механизм передачи межпроцессорных сообщений*; *разрядность и мультиплексирование адреса и данных* (раздельные и совмещенные шины адреса и данных); *наличие аппаратного контроля на магистрали*; *конструктивные особенности* (возможности использования печатных плат нескольких модификаций, размеры плат и каркасов, конструкции объединительной платы или кабеля и т.д.); *степень проработки параметров системы*, обеспечивающих более высокие по сравнению с ЭВМ эксплуатационные параметры, простоту воспроизведения и совместимость изделий различных изготовителей; *степень промышленного анонсирования* отдельных элементов промышленностью (несущих конструкций, соединителей, готовых модулей, а также специальных интерфейсных БИС).

При работе магистрали используются два основных типа протокола: синхронный и асинхронный. При *синхронном протоколе* (СП) все сигналы устанавливаются и проверяются относительно тактового синхроимпульса, а при *асинхронном* (АП) — произвольное время. Большинство современных интерфейсов используют АП, но некоторые используют СП. Последний обладает большей помехозащищенностью, так как проверка управляющих сигналов производится на фронте синхроимпульсов, т.е. во "временном окне", которое обычно составляет около 8 % общего времени работы. В остальное время возможные помехи не оказывают влияния. При АП модули могут сработать от помехи почти в произвольный момент. Кроме того, СП увеличивает надежность связи в отсутствии на магистрали неопределенных процессов. В АП

должна быть предусмотрена защита от нестабильных состояний, особенно при высокой частоте работы на магистрали.

Синхронный протокол проще в реализации, отладке и тестировании (может быть использован логический анализатор), но менее гибок. Он может иметь значительно меньшее быстродействие по сравнению с АП, который особенно удобен при использовании на магистрали модулей с различными скоростями работы. Недостатком СП является наличие централизованного генератора тактовых синхросигналов. Реализация блочного и широковещательного режимов передачи повышает быстродействие и расширяет функциональные возможности магистрали.

Мультиплексирование шин адреса и данных позволяет существенно уменьшить число драйверов магистрали, сократить число контактов соединителей модулей и линий на объединительной плате. Разделительные шины адреса и данных дают возможность повысить пропускную способность магистрали, особенно в режиме перекрытия, когда во время текущего цикла передачи данных устанавливается адрес следующего цикла передачи.

Введение сигналов четности адреса и данных повышает надежность работы информационного канала магистрали, хотя увеличиваются затраты оборудования на формирование и проверку четности в модулях. Передача сигналов управления в виде информационного кода с использованием СП позволяет реализовать контроль по четности и управление сигналами.

Использование географической адресации (наряду с логической) дает возможность программно задавать режимы и диапазоны адресов модулей, изменять конфигурацию системы и реконфигурировать ее при отказах.

В современных интерфейсах для реализации мультипроцессорной работы наряду с механизмом прерывания с последующим опросом источника прерывания общей памяти в целях получения дополнительной информации широко используется механизм передачи сообщений. Этот механизм позволяет передавать информацию из локальной памяти одного процессора в локальную память другого аппарата с высокой скоростью без программной взаимосинхронизации. При этом протокол передачи сообщений наряду с другими интерфейсными протоколами реализуется в интерфейсных БИС.

Управляющие сигналы, как правило, передаются по магистрали в инверсном коде. Действующее значение сигнала имеет уровень лог.0 ТТЛ (низкий уровень), отсутствие сигнала соответствует лог.1 (высокий уровень). При нарушении контактов соединителей или обрывах линий (более вероятных, чем ложное замыкание) сигнал отсутствует, что меньше влияет на работу системы и облегчает поиск неисправности.

Стандартизация. Процесс стандартизации интерфейсов ММС осуществляется в национальных и международных масштабах. Процесс в области микроэлектроники и конъюнктурные соображения крупных фирм стимулируют появление проектов интерфейсных ММС. В этих условиях форма организации разработки и процедура принятия не являются совершенными и оперативными. Так, исходный стандарт IEEE P796 (MBI) в ранге международного стандарта IEC (стандарт BUS I подкомитета 47B) появился на семь лет позже исходного.

В настоящее время из-за обилия проектов стандартов на интерфейс ММС можно выделить группу основных, ставших стандартами де-факто, которые в модернизируемом виде (по рекомендациям рабочих групп IEEE и IEC) или в полном соответствии с проектами, представленными рабочими группами или фирмами, рассматриваются как международные стандарты (BUSI, VME-bus, Futurebus, Fastbus, MBII).

В основе стандарта IEC BUSI (проект 1985 г.) лежит стандарт США IEEE P796 (стандартизованный вариант интерфейса MBI фирмы Intel). Стандарт состоит из трех частей: 1) описание протокола; 2) описание физической реализации в соответствии с P796; 3) описание физической реализации на основе плат евromеханики высотой 233,4 и 100 мм и глубиной 160 мм, разъемом 603-2 по стандарту IEC. По сравнению с P796 число линий адреса увеличено до 24 и оговорены функции второго разъема.

Проект интерфейса P896 (окончательный проект 7.2 в 1986 г.) разрабатывался различными международными организациями (в период 1980-1983 г.г.) как единый процессорно-независимый интерфейс для 32-разрядных ММС будущего. В окончательную редакцию проекта внесены дополнения, сближившие проект с интерфейсами Fastbus и MBП в части географической адресации, параллельного арбитража, а также изменения в распределении контактов.

Новые технические решения по физической реализации позволяют достичь максимального быстродействия магистрали при необходимой нагрузочной способности передатчиков с TTL-уровнями (50 мА), имеющих оптоэлектронно-оптическую развязку.

Проект стандарта Fastbus (стандарт США ANSI/IEEE P-960) разрабатывался рабочими группами NIM и ESONE, а также комитетом IEC/TC45 (проект 243). В качестве проекта стандартов ANSI, NIM, ESONE, IEC/TC45 он получил практическое внедрение в мощных и высокопроизводительных 32-разрядных ММС для экспериментальных исследований в области физики высоких энергий. При многих положительных качествах стандарта продолжается доработка в части технологии физической реализации ММС, обусловленная использованием ЭСЛ-уровней для сигналов магистрали.

Стандарт VME-bus (P1014 1.2; IEC 821) разработан на основе 16-разрядного варианта VME (P961) и предусматривает использование второго разъема. Стандарт в основном ориентирован на 16-разрядные ММС с микропроцессорами типа 680XX, хотя в нем имеются модификации (разрядность 4, 2, 3 байт). Интерфейс является "сильно связанным" с процессором 680XX. Он в основном применяется как централизованная процессорная шина и благодаря интерфейсным БИС трех фирм является широко распространенным среди ММС, в которых платы процессора не используют локальную двухходовую память. Для VME имеются трудности в части обеспечения совместимости модулей 16- и 32-разрядных ММС, а также в части конфигураций ММС с различными вариантами исполнения.

Проект стандарта MBII (PSB, проект P1296) разработан фирмой Intel в 1982-1983 гг., которая в 1983 г. распространила свою спецификацию среди многих производителей для содействия в проверке и завершении спецификации. Комитет IEEE по разработке MBП в 1986 г. уточнил основные положения спецификации PSB, в том числе в части преимущественного использования двойных европлат (6U), терминологии и шин, которые в настоящее время не являются частью работы по стандартизации.

Основная цель комитета состоит в повышении качества проекта и возможности всестороннего одобрения для широкого распространения стандарта среди пользователей ММС, которые заинтересованы в процессорно-независимом стандартном интерфейсе 32-разрядных ММС, ориентированных на промышленные применения в реальном масштабе времени.

Характеристики основных интерфейсных систем:

Характеристика	Multibus MBI	MBII	VME	VAXBI	Futurebus	Fastbus	Nubus
Особенности структуры							
Протокол магистрали	АП	СП	АП	СП	АП	АП, СП	СП
Тактовая частота, МГц		10		5		20	10
Мультиплексирование шин	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да	Да
Разрядность данных	8; 16	8; 16; 24; 32	8; 16; 24; 32	16,32	8,16; 24,32	32	8,16; 32
Максимальная скорость передачи, Мбайт/с	10	40	20...57	13,3	117,6	160	37,5
Адресация							
Первичная/вторичная	224	232	224/232	230	232	232	232
Область ВВ	216	216	214	224	РУС	РУС	РУС
Широковещательный режим	Нет	ОС	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Мультипроцессорные возможности							
Виртуальные прерывания	Нет	Да	НО	НО	Да	Да	Да
Арбитраж, число уровней	Ц, 8	ПЦ, 32	ДЦ, 4	ДЦ, 16	ДЦ, 64	ДЦ, 64	ДЦ, 32
Передача сообщений	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Нет	Нет
Поддержка КЭШ-памяти	Нет	ОВ	ОВДа	Да	ОВ	ОВ	Нет
Диагностические системные возможности							
Географическая адресация (бит)	Нет	Да, 5	Нет	Да	Да, 5	Да, 6	Да, 4
Автоконфигурация	Нет	ПП	Нет	Нет	Да	Да	Да
Четность адреса/данных	Нет	Да	Нет	Да	Да	Да	Да
Четность линий управления	Нет	Да	Нет	Да	Да	Нет	Нет
Четность линий арбитража	Нет	Нет	Да	Да	Нет	Нет	
Повтор передач после сбоя	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Да	Да
Физическая реализация							
Размеры плат, мм:							
основная	305x172	233x220	233x160	233x203	367x280	367x400	367x2880
дополнительная	Нет	100x220	100x160	Нет	233x220	Нет	Нет
Число и тип соединителя	1, спец	1/603-2	2/603-2	2, спец	1/603-2	1, AMP	1/603-2
Общее число контактов	86	96	128	120	96	130	96
Число дополнительных соединителей/контактов	1/60	1/96	0/64	3/180	1/96	1/1950	1/96
Максимальное число объединяемых узлов	20	20	20	16	21	26	16
Выходной ток передатчиков, мА	32/48	48/64	48/64		50	ЭСЛ	48/64
Общее число линий	66	67	107		67	60	46

Примечание: АП — асинхронный протокол, СП — синхронный протокол, ОС — только для области сообщений, ПЦ — приоритетная цепь, НО — не определено, Ц — централизованный, ДЦ — децентрализованный, ОВ — ограниченные возможности, ПП — при первоначальном пуске, РУС — регистр управления и состояния, ЭСЛ — эмиттерно-связанная логика.

МАЛЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ

Общие сведения. Малые локальные сети (МЛС) являются специальным видом последовательных магистральных интерфейсов, ориентированных на решение задач нижнего уровня распределенных систем управления (PCY), т.е. на сопряжение с ЭВМ рассредоточенных цифровых датчиков и исполнительных органов. В зарубежной терминологии, характеризующейся разнообразием и наличием многих терминов-синонимов, эти МЛС получили название "fieldbus" — полевая магистраль.

Такие МЛС рассчитаны на применения в машиностроении, химической промышленности, в системах автоматизации зданий, крупных установок, бытовой электронике, автомобильном оборудовании, музыкальных инструментах, малых контрольно-измерительных и управляющих системах и т.п.

В настоящее время стандартизируются МЛС PCY двух типов: высокоскоростная (для микроконтроллеров и УСО, вырабатывающих большой объем данных в реальном времени) и низкоскоростная, ориентированная на датчики. Стандартизация магистралей ведется рабочими группами 65C и SP-50 комитета IEC.

Общие требования к МЛС PCY, стандартизируемых IEC, заключаются в следующем: наличие нормированных сопряжений, простое задание адресов подключения устройств к магистрали, преимущественное применение двухпроводных линий, максимальное число подключенных к магистрали устройств 1000, время передачи команды управления 5...50 мс, задержка запроса на передачу данных от 5 мс до 5 с, гальваническая развязка между средствами автоматизации и технологическим оборудованием, напряжение пробоя для магистрали 500 В, допускаются две необнаруженные ошибки за 1000 лет, возможность питания устройств, подключенных к магистрали, по проводам магистрали.

В настоящем справочнике приведены краткие сведения по наиболее известным МЛС PCY: BITBUS, CCS, D²B, EUREKA, I²C, ISA, SP-50, FIP, HP-IL, HPL (Cebus), MIDI, MIL STD-1553B, MIL STD-1773, S-net. На основе их анализа можно сделать следующие основные выводы о тенденциях развития: значительное число инженерных разработок и объединение ряда фирм для решения этой проблемы; появление нескольких конкурирующих проектов, претендующих на международные стандарты; неустоявшаяся и разнообразная терминология в этой области; доведение разработок до практической реализации в виде БИС и СБИС с программной поддержкой в ЭВМ массового применения; обеспечение сопряжения МЛС с ПЭВМ различных архитектур; работа систем с коротким форматом данных; постоянное совершенствование, развитие и поиск новых решений при создании МЛС.

Характеристики интерфейсов PCY:

Характеристика	ИРМ	ИЛПС1/2	BITBUS	MAP	MIL-1553B
Уровни модели ВОС	1...2	1...2	1...2	1...6/7	1...2
Метод доступа	ПП	ПП	ПП	ПМ	802.4
Передающая среда	К	К, ВП	ВП, К	ВП, К	ВП, К
Максимальное число станций	60	63	32		31
Максимальная скорость передачи, МГц	0,5	4	2,4	5,10	1
Максимальная длина сегмента, м	3	3	0.3		0.1

Формат сообщений, Ф,П	Ф, П	Ф/П	П	П	Ф
Информационное поле, байт	256	256	1024	256	2
Способ контроля (бит)	ЦК (16)	ЦК (16/8)	ЦК	ЦК	КЧ
Способ кодирования передачи	ДФ-Ф	ДФ-Ф	БНВ-1	М-П	М-П

П р и м е ч а н и е: ПП — передача права, ПМ — передача маркера, К — кабель, ВП — витая пара, Ф — фиксированный, П — переменный, ЦК — циклический контроль, КЧ — контроль по четности, М-П — манчестерский, ДФ-Ф — дифференциальное фазоразностное, БНВ — без возврата к нулю.

ПРОТОКОЛЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛАМИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Ниже рассматриваются обобщенные характеристики наиболее часто используемых протоколов управления каналами передачи данных. При описании каждого приведенного в справочнике протокола используется унифицированный формат. Все основные протоколы могут быть разделены на два основных класса: байт-ориентированный и бит-ориентированный, наиболее известные из которых приведены ниже.

Байт-ориентированные

BSC, фирма IBM
DDCMP, фирма DEC

Бит-ориентированные

ADCCP, ANSI
HDLC, ISO,
SDLC, фирма IBM,
HDLC/X.25, CCITT, ISO

Широкое распространение получили протоколы BSC, DDCMP, SDLC, HDLC/X.25. Их характеристики приведены ниже:

<i>Характеристика</i>	<i>BSC</i>	<i>DDCMP</i>	<i>SDLC</i>	<i>HDLC/X.25</i>
Полудуплекс	Да	Да	Да	Да
Дуплекс	Нет	Да	Да	Да
Формат сообщений	Переменный	Ф и к с и р о в а н н ы й		
Управление каналом	Управляющие, байты	З а г о л о в о к		
Адресация станции	З а г о л о в о к		Адресное поле	
Проверка информации	Информация	Заголовок	Кадр	Кадр
Метод обнаружения ошибок	CRC-12, CRC-16, др.	CRC	CCITT	
Запрос на повторную передачу, приостановка с ожиданием, возврат на N сообщений	Да	Да	Да	Да
Число неподтвержденных сообщений	1	255	7	127
Ограничители начало	2 SYN	2 SYN	Флаг	Флаг
конец	Завершающие байты	Счетчик	Флаг	Флаг
Допущение промежутков между символами	Да	Нет	Нет	Нет
Прозрачность	Да	О б е с п е ч и в а е т с я		

информации				
Кодирование	ASCII	ASCII	Любое	Любое
символов	EBCDIC			
Длина информацион-	pxL	pxB	pxB	Любая
ного поля				
Возможность началь-	Нет	Да	Да	Да
ной загрузки				
Параллельный канал	Нет	Да	Нет	Нет
Асинхронный канал	Нет	Да	Нет	Нет

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Общие сведения. В настоящее время стандартизация интерфейсов и протоколов осуществляется в рамках: международных организаций ISO (МОС), ССИТТ (МККТТ), IEC (МЭК); международных объединений ЕСМА, МПК по ВТ Секция 2 СЭВ (до 1991); национальных организаций и институтов по стандартизации ANSI (США), AFNOR (Франция), BSI (Великобритания), DIN (ФРГ), JISC (Япония), Госстандарт (бывший СССР); профессиональных интересов — IEEE, объединение EIA (США); комитет ESONE, группа EDICG.

Ниже дается обзор деятельности перечисленных организаций в рассматриваемой области.

Международная организация по стандартизации (МОС) — International Organization for Standardization (ISO). Всемирная организация, ответственная за разработку международных стандартов путем координации деятельности участвующих национальных органов стандартизации из 90 стран мира. Стандарты МОС разрабатываются в несколько этапов. Исходный документ представляется в виде рабочего проекта (документа — РД) — WD (Working Draft), на основе которого создается проект комитета CD (Committee Draft). Последний проходит, как правило, несколько стадий обсуждения и голосования, после чего документ приобретает статус проекта международного стандарта (ПМС) DIS (Draft International Standard). После одной из нескольких стадий обсуждения и голосования DIS представляется в Центральный секретариат МОС для утверждения в качестве международного стандарта (МС).

Задача стандартизации интерфейсов и протоколов решается в рамках МОС и МЭК в основном силами объединенного технического комитета ОТК1 МОС/МЭК и в части систем управления производством — технического комитета ТК184 МОС.

Комитет ОТК1 "Информационная технология" образован в 1987 г. на основе ТК97 МОС и ПК47В, ТК83 МЭК. После окончательной организации ОТК1 стандартизацией интерфейсов и протоколов занимается несколько подкомитетов, в основном ПК6, ПК25, ПК26 и ПК1.

ПК6 "Передача данных и обмен информации между системами" (до 1984 г. — "Передача данных") сформирован в 1961 г. одновременно с образованием ТК97. В 1984 г. при реорганизации ТК97 в ПК6 была передана часть функций прежнего ПК16 "Взаимосвязь открытых систем" (1968-1984 гг.) и уточнено его название.

Сфера деятельности: стандартизация системных функций, процедур и параметров, а также условий их использования, необходимых для передачи данных между системами данных по каналам связи и/или сетям, которые находятся в сфере деятельности МОС.

Рабочие группы: РГ1 — Уровень звена данных, РГ2 — Сетевой уровень, РГ3 — Физический уровень, РГ4 — Транспортный уровень.

Основные направления работ: соединители интерфейсов (МС 2120, 2593, 4902, 4903, ПМС 8877, наименования указанных здесь и ниже международных стандартов и их проектов даны в приложении); физические соединения между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой окончания канала данных (АКД), между ООД-ООД и качество сигналов на интерфейсах (МС: 7477, 7480); управление операциями резервирования интерфейсов ООД-АКД (ПМС 8480); применение рекомендаций МККТТ серии X (МС 8208, 8280, 8472, 8481; ПМС: 8878, 8881, 8882, 9068); протоколы и интерфейсы локальных вычислительных сетей (ПМС 8802/1...5,7); процедуры управления звеном данных в основном режиме (МС 1777, 1745, 2111, 2628, 2629); протоколы и услуги уровня звена данных (МС 3309, 4335, 7478, 7776; ПМС 8471, 8885, 8886); протоколы и услуги физического уровня; протоколы, интерфейсы и услуги сетевого уровня (МС 8348, 8473; ПМС 8478, 8648, 8880); протоколы и услуги транспортного уровня (МС 8072, 8073; ПМС 8602); интерфейсы с цифровыми сетями интегрального обслуживания ISDN.

ПК21 "Доступ, передача и управление информацией" образован в 1984 г. На него была возложена часть функций расформированных подкомитетов ПК5 "Языки программирования" и ПК16. Направления деятельности: разработка и развитие эталонной модели ВОС, стандартизация протоколов и услуг уровней прикладного представления и сессий.

Рабочие группы: РГ1 — Архитектура ВОС, РГ2 - Машинная графика, РГ3 — Системы управления базами данных, РГ4 — Управление ВОС, РГ5 — Специальные прикладные службы (виртуальных терминалов, передача файлов, передача заданий, управление группами прикладных процессов), РГ6 — Службы уровня сессий, уровня представления и общие прикладные службы.

Основные направления работ: протоколы и услуги уровня сессий (МС 8326, 8327); протоколы и услуги уровня представления (МС 8822 - 8825); машинная графика (МС 7942, 8632, 8651, 8505); управление и языки описания баз данных (ПМС 8907, 9075); доступ, передача и управление файлами (МС 8211, ПМС 8571); протоколы виртуальных терминалов (ПМС 9040,9041); передача и обработка заданий (МС 8831, 8832); элементы услуг общего применения (ПМС 8649, 8650); система обмена текстами (ПМС 8505, 8883, 9066); методы и языки формализованного описания (ПМС 8807, 9074); развитие эталонной модели взаимосвязи открытых систем (МС 7498, 8509; ПМС 7498 ДОП 1-4).

ПК25 "Взаимосвязь оборудования информационной технологии" образован в 1989 г. в результате слияния ПК13 "Взаимосвязь технических средств" и ПК83 "Оборудование информационной технологии". Направление деятельности: стандартизация интерфейсов, протоколов и соответствующей физической среды для оборудования главным образом обычного исполнения помещений (за исключением средств и сетей телеобработки данных).

В настоящее время в ПК25 действуют четыре рабочие группы:

РГ1 — "Бытовые электронные системы", РГ2 — "Соединения волоконно-оптических линий для оборудования информационной технологии", РГ3 — "Прокладка кабелей в помещениях заказчика", РГ4 — "Взаимосвязь вычислительных систем и подсоединяемых технических средств". Стандартизацией интерфейсов активно занимается РГ4, образованная на основе ПК13.

Основные направления работ: волоконно-оптический интерфейс распределенной сети передачи данных EDDI (МС 9314-1, 9314-2, 9314-3, 9314-4, 9314-5, 9314-6); системные интерфейсы малых ЭВМ SCSI, SCSI-2 (МС 9316, РД 10288); интеллектуальный периферийный интерфейс IPI (ПМС 9318-1, 9318-2, 9318-5, МС 9318-3, 9318-4, РД 9318-6, 9318-7); расширенный интерфейс малых устройств ESDI (ПМС 10222); интерфейсы накопителей на гибких магнитных дисках, магнитных лентах и магнитных дисках (МС 9315, ПМС 9317, 9324); высокопроизводительный параллельный интерфейс HPPI (РД ПК25/РГ4 ×599).

РГ1 - РГ3, образованные на основе аналогичных групп подкомитета ПК83, занимаются стандартами на волоконно-оптические линии связи для ИВС, руководствами по прокладке интерфейсных кабелей в помещениях заказчика, а также планируют разработку стандартов на интерфейсы для бытовых электронных систем.

ПК26 "Микропроцессорные системы" образован в 1989 г. из ПК47В (до образования ОТК1 — ПК47В МЭК). В настоящее время в ПК26 входит четыре рабочих группы, занимающихся разработкой стандартов на архитектуру и интерфейсы микропроцессорных систем. В части интерфейсов разработан стандарт на 32-разрядную параллельную шину IEC 821, ведутся работы над проектами на параллельную шину расширения IEC 821 VSB (проект IEC 822), на последовательную шину VMS (проект IEC 823) и микропроцессорную системную шину для 8- и 16-разрядных данных MULTIBUS I (проект IEC 796).

ПК1 "Терминология". Его рабочая группа РГ7 "Передача данных и вычислительные сети" ведет разработку терминологии по передаче данных, распределенной обработке данных и вычислительных сетей (глобальных и локальных) (МС 2382/09, 2382/21, ПМС 2382/18, 2382/25, 2382/26), включая терминологию по интерфейсам и протоколам.

ТК184 "Системы автоматизации производства". К наиболее важным работам этого комитета следует отнести разработку стандартов по электрическим и механическим параметрам интерфейсов систем управления производственными процессами (ПМС 8867, 9283).

К 1986 г. силами перечисленных технических комитетов МОС и их подкомитетов было разработано 22 международных стандарта, а к 1990 г. — свыше 50 новых международных стандартов, касающихся интерфейсов и протоколов

Международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии (МККТТ) — International Telegraph AND Telephone Consultative Committee (CCITT). Первоначально был создан как международный орган почтовой и телеграфной связи с задачей стандартизации в области электросвязи. В последние годы, однако, его интересы значительно расширились до более высоких функциональных уровней архитектуры вычислительных систем. Стандарты МККТТ издаются под названием "Рекомендации".

В МККТТ в настоящее время действует 16 исследовательских комиссий (Study Group). Задачи стандартизации интерфейсов систем передачи, обработки данных и вычислительных сетей решаются в основном силами ряда исследовательских комиссий (ИК).

ИК VII "Сети передачи данных". Образована в 70-х годах. Основные направления работ: стандартизация взаимодействий различных сетей данных общего пользования (СДОП) с коммутацией каналов, СПОД с коммутацией пакетов, коммутируемых телефонных сетей общего пользования (ТФОП), цифровых сетей интегрального

обслуживания ISDN, сетей сигнализации по общему каналу CCSN, сетей децентрализованной сигнализации, мобильных и частного пользования; разработка интерфейсов серии X для ООД в ISDN и новых интерфейсов для служб данных в ISDN; развитие рекомендаций по интерфейсам ООД-АКД для служб коммутации каналов и для терминальных устройств пакетного режима; эталонная модель взаимосвязи открытых систем (ВОС) для применений МККТТ (X.200); уровни 1...4 эталонной модели ВОС для применений МККТТ; тестирование и верификация протоколов передачи данных; методы формализованного описания для рекомендаций серии X.

ИКСХVII "Передача данных по телефонным сетям". Она работает по следующим основным направлениям: обеспечение взаимодействия ООД с ISDN по интерфейсам серии V; тестирование АПД телефонных и широкополосных каналов связи; цепи обмена; передача данных по межконтинентальным коммутируемым телефонным соединениям; пересмотр рекомендаций серии V; уровни мощности сигналов данных при передаче по телефонным каналам; общие физические характеристики интерфейсов обмена данными; взаимодействие сетей ISDN и/или СДОП с терминалами сети ТФОП, оборудованными модемами.

ИКСХVIII "Цифровые сети, включая ISDN". Она работает по следующим основным направлениям: общие принципы ISDN; определение принципов услуг; архитектурная функциональная модель; эталонная модель протоколов ISDN; взаимодействие сетей ISDN между собой и с другими сетями; интерфейсы пользователь — сеть; общие вопросы интерфейсов в сетях ISDN; взаимодействие различных систем, основанных на различных принципах; сетевые аспекты существующих и новых уровней и сетевой иерархии.

ИКI "Определение, функционирование и вопросы качества услуг и служб телефонной связи, передачи данных и телематики (фототелеграфа, телетекса и др.)" и ИКVIII "Оконечное оборудование для служб телематики". Они решают задачи стандартизации взаимосвязей служб телеграфной связи, передачи данных, телематики и связи с другими службами.

ИКСХ "Телеграфные сети и оконечное оборудование". Наряду с другими задачами занимается стандартизацией взаимосвязей (в том числе международных) служб телекса и связей с другими сетями.

МККТТ рассматривает и утверждает свои рекомендации на пленарных ассамблеях, заседания которых происходят один раз в четыре года. Рекомендации МККТТ издаются в виде отдельных томов, различающихся и именуемых по цвету переплета: 1968 г. — Белая книга, 1972 г. — Зеленая книга, 1976, — Оранжевая книга, 1980 г. — Желтая книга, 1984 г. — Красная книга. Рекомендации отдельной тематики объединяются в серии, обозначаемые латинской буквой, например: серии V — передача данных по сетям данных; серия I — цифровые сети интегрального обслуживания.

Европейский Совет почтовой и телеграфной связи СЕРТ — Council European Post and Telegraph. Он вносит вклад в работу МККТТ в виде рекомендаций СЕРТ (например, рекомендация СЕРТ Т/СД 6-1 "Европейская служба интерактивного видеотелекса"). Перечень основных рекомендаций МККТТ по интерфейсам и протоколам приведен в приложении.

Международная электротехническая комиссия (МЭК) — International Electrotechnical Committee (IEC). Несет ответственность за стандартизацию в области

электроники, включая взаимосвязь и интерфейсы оборудования определенных видов. Стандарты МЭК издаются под названием "Публикации". Вопросы стандартизации интерфейсов решаются в рамках нескольких технических комитетов МЭК.

ТК45 "Ядерное приборостроение". В середине 70-х годов комитет разработал стандарты на модульную систему обработки данных САМАС (КАМАК, публикации IEC 516, 547, 552 и др.).

ТК47 "Полупроводниковые устройства". Подкомитет ПК47А "Интегральные схемы" разрабатывает стандарты на интерфейсные интегральные схемы (IEC 748-4, проекты публикаций).

ТК/65 "Измерение и управление в производственных процессах". Подкомитетом ПК 65С "Цифровая передача данных в системах измерения и управления" подготовлен к публикации ряд стандартов на локальную вычислительную сеть PROWAY для управления производственными процессами.

ТК57 "Телеуправление, телезащита и соответствующая электросвязь в энергетических системах" подготавливает стандарты на интерфейсы и протоколы систем телеуправления энергоснабжением.

ТК86 (бывший ТК46) "Волоконная оптика". Подкомитетом ПК86В "Соединительные устройства волоконной оптики и пассивные компоненты" ведется разработка стандартов на интерфейсные соединители волоконно-оптических кабелей.

Европейская ассоциация производителей вычислительных машин — European Computer Manufacturers Association (ECMA). Она была организована в начале 60-х годов по инициативе ведущих западно-европейских компаний в области средств обработки данных с целью координации деятельности европейских производителей средств обработки данных по стандартизации операционных методов ЭВМ (программирование, коды ввода-вывода и др.). До 1984 г. вопросы стандартизации интерфейсов и протоколов решались в ЕСМА в основном силами технических комитетов: ТК23 "Взаимосвязь открытых систем", ТК24 "Протоколы передачи данных" и ТК25 "Сети данных". В результате реорганизации ЕСМА оставшиеся функции этих трех ПК и новые задачи были возложены на вновь образованный ТК32 "Передача данных, сети и взаимосвязь систем". В результате всех проведенных реорганизаций в ЕСМА к 1986 г. было упразднено 18 технических комитетов, выполнивших свои функции, в настоящее время действует 14.

В рамках ТК32 действует восемь рабочих групп (Task Group): РГ1 — "Сети данных общего пользования", РГ2 — "Распределенная интерактивная обработка", РГ3 — "Локальные вычислительные сети", РГ4 — "Управление взаимосвязью открытых систем", РГ5 — "Распределенные службы", РГ6 — "Интерфейсы с сетями коммутации частного пользования", РГ7 — "Транспортный и сетевой уровни", РГ8 — "Протоколы виртуальных терминалов".

Основные задачи ТК32: поддержание позиции ЕСМА в ISO по эталонной модели ВОС, разработка вкладов в МОС в развитие эталонной модели ВОС; разработка стандартов на услуги и протоколы всех уровней эталонной модели ВОС; разработка стандартов на управление ВОС; исследование областей применения и возможностей стандартизации локальных систем передачи данных (например, локальных вычислительных сетей, сетей частного пользования), разработка необходимых стандартов; разработка стандартов на интерфейсы между оборудованием информационной технологии в сетях коммутации каналов частного пользования.

Перечень стандартов ЕСМА на интерфейсы и протоколы приведен в приложении 1.

Межправительственная комиссия по вычислительной технике (МПК по ВТ) стран-членов СЭВ. Она решала задачи стандартизации в области вычислительной техники, телеобработки данных и вычислительных сетей силами нескольких органов: Совет главных конструкторов (СГК) Единой системы ЭВМ (ЕС ЭВМ), СГК системы малых ЭВМ (СМ ЭВМ), Общая секция специалистов (ОСС) при СГК ЕС и СГК СМ ЭВМ по сетям ЭВМ.

СГК ЕС ЭВМ. Стандартизация интерфейсов и протоколов осуществлялась несколькими его рабочими органами — Секциями специалистов (СС): СС3 "Архитектура вычислительных систем" (НМ МПК по ВТ 43-8, 44-87, проекты СТ СЭВ); СС5 "Периферийные устройства" (НМ МПК по ВТ 10-78, 29-80; проекты СТ СЭВ); СС6 "Внешние запоминающие устройства" (НМ МПК по ВТ 12-78, 19-78; проекты СТ СЭВ); СС7 "Телеобработка данных" (НМ МПК по ВТ: 54-82, 55-82, 66-83, 72-83, 73-84; проекты СТ СЭВ).

СГК СМ ЭВМ. Им разработан ряд стандартов в ранге нормативных материалов НМ МПК по ВТ и методических материалов (ММ) СМ ЭВМ по интерфейсам между процессором, устройствами памяти и периферийными устройствами ЭВМ, в частности, НМ МПК по ВТ 10-78, 11-78, 19-78, 29-80, 30-80, 34-80, 35-80; ММ СМ ЭВМ 006-76, 007-76, 011-77, 012-77, 013-77, 014-77.

ОСС по сетям ЭВМ. Ею разработаны нормативные материалы по протоколам и услугам (интерфейсам) различных уровней архитектуры вычислительных сетей, в частности НМ МПК по ВТ 92-86, 93-86.

Секция 2 СЭВ. Осуществила внедрение систем КАМАК и МЭК 625-1 в странах СЭВ и занималась разработкой стандартов по ЛВС и интерфейсам магистрально-модульных систем (MMC), в том числе Multibus II, VME-bus.

Европейский Комитет стандартов по ядерной электронике — European Standard Committee on Nuclear Electronic (ESONE). Рассматривает стандартизацию систем CAMAC, Fastbus, а также малых MMC (Furobus, ESSS, G-64, VME-bus).

Группа EDICG разрабатывает большой набор стандартов для современных автоматизированных систем. В ее компетенции находятся системы Futurebus, Multibus II, а также ЛВС.

Американский национальный институт стандартов (АНИС) — American National Standards Institute (ANSI). Разработал ряд стандартов по протоколам управления звеном данных: X3.16-66, X3.28-76 (процедуры ADCCP), которые легли в основу многих стандартов ISO. Из последних работ ANSI можно выделить стандартизацию интерфейса FDDI для волоконно-оптической распределенной сети передачи данных. Стандарты ANSI X3T9.5/85-6, X3T9.5/83-15, X3T9.5/83-16 на FDDI легли в основу разработанных МОС/МЭК ОТК1/ПК25 стандартов МС 9314-1, 9314-2, 9314-3.

Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике — Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Профессиональный орган представителей инженеров США, вырабатывает значительное число рабочих документов в некоторых областях стандартизации, в частности в области ЛВС. Стандарт IEEE 802 (в 7 частях) послужил основой для разрабатываемых в МОС/МЭК ОТК1/ПК6 проектов МС 8802/1...5,7.

Ассоциация электронной промышленности — Electronic Industry Association (EIA, США). Она внесла заметный вклад в разработку и стандартизацию систем передачи данных. Стандарты EIA издаются под названием "Рекомендуемые стандарты" (Recommended Standards — RS).

Следует выделить документы фирмы IBM по протоколам управления звеном данных BSC, SDLC и по концепции сетевой архитектуры систем SNA, которые стали фактическими стандартами для промышленности средств передачи и обработки данных и послужили основой многих международных стандартов ISO.

В бывшем СССР вопросами стандартизации интерфейсов занимались Госстандарт и отраслевые организации ведомств, производящих средства обработки данных, а также АН СССР.

СТЫКИ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Общие сведения. Системы передачи данных (СПД) развивались в тесной взаимосвязи с системами вычислительной техники и техники связи. Происходило объединение и слияние этих двух направлений. Для начального этапа их развития характерно создание самостоятельных СПД (систем off-line), взаимосвязь которых с оборудованием обработки данных (ООД) осуществлялась через устройства преобразования сигналов (УПС) и в некоторых случаях через конструктивно самостоятельные устройства защиты от ошибок (УЗО) — интерфейс УПС с УЗО. Системы телеобработки данных (СТД) (системы on-line), появившиеся на следующем этапе, содержали взаимосвязанные и взаимодействующие компоненты: ЭВМ с программным обеспечением; мультиплексоры передачи данных (МПД) [в последующем процессоры телеобработки данных (ПТД)]; абонентские пункты (АП); аппаратуру передачи данных (АПД), содержащую УПС, автоматические вызывные устройства (АВУ), УЗО и некоторые вспомогательные устройства; аппаратуру канала данных (АКД); процедуры (протоколы) управления передачей данных. В СТД функции передачи данных выполнялись в ЭВМ и МПД (ПТД), с одной стороны, и в АП, с другой стороны. Защита от ошибок осуществлялась в большинстве случаев программными средствами ЭВМ и частично в МПД (ПТД), а в АП — программными или аппаратными средствами устройства управления АП. И лишь в некоторых случаях межмашинного обмена данными, требовавшего повышенной достоверности данных, продолжали использоваться конструктивно самостоятельные УЗО.

В СТД можно было лишь условно выделить систему (подсистему) передачи данных, которая частично входила в состав оборудования обработки данных и не имела явно выраженных интерфейсов с этим оборудованием. Основными объектами стандартизации в этих системах были: интерфейсы (стыки) АПД с каналами связи (стык С1), с оборудованием обработки данных (стыки С2); АПД с УЗО (стыки С3) и со вспомогательным оборудованием (контрольно-измерительным, обслуживающим и др.); процедуры (протоколы) установления и разведения физических соединений и логических звеньев данных; процедуры (протоколы) управления обменом данными в звеньях данных.

Стандартизация. Работы по стандартизации указанных объектов начались во многих странах и организациях почти одновременно — в начале 60-х годов: в рамках МОС был организован технический комитет ТК97 "Системы обработки информации" и подкомитет ПК6 "Передача данных"; в рамках МККТТ была образована целевая

исследовательская комиссия для изучения вопросов передачи данных по телефонным сетям; многие другие международные объединения и национальные организации ведущих стран по стандартизации в области вычислительной техники и передачи данных также развернули работы в этой области. Первыми результатами этой деятельности стали стандарты EIA (RS-232, RS-449 др.) и рекомендации МККТТ серии V (V.24, V.28 и др.) по физическим интерфейсам.

В начале 70-х годов в МККТТ была сформирована ИК VII "Сети данных общего пользования", перед которой была поставлена задача исследования способов создания служб связи, специально ориентированных на передачу данных. Результатами ее деятельности стали рекомендации серии X.21, X.25 и др.

Первыми результатами работ МОС/ТК97/ПК6, стали международные стандарты на байт-ориентированные протоколы управления звеном данных: МС 1754, 2111, 2628 и 2629. Эти стандарты создавались с учетом параллельных разработок, проводившихся в ЕСМА (ЕСМА-16, -24, -26, -27, -29, -37), в ANSI по процедурам управления основного режима (X3.16 — 1966), а также фирмой IBM (протокол BSC — Binary Synchronous Communications).

Начиная с 70-х годов ПК6 проводит разработку стандартов на новый единый для всех типов звеньев данных бит-ориентированный протокол управления звеном данных HDLC. Результатом этой работы стали стандарты (МС 3309, 4335, 7809) и проекты стандартов (ПМС 7478, 7776, 8471, 8885 8886). Эти стандарты создавались также с учетом результатов деятельности других национальных и международных организаций: IBM (протокол SDLC), ANSI (стандарт X3.28-76 на протокол ADCCP), ЕСМА (протокол HDLC) и МККТТ (протокол LAPB X.25).

В последние годы ПК6 разработал с учетом рекомендаций серий V и X МККТТ ряд стандартов (МС 7480, 8480, 8481, 8482) и проектов стандартов (ПМС 9067) на интерфейс между АПД (АКД) с физической средой и с ООД, интерфейсам ООД-ООД и интерфейсам с цифровыми сетями ISDN (ПМС 8877).

Одновременно с созданием и развитием СТД наблюдалось развитие относительно самостоятельных систем передачи данных, которые на первых этапах реализовывали методы коммутации каналов и сообщений и постепенно перерастали в сети передачи данных. Основным объектом стандартизации в таких сетях стал интерфейс между сетью передачи данных и ООД. Рекомендация X.25 МККТТ определила такой интерфейс как интерфейс между ООД и АКД.

С разработкой уровневой архитектуры вычислительных сетей и эталонной модели ВОС все упомянутые выше функции систем и сетей передачи данных были распределены по трем нижним уровням эталонной модели: физическому, звена данных и сетевому.

Основными объектами стандартизации в рамках ВОС стали равноуровневые межконцевые протоколы взаимодействия различных систем и межуровневые интерфейсы (услуги) внутри одной системы. Разработка соответствующих стандартов ведется параллельно в рамках МОС, МККТТ и ЕСМА при достаточно тесном взаимодействии этих организаций и взаимной преемственности результатов работ.

Наряду с созданием собственных стандартов на интерфейсы (услуги) сетевого уровня (МС 8348, 8473) МОС приняла интерфейс X.25 МККТТ в виде собственных стандартов МС 8208, ПМС 8472, 8878, 8882. С другой стороны, МККТТ наряду с рекомендацией X.25 разработал рекомендацию X.213 по услугам сетевого уровня ВОС, которая обладает полной технической совместимостью с МС 8348 МОС. На

основе проекта рекомендации X.211 МККТТ в МОС начата разработка аналогичного стандарта на услуги физического уровня.

В ЕСМА в последние годы разработан ряд стандартов (ЕСМА-102, -103, -104, -105, -106) на интерфейсы между ООД и сетями коммутации каналов частного пользования.

Органами МПК по ВТ (СГК ЕС ЭВМ, СГК СМ ЭВМ, ОСС по сетям ЭВМ) также были развернуты работы по стандартизации протоколов и услуг различных уровней архитектуры, прежде всего трех нижних, охватываемых сетями передачи данных (НМ МПК по ВТ 54-82, 72-83, 92-86, 93-86, проекты СТ СЭВ).

Разработано довольно много государственных стандартов на стыки С1 - С3, стыки АПД и ООД с вспомогательной аппаратурой, на сопряжения оконечных установок с сетями связи и передачи данных (АТ-50, ПД-200), на взаимодействие ООД с сетями коммутации пакетов данных. С завершением разработки основных международных стандартов и рекомендаций по протоколам и услугам эталонной модели ВОС в нашей стране планируется разработка соответствующих ГОСТ.

Перечень стандартов и рекомендаций по интерфейсам и протоколам систем и сетей передачи данных приведен в приложении 1.

ЭТАЛОННАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗИ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ (ЭМВОС)

Общие сведения. С целью объединения усилий организаций и фирм, а также направления их работ по стандартизации в единое русло в 1977 г. МОС/ТК97 учредил новый подкомитет ПК16 "Взаимосвязь открытых систем". В задачу ПК16 входила разработка такой эталонной модели, которая послужила бы основой всех новых международных систем распределенной обработки информации. Комитет МККТТ также приступил к решению этой задачи, установив тесное взаимодействие с деятельностью ПК16.

В результате сопоставительного анализа различных сетевых концепций и архитектур ПК16 выбрал сетевую концепцию взаимосвязи открытых систем (ВОС), близкую к концепции SNA фирмы IBM. Как и SNA, концепция ВОС основана на семиуровневой модели. Но в отличие от SNA, которая ориентирована на однородную вычислительную сеть, все средства которой разработаны одной и той же фирмой и определяют внутреннюю архитектуру сети, концепция ВОС была ориентирована на неоднородную среду, на обеспечение взаимосвязи между изделиями, системами и сетями различных изготовителей.

В мае 1983 г. работы ПК16 завершились принятием в МОС международного стандарта МС 7498 "Базовая эталонная модель взаимосвязи открытых систем" и почти одновременно принятием в МККТТ одноименной рекомендации X.200. В конце 1984 г. вышли согласованные в редакционном и техническом отношении тексты обоих документов.

В ЭМВОС обеспечивается связь между прикладными процессами, протекающими в различных системах обработки и/или передачи данных. При этом каждая система рассматривается как иерархическая совокупность подсистем, образуемых в результате межсистемных взаимосвязей и взаимодействий.

Архитектура ВОС. В сфере ВОС четко различимы три степени абстрагирования: архитектура, определение услуг и спецификация протоколов. *Архитектура ВОС* представляет собой высшую степень абстрагирования в концепции ВОС. Понятие "архитектура" охватывает очень широкий круг аспектов, начиная от основы разработки, включая конкретную форму организации, и кончая оборудованием. Эталонная модель ВОС оперирует элементами архитектуры (системы, уровни, логические объекты, услуги, протоколы, сетевые имена, соединения), типами объектов открытой системы и определяет общие взаимоотношения этих объектов.

Определение услуг налагает более жесткие по сравнению с эталонной моделью ограничения на протоколы и логические реализации соответствующего уровня. Они устанавливают абстрактный интерфейс данного уровня путем задания первичных элементарных операций (примитивов), которые может запросить пользователь данного уровня, не интересуясь ни способом реализации этого интерфейса, ни самим фактом его существования.

Спецификации протоколов ВОС налагают еще более жесткие ограничения на логическую реализацию и четко определяют конкретные управляющую информацию и процедуры, используемые для интерпретации этой информации. Протокольные спецификации ограничивают логическую реализацию до такой степени, что позволяют открытым системам взаимодействовать при сохранении различий их логических структур.

В сфере ВОС можно реализовать только протоколы ВОС, конкретные же изделия могут только соответствовать протоколам ВОС. Соответствие двух различных изделий эталонной модели еще не означает их способности к взаимодействию. Для этого необходимо их соответствие одному и тому же протоколу.

Степень абстрагирования модели меняется и по уровням архитектуры. Функции самого верхнего прикладного уровня и его задачи определены в самом общем виде, с понижением уровня повышается степень конкретизации его функции и увеличивается их зависимость от физической среды.

Уровневая организация архитектуры основана на следующих принципах, изложенных в документе МС 7498: создавать отдельные уровни для реализации таких функций, которые имеют четкие отличия от других функций по выполняемым процессам или по используемой технологии; устанавливать границу между уровнями в тех местах, выгодность которых доказана накопленным опытом; создавать несколько уровней тогда, когда имеется необходимость в различных степенях абстрагирования при описании операций обработки данных (например, морфология, синтаксис, семантика).

В эталонной модели ВОС обеспечивается связь между прикладными процессами, протекающими в различных системах обработки и/или передачи данных. При этом каждая система рассматривается как иерархическая совокупность подсистем, образуемых в результате пересечения систем с уровнями. Таким образом, уровень представляет собой совокупность локально объединенных подсистем одного ранга. Каждый уровень содержит множество логических объектов, распределенных по взаимосвязанным открытым системам.

Характеристика уровней. *Физический уровень* обеспечивает механические, электрические, функциональные и процедурные средства установления, поддержания и разъединения физических соединений. Его функции и характеристики определяются типом используемой физической среды, под которой понимается физический

материал (телефонный, телеграфный, широкополосный каналы связи, соединительная линия, электрический, волоконно-оптический кабели и другие средства связи), по которому перемещается информация. Для каждого вида физической среды на физическом уровне определен свой протокол и интерфейс со смежным уровнем звена данных. Физический уровень обеспечивает услуги для уровня звена данных.

Уровень звена данных содержит функциональные и процедурные средства передачи между компонентами сетевого уровня, выполняет функции установления, поддержания и разъединения звена данных и общее управление звеном данных. Протоколы и услуги уровня звена данных существенно зависят от физических средств передачи данных. Для обеспечения эффективного использования различных средств передачи данных может потребоваться несколько протоколов (хотя уже меньше, чем для физического уровня), ориентированных на конкретные особенности этих средств. Уровень звена данных с учетом физического уровня предоставляет услуги вышерасположенному сетевому уровню.

Сетевой уровень выполняет функции маршрутизации, адресации, организации и поддержания виртуальных соединений, формирование, расформирование и адресацию пакетов, управляет потоками пакетов и приоритетностью их передачи. Сетевой уровень обеспечивает независимость вышерасположенных уровней от методов передачи, функций трансляции и маршрутизации и маскирует от транспортного уровня все особенности реальных средств связи. С этой целью во внутренней организации сетевого уровня (МС 8648) выделено три подуровня, каждый со своим протоколом: доступа к системе передачи данных (СПД); зависимый от особенностей СПД; независимый от особенностей СПД.

Транспортный уровень выполняет адресацию оконечных абонентов, установление соответствия между адресами и сетевыми именами абонентов, разработку и сборку сообщений уровня сессий и доставку данных от системы-источника к системе-адресату. Транспортный уровень освобождает вышерасположенные уровни от всех забот по передаче данных. В некоторых случаях граница между транспортным и сетевым уровнями совпадает с традиционной границей между сферами владельцев сети и ее пользователей. Транспортный уровень обеспечивает требуемые качества и стоимость услуг для сеансового уровня сессий.

Сеансовый уровень содержит механизм организации структуры взаимодействий прикладных процессов. Этот механизм позволяет реализовывать двухнаправленный одновременный или поочередный обмен данными, поддерживать синхронизацию взаимодействия, управления взаимодействием. По существу сеансовый уровень обеспечивает структуру управления взаимодействиями, определяет начало и окончание заданий (нормальное или срочное), время, длительность и режим ведения диалога, восстановление после ошибки связи во время сеанса без потери данных.

Уровень представления выполняет преобразование синтаксиса и форматов данных, символьных строк, изображений алфавитно-цифровых и графических данных, организацию файлов, типов данных, преобразование кодов, форматирование и компоновки данных. Основное назначение этого уровня состоит в том, чтобы обеспечить независимость прикладных процессов от различий форм представления и синтаксиса данных.

Прикладной уровень содержит прикладные процессы, обеспечивающие обработку информации. Его основное назначение — смысловое содержание (семантика) всех имеющихся в нем процессов. В состав реальной системы ВОС входит только часть

прикладного уровня. Эта часть, охватывающая общие протоколы прикладного уровня для обращения к услугам ВОС, а также протоколы применений ВОС и управления системой, разрабатывается в рамках элементов услуг общего применения, виртуальных терминалов, передачи заданий. Однако большая часть протоколов прикладного уровня подлежит определению пользователями ВОС. Общие услуги прикладного уровня — это только средства, с помощью которых пользователи ВОС обращаются друг к другу.

Распределение по уровням ЭМВОС международных стандартов и рекомендаций на интерфейсы и протоколы ISO (1), ССИТТ (2), ЕСМА (3) и других организаций (4) приведено ниже:

Прикладной

- 1) МС: 7942, 8211
ПМС: 8505, 8571, 8632, 8649, 8650, 8651, 8805, 8807, 8831, 8832, 8883, 8907, 9040, 9041, 9066, 9074, 9075
- 2) X.400, X.401, X.408, X.409, X.410, X.411, X.430
- 3) 85, 87, 88, 93, 96, 101

Представления данных

- 1) ПМС: 8822, 8823, 8824, 8825
- 2) X.420
- 3) 84, 85

Сеансовый

- 1) МС: 8326, 8327
- 2) X.215, X.225
- 3) 75

Транспортный

- 1) МС: 8072, 8073,
ПМС: 8602
- 2) X.214, X.224, T.70
- 3) 72
- 4) INWG 96 (IFIP)

Сетевой

- 1) МС: 8208, 8348, 8473
ПМС: 8472, 8478, 8648, 8878, 8880, 8881, 8882, 9068
- 2) X.25, X.75, X.32
- 3) 92, 106, 112

Звена

- 1) МС: 1155, 1177, 1745, 2111, 2382/09, 2628, 3309, 4335, 7478, 7776, 7809
- 2) X.21; X.25
- 3) 16, 24, 26, 27, 28, 29, 37, 40, 49, 60, 61, 71, 82, 89, 90, 105
- 4) X3.28, X3.66, (ANSI), BSC, SDLC (IBM), DDCMP (DEC)

Физический

- 1) МС: 2110, 2382/09, 2593, 4902, 4903, 7480, 8280, 8480, 8481, 8482
ПМС: 8877, 9067, 9234; TR 7477
- 2) X.21, X.211
- 3) 80, 81, 102, 103, 104

При прохождении единицы данных пользователя через уровни на каждом уровне к ней добавляется в виде заголовка и концевого протокольная управляющая информация (ПУИ).

Обмен данными между логическими объектами одного и того же уровня различных систем происходит в форме протокольных блоков данных (ПБД), а между логическими объектами смежных уровней одной и той же системы — в виде сервисных блоков данных (СБД). Один СБД может передаваться между логическими объектами в виде одного или нескольких интерфейсных блоков данных (ИБД). В этом случае ИБД состоит из ПУИ и СБД или его части.

В архитектуре ВОС рассматриваются два вида интерфейсов — между логическими объектами уровня и его внешней средой и между уровнями. В рамках ВОС интерфейсы первого типа не стандартизируются, стандарты лишь налагают ограничения на взаимодействие систем. Выбор конкретного интерфейса зависит от системы и входит в компетенцию разработчика, реализующего стандарты ВОС.

Интерфейсы между уровнями ВОС представляются в виде услуг, т.е. функциональных возможностей, которые уровень предоставляет смежному с ним вышеразмещенному уровню. Привлечение услуг нижеразмещенного уровня достигается набором служебных примитивов, которыми обмениваются оба уровня через интерфейс между ними. Понятие "примитив" введено для обозначения простейшей в данных условиях операции. Примитивы имеют абстрактный характер, т.е. они не зависят от реализации и не определяют ее, а служат только для иллюстрации и описания взаимодействия пользователя услуги и ее поставщика. Для организации такого взаимодействия определено четыре типа служебных примитивов: "Запрос" — выдается локальным пользователем услуги локальной системы для запуска какой-либо процедуры; "Индикация" — выдается поставщиком услуги удаленной системы для указания на то, что удаленный пользователь примитива запустил процедуру; "Ответ" — выдается удаленным пользователем услуги для указания о заполнении запрошенной процедуры; "Подтверждение" — выдается поставщиком услуги локальному пользователю для сообщения о завершении запрошенной процедуры. Следует заметить, что не все услуги требуют выполнения всех четырех типов примитивов.

Развитие эталонной модели. Концепция базовой эталонной модели ВОС сразу же нашла поддержку и применение во многих странах. Институт ANSI (США) в своем Генеральном плане работ потребовал соответствия эталонной модели ВОС всем соответствующим работам по стандартизации. В Великобритании принято решение о внедрении архитектуры ВОС на государственном уровне. Во Франции архитектура ВОС принята под названием ARCHITEL. В бывших странах СЭВ осуществлено прямое внедрение МС 7498 в качестве нормативного материала НМ МПК по ВТ. В МОС и МККТТ продолжаются работы над ВОС как в плане ее углубления, детализации, так и в плане расширения возможностей и применений.

После определения базовой эталонной модели ВОС, ее семиуровневой архитектуры начались работы по созданию протоколов каждого уровня и межуровневых интерфейсов (услуг уровней). Разработка основополагающих стандартов для основных режимов работы в МОС и МККТТ практически завершена. Другой важный элемент дальнейших работ по ВОС — создание методов формализованных спецификации и верификации, причем не только для эталонной модели, но и для более

детализированных протоколов и услуг каждого уровня. Эти работы проводятся в МОС и МККТТ.

Базовая эталонная модель ВОС, а также первоначальные проекты МС по протоколам и интерфейсам отдельных уровней были ориентированы на режим работы с предварительным установлением соединений между взаимодействующими объектами сети. Вслед за этим в МОС и МККТТ начались работы по стандартизации режима работы без установления соединения между взаимодействующими объектами (датаграммный метод). Работы проводятся в плане как разработки дополнений к уже существующим стандартам, так и создания самостоятельных стандартов.

В МККТТ продолжают работы по применению принципов ВОС к цифровым сетям интегрального обслуживания ISDN — Integrated Services Digital Networks. Ставится задача создания стандартов для всех коммутируемых сетей цифровых сетей связи, которые обеспечили бы большинство обычных услуг, включая передачу речи, данных, факсимильных сообщений, видеосигналов, электронную почту и др. Новые требования, возникшие в ходе работ по ISDN, должны в свою очередь оказать обратное влияние на архитектуру ВОС: для непрерывного развития она должна допускать добавление, расширение и адаптацию.

Новой задачей в развитии ВОС является разработка архитектуры ЛВС с учетом архитектуры и концепций ВОС. Особенности физической среды, конфигураций и методов доступа к среде в ЛВС задают специфику структуры и организации нижних уровней архитектуры ЛВС.

Часть II. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

ИБВВ

Общие сведения. Стандартизация интерфейса ввода-вывода (ИБВВ) как наиболее важного для систем ввода-вывода (СВВ) ЭВМ и ВС с переменным составом обеспечивает значительную экономию аппаратных и программных средств сопряжения каналов ввода-вывода (КВВ) с центральной частью ВС независимо от используемой элементно-конструктивной базы КВВ, формата машинного слова и т.д.

Интерфейс ввода-вывода представляет собой совокупность средств и правил, реализующих взаимодействие КВВ (процессов) и устройств управления (УУ) периферийными устройствами ЕС ЭВМ. Единые принципы связи и обмена данными между КВВ и УУ, форматы данных и управляющие данные, последовательности управляющих сигналов (ПУС) гарантируют одинаковые способы подключения и взаимодействия каналов с различными типами УУ.

Интерфейс обеспечивает: постоянное программирования операции ввода-вывода данных для широкого диапазона УУ; выполнение независимых от времени (взаимоблокируемых) операций через интерфейс, что увеличивает диапазон подключаемых УУ, подсоединение УУ, имеющих более высокие скорости передачи данных, и/или удаление устройств по сравнению с взаимоблокирующими операциями; подсоединение до 10 УУ.

Дополнительные средства: расширение шин данных; сигнализация об ошибке ввода-вывода; повторение команды; ускоренная передача данных; потоковая передача данных; динамическое подключение устройств. Каналы, имеющие дополнительные средства, обеспечивают работу с УУ, не использующими эти средства.

Логическая организация. Интерфейс имеет в своем составе параллельные раздельные сигнальные линии и реализует общие форматы последовательностей сигналов и данных для всех УУ. К интерфейсу в любой момент может быть подключено только одно УУ, выборка которого производится по заданному адресу или обеспечивается последовательным прохождением сигнала по приоритетной цепи через все УУ. Выбранное УУ остается логически связанным с интерфейсом до завершения передачи имеющихся у него данных или до сигнализации об отключении от интерфейса.

Интерфейс допускает непосредственную адресацию до 256 устройств, однако из-за ограничений по времени и электрическим связям их допустимое число не превышает 10. Мультиплексирование позволяет многим из 256 устройств одновременно выполнять операции.

Взаимоблокируемые ПУС могут применять интерфейс в широком диапазоне скоростей передачи данных и в условиях различной элементной базы. Невзаимоблокируемые ПУС дают возможность достигать более высоких скоростей передачи данных, однако не допускают использования логических элементов с различными скоростями переключения.

Линии сигналов интерфейса приведены ниже:

<i>Наименование</i>	<i>Условное обозначение Основной состав</i>	<i>Расширенный состав</i>
Шина "Данные канала"		
Шина канала К0	ШИН-КК	ШИН-КК0
Шина канала 00...70	ШИН-К0...К7	ШИН-К00...К70
Шина канала К1	Не используется	ШИН-КК1
Шина канала 01...71	То же	ШИН-К01...К71
Шины "Данные абонента"		
Шина абонента К0	ШИН-АК	ШИН-АК0
Шина абонента 00...70	ШИН-А0...А7	ШИН-А00...А70
Шина абонента К1	Не используется	ШИН-АК1
Шина абонента 01...71	То же	ШИН-А01...А71
Шина "Идентификация"		
Адрес от канала/абонента	АДР-К/АДР-А	-
Управление от канала/абонента	УПР-К/УПР-А	-
Информирование от канала/абонента	ИНФ-К/ИНФ-А	-
Данные от канала/абонента	ДАН-К/ДАН-А	-
Шина "Опрос и выборка"		
Работа канала/абонента	РАБ-К/РАБ-А	-
Выборка	ВБР-К	-
Разрешение выборки	РВК-К	-
Обратная выборка	ВБР-К	-
Блокировка	БЛК-К	-
Требование абонента	ТРБ-А	-
Отключение от абонента	ОТК-А	-
Шина "Измерение"		
Измерение от канала/абонента	ИЗМ-К/ИЗМ-А	-
Смена состояния	СМС-К	-
Шина "Маркеры"		
Маркер канала 0, 1, К	Не используется	МРК-К0,К1,КК
Маркер абонента 0,1,К	МРК-АО	МРК-АО,А1,АК

Линии шины "Данные канала" (ШИН-К) используются для передачи данных и управляющих данных (адрес устройства, команда) от канала к УУ, линии шины "Данные абонента" (ШИН-А) — для передачи данных и управляющих данных (адрес выбранного устройства, состояние, уточненное состояние) от УУ к каналу. Линии шины "Идентификация" служат для управления данными и управляющими данными, находящимися на шинах данных канала и абонента, осуществления их взаимосвязи, а также для организации специальных последовательностей сигналов. Линии шины "Опрос и выборка" применяются для опроса и выборки подсоединенных устройств. Линия ОТК-А действительна только при наличии дополнительного средства сигнализации об ошибке ввода-вывода. Линии шины "Измерение" использовались в ранних редакциях стандарта для управления работой счетчиков времени функционирования, расположенных в различных подсоединенных устройствах. В настоящее время не используются.

Линии шины "Маркеры" служат для указания применяемых при передаче комплектов шин данных канала и абонента. Эти линий, за исключением линии МРК-АО, используются только при наличии дополнительного средства расширения шин "Данные".

Каждый комплект шин данных представляет собой набор шин из девяти линий (байт): восемь — данных и одна — контрольная. В байте всегда должно быть нечетное число единиц, включая контрольную.

Тип данных, передаваемых по ШИН-К, идентифицируется каналом следующими сигналами: АДР-К — адрес устройства, с которым канал устанавливает связь во время последовательности начальной выборки; УПР-К в ответ на АДР-А → команда во время последовательности начальной выборки; ИНФ-К или ДАН-К в ответ на ИНФ-А или ДАН-А — байт данных во время команд "Запись" или "Управление".

Тип данных, передаваемых по ШИН-А, идентифицируется от абонента следующими сигналами: АДР-А — адрес выбранного устройства; УПР-А — байт состояния устройства или УУ; ИНФ-А или ДАН-А — байт данных, зависимый от типа операции "Считать", "Считать в обратном направлении" или "Уточнить состояние".

Линия РАБ-К используется для организации взаимодействия с УУ, все сигналы на линиях канала, за исключением сигнала БЛК-К, действительны только при наличии сигнала РАБ-К. Сброс РАБ-К вызывает сброс всех сигналов на линиях абонента, и любая выполняемая в интерфейсе операция прекращается.

Линия ТРБ-А указывает, что какому-либо УУ требуется обслуживание путем организации последовательности выборки. Сигнал ТРБ-А сбрасывается при любом из следующих условий: выдается сигнал РАБ-А и не требуется дополнительных последовательностей выборки, вводимых УУ; УУ не готово далее представить данные или состояние; требование на выборку удовлетворено по другому пути связи. Сигнал ТРБ-А сбрасывается при появлении сигнала БЛК-К, если это запрос на представление состояния, допускающего блокировку.

Линия АДР-К служит для указания всем подсоединенным УУ декодировать адрес устройства, находящийся на ШИН-К. Сигнал АДР-К выдается только при отсутствии в канале сигналов ВБР-К (или РВБ-К), ВБР-А, УПР-А и РАБ-А. Исключая последовательность управления "Отключение от интерфейса", сигнал АДР-К не может выдаваться одновременно с любым другим сигналом идентификации от канала.

Выборка УУ выполняется с помощью линий ВБР-К, ВБР-А и РВБ-К. Линии ВБР-К и ВБР-А образуют приоритетную петлю от канала через каждое УУ до блока резисторов (эта часть петли называется линией ВБР-К) и вновь через каждое УУ обратно к каналу (линия ВБР-А). Схема выборки, находящаяся в УУ, может подсоединяться либо к линии ВБР-К, либо к ВБР-А на равных правах. Приоритетность по выборке следующая: за всеми УУ с подсоединенными к линии ВБР-К схемами выборки следуют все УУ, подсоединенные к линии ВБР-А в порядке подсоединения к каналу. Если выборки не требуется, то сигнал выборки ретранслируется каждым УУ на следующее за ним УУ. Каждое УУ обеспечивает обходный путь сигналу ВБР-К при включении-выключении питания, которое не должно воздействовать на распространение сигнала ВБР-К.

Устройство управления может выдать сигнал РАБ-А только при поступлении на него входного сигнала ВБР-К. Канал сохраняет сигнал ВБР-К до поступления ВБР-А, АДР-А при наличии РАБ-А или УПР-А. Сигнал ВБР-К сбрасывается при появлении

сигнала ВБР-А и не поступает вновь, пока не сбросится сигнал ВБР-А. Устройство управления считается выбранным после выдачи сигнала РАБ-А и после сброса ВБР-К сохраняет РАБ-А до завершения текущей последовательности сигналов. При выдаче сигнала РАБ-А оно блокирует дальнейшее прохождение ВБР-К на следующее УУ.

В короткой последовательности занятости в ответ на ВБР-К выдается УПР-А, сигнал ВБР-К сбрасывается и не появляется вновь, пока не будет сброшен сигнал АДР-К.

Линия РВБ-К используется совместно с ВБР-К для синхронизации выборки УУ, а также служит для уменьшения времени прохождения сигнала сброса ВБР-К при ликвидации сигнала ВБР-К во всех участках петли из линий ВБР-К и ВБР-А. *Линия ВБР-А* обеспечивает возвращение сигнала ВБР-К в канал.

Линия РАБ-А используется для сигнализации каналу о выборке и подключении УУ к каналу. Сигнал РАБ-А присутствует в течение всего времени подключения УУ к каналу. Выбранное УУ опознается по байту адреса, передаваемому по ШИН-А при выдаче сигнала АДР-А. *Линия АДР-А* служит для сигнализации каналу о нахождении адреса выбранного УУ на ШИН-А, и сигнал АДР-А сохраняется до появления сигнала УПР-К. *Линия УПР-К* используется для выдачи сигнала УПР-К выбранному УУ в ответ на АДР-А, УПР-А, ДАН-А или ИНФ-А. Сигнал УПР-К сохраняется до сброса соответствующего сигнала АДР-А, УПР-А, ДАН-А или ИНФ-А.

При потоковой передаче данных принцип взаимоблокировки сигнала УПР-К с сигналом ИНФ-А или ДАН-А не принимается. Во время последовательности начальной выборки с помощью сигнала ВБР-К (в ответ на АДР-А) выбранному УУ указывается, что на ШИН-К находится байт команды от канала. Выдача УПР-К в ответ на ДАН-А или ИНФ-А всегда означает "Останов", а в ответ на УПР-А — "Запомнить состояние".

Линия ИНФ-К используется для идентификации данных на линии ШИН-К или для указания приема данных или состояния. Выдача сигнала ИНФ-К в ответ на ИНФ-А во время выполнения команд "Записать" или "Управление" указывает, что канал поместил на ШИН-К запрашиваемые данные. При выдаче ИНФ-К в ответ на ИНФ-А во время выполнения команд "Считать", "Считать в обратном порядке" или "Уточнить состояние" или же в ответ на сигнал УПР-А данные или состояние, помещенные на ШИН-А УУ, должны быть приняты каналом. Сигнал ИНФ-К сохраняется до сброса соответствующего сигнала ИНФ-А или УПР-А. При использовании средств ускоренной передачи данных сигналы ДАН-К и ИНФ-К могут присутствовать одновременно.

Линия ИНФ-А служит для сигнализации каналу о готовности выбранного УУ передать или получить байт данных, характер которых зависит от операции и УУ. В ответ на ИНФ-А канал выдает либо ИНФ-К, либо УПР-К. Сигнал ИНФ-А сохраняется до поступления сигналов ИНФ-К, УПР-К или АДР-К. При использовании средства ускоренной передачи данных сигналы на линиях ДАН-А и ИНФ-А могут присутствовать одновременно.

Линия БЛК-К используется самостоятельно, сигнал БЛК-К может выдаваться и сбрасываться в любое время и совместно с линиями идентификации от канала обеспечивает следующие управляющие функции: блокировку данных; блокировку состояния; цепочку команд; селективный сброс.

Адресация. Непосредственная адресация каждого устройства осуществляется с помощью 8-разрядного адреса. Адреса ВУ и УУ присваиваются при установке оборудования по определенным правилам и обычно не изменяются. Правила предусматривают следующее: уникальность адреса устройства; подсоединение устройств к групповому УУ [с набором смежных номеров (до 16)]; подсоединенные к УУ, способным обслуживать более 16 устройств (последовательные или непоследовательные наборы адресов); подсоединение адресов к двум или более УУ (часть адреса фиксируется для устройства и не зависит от УУ).

Декодирование адреса осуществляется УУ при условии, что адрес имеет правильный контрольный разряд и принадлежит к числу присвоенных данному УУ. Возврат сигнала ВБР-К в виде ВБР-А в канал имеет место при неподсоединении устройства с данным адресом к СВВ или выводе устройства из СВВ программными средствами, оператором или обслуживающим персоналом. Схема декодирования настраивается на любую комбинацию разрядов во время подсоединения.

Команды (операции) ввода-вывода приведены ниже:

Наименование	Разряды байта команды								
	К	0	1	2	3	4	5	6	7
Проверить	К	М	М	М	М	0	0	0	0
Проверить ввод-вывод (ПВВ)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Резервные	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Уточнить состояние	К	М	М	М	М	0	1	0	0
Основное уточнение	К	М	М	М	М	0	1	0	0
состояния*									
Уточнить тип устройства*	1	1	1	1	0	0	1	0	0
Считать	К	М	М	М	М	М	М	1	0
Основное чтение	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Считать в обратном									
направлении	К	М	М	М	М	1	1	0	0
Записать	К	М	М	М	М	М	М	0	1
Управление	К	М	М	М	М	М	М	1	1
Холостой ход*	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Резервная	К	М	М	М	М	1	0	0	0

Операции, помеченные значком *, выполняются на всех устройствах. Младшие разряды кода команды, передаваемой по линиям ШИН-К определяют операцию, а старшие — код модификации (М), расширяющий назначение основной операции. Команда с неправильным контрольным разрядом (К) не опознается и не выполняется.

Основные операции ввода-вывода. Основные операции определяются следующими командами: "Считать", "Считать в обратном направлении", "Записать", "Управление", "Уточнить состояние", "Проверить".

Немедленно выполняемая операция имеет место, если: нет передачи данных; указатель "Конец работы канала" (КРК) представляется в байте начального состояния. Любая команда, за исключением ПВВ, может исполняться в виде этой операции.

Команда "Считать" обеспечивает передачу данных от УУ к каналу (в пределах блока в той же последовательности, в какой они были записаны). Команда "Основное чтение" используется при первоначальной загрузке программы для соответствующих устройств и должна быть первой командой, переданной устройству вслед за

выполнением последовательности "Сброс системы", и должна посылаться не менее чем через 1 мс после сброса системы.

Команда "Считать в обратном направлении" обеспечивает передачу в канал байтов данных в пределах блока в последовательности, обратной той, в которой они были записаны. Команда "Записать" обеспечивает передачу данных из канала в УУ. Команда "Управление" аналогична команде "Записать", однако возможные управляющие функции определяются путем декодирования УУ разрядов модификации. Вторичная адресация является одной из выполняемых функций.

Команда "Холостой ход" является разновидностью команды "Управление", по которой не выполняется каких-либо операций в устройстве, за исключением завершения предварительно указанных цепочек операций и других условий.

Команда "Уточнить состояние" обеспечивает получение каналом указателей уточненного состояния, а не данных. Команда "Основное уточненное состояние" является модификацией команды "Уточнить состояние" и вызывает чтение 1...32 байт детализированных данных из доступного УУ, даже если адресуемое устройство находится в состоянии "Не готово".

Команда "Уточнить тип устройства" обеспечивает чтение данных о цифре и номере модификации устройства (до 7 байт). Байты уточненного состояния, передаваемые по этой команде, следующие: 0 @FF, 1,2 — шифр УУ; 3 — номер модификации УУ; 4,5 — шифр устройства; 6 — номер модификации устройства.

Команда "Проверить ввод-вывод" служит для приема по адресуному пути связи с устройством любые данные состояния, имеющиеся в результате формирования, запоминания или хранения указателей состояния. При наличии сигнала УПР-А данные на линии ШИН-А являются байтом состояния, характеризующим состояние адресуемого устройства или УУ. Байт состояния содержит следующие указатели (разряды): К — "Контрольный"; 0 — "Внимание"; 1 — "Модификатор состояния"; 2 — "Конец работы УУ" (КРУУ); 3 — "Занято"; 4 — "Конец работы канала" (КРК); 5 — "Конец работы устройства" (КРУ); 6 — "Сбой в устройстве"; 7 — "Особый случай в устройстве". Байт состояния передается каналу в следующих случаях: в последовательности начальной выборки; для представления состояния с указателем КРК по окончании передачи данных или с указателем "Конец работы устройства" (КРУ) с любыми присоединенными указателями, по окончании выполнения команды или с указателем "Конец работы устройства управления" (КРУУ) или КРУ в случае освобождения УУ или ВУ после занятости, а также запоминания в них предыдущих состояний (когда это разрешается или при возникновении асинхронных условий, не относящихся к выполнению предшествующей операции "Внимание" и т.д.). Любой байт состояния, принятый каналом, сбрасывается и не представляется снова.

Указатель "Внимание" формируется при возникновении в устройстве каких-либо асинхронных условий и обычно не связывается с началом, выполнением или окончанием операции ввода-вывода. Указатель "Модификатор состояния" обычно используется УУ в следующих случаях: УУ не может выдать текущее состояние в ответ на команду ПВВ; для различения занятости УУ от занятости устройства; для опознания специальных условий; для организации от канала повторения команды; для изменения по программе значения данных состояния.

Указатель КРУУ появляется в следующих ситуациях: УУ запрашивалось в то время, когда оно было занято; УУ обнаружило необычные условия, когда оно было занято, а указатель КРК уже был принят каналом. Указатель "Занято" появляется

только во время последовательности начальной выборки или короткой последовательности занятости и означает, что в устройстве или в УУ существуют препятствующие выполнению намечаемой операции следующие условия: операция ввода-вывода началась во время выполнения предшествующей начальной выборки; имеются хранящиеся или запомненные данные состояния; общие для нескольких путей связи ресурсы не доступны; выполняется самостоятельно начатая устройством функция (микродиагностика и т.п.). Указатель блокирует цепочку команд.

Указатель *КРК* вызывается при завершении части операции ввода-вывода, включающей выполнение команды, в том числе, возможно, передачи данных, и формируется только один раз при условии приема команды.

Указатель *КРУ* вводится, когда устройство сообщает: о завершении операции ввода-вывода; об изменении занятого состояния на незанятое; об изменении состояния "Не готов" на состояние "Готов"; об опознании асинхронного состояния. Указатель в каждой операции формируется только раз.

Указатель *"Сбой в устройстве"* фиксирует, что УУ или устройство обнаружило необычные условия, детальные данные о которых получаются в результате выполнения команды "Основное уточнение состояния" (например, ошибка в программе или в работе оборудовани). Завершение операции с этим указателем вызывает блокировку цепочки команд.

Указатель *"Особый случай в устройстве"* означает, что обнаружены условия, о которых нужно сообщить программе, имеет единственное значение для каждой отдельной команды и типа устройства. Указатель вызывает блокировку команд.

Данные *уточненного состояния*, передаваемые во время операции "Уточнить состояние", сообщают сведения о необычных условиях, обнаруженных в предшествующей операции ввода-вывода и в действительном состоянии устройства, являются более детальными, чем данные состояния, и могут описывать причины формирования указателя "Сбой в устройстве". При этом все устройства сообщают по крайней мере первый байт уточненного состояния и еще не более 31 дополнительного байта.

Первый байт уточненного состояния содержит следующие шесть разрядов, одинаковых для всех использующих их устройств: 0 — команда отвергнута; 1 — требуется вмешательство; 2 — ошибка на ШИН-К; 3 — сбой в оборудовании; 4 — ошибка в данных; 5 — перегрузка.

Указатель *"Команда отвергнута"* формируется УУ или устройством при обнаружении программной ошибки в виде недействительной команды. Указатель *"Требуется вмешательство"* формируется при невозможности выполнения команды из-за соответствующих условий. Указатель *"Ошибка на ШИН-К"* формируется устройством или УУ, получающим по интерфейсу байт данных или команду с неправильной четностью. Указатель *"Сбой в оборудовании"* формируется логическими средствами при обнаружении ими неправильного функционирования оборудования между интерфейсом и носителем данных.

Указатель *"Ошибка в данных"* формируется УУ или устройством при обнаружении ими неверных данных. При команде "Считать" посредством указателя УУ информирует о том, что оно установило правильную четность передаваемых в канал данных. Указатель *"Перегрузка"* формируется в следующих случаях: обмен данных осуществляется с УУ, не имеющим достаточной буферной памяти хранения всех передаваемых по команде данных; устройство использует средство потоковой

передачи данных; устройство при цепочке команд получает очередную команду слишком поздно. При операции вывода указатель фиксирует, что записанные устройством данные могут быть неверными. В этих случаях передача данных останавливается, и операция завершается.

Функциональная организация. Выполнение операций в интерфейсе обеспечивается определенным набором основных последовательностей сигналов и последовательностей сигналов управления в соответствии с алгоритмом его работы.

Последовательность сигналов интерфейса. В операции ввода-вывода условно выделяют последовательности сигналов или последовательности "Выборка", "Передача данных" и "Окончание". Последовательности организуют переход от одного этапа к последующему: связывают передачу байтов внутри этапов; управляют ходом выполнения и прекращают выполнение текущей операции.

Последовательность "Выборка" выполняется каналом при начальной выборке, выборке занятого УУ, выборке, вводимой УУ. *Начальная выборка* инициируется каналом посредством посылки команды в адресуемое устройство. Если устройство свободно и может выполнять команду, то УУ выдает каналу соответствующий байт состояния, что указывает на начало операции. При занятости УУ выполняется короткая последовательность занятости и выдается байт состояния с комбинациями указателей "Занято", "Модификатор состояния", КРУУ.

Выборка, вводимая УУ, осуществляется по требованию абонента на возобновление связи с каналом (при мультиплексном режиме работы) для передачи байта или группы байтов данных или байта состояния по окончании операции, а также для передачи асинхронных условий.

"Передача данных" осуществляется в байт-мультиплексном или монопольном режиме. При байт-мультиплексном режиме время подключения УУ к каналу не превышает 32 мкс. Это обычный режим для низкоскоростных устройств, которые могут работать и в монопольном режиме по требованию канала. При монопольном режиме (для высокоскоростных устройств) время подключения УУ к каналу превышает 32 мкс. В этом режиме допускается отсутствие передачи данных, но не более 30 с (например, при чтении длинного межзонного промежутка на МЛ). В монопольном режиме передача данных производится без прекращения связи УУ с каналом после начальной выборки.

Последовательность "Окончание" может происходить по инициативе канала или устройства. В первом случае канал посылает устройству последовательность сигналов "Останов", "Отключение от интерфейса" или "Селективный сброс", а во втором устройство прерывает выполнение операции, выдавая в канал байт состояния обычно с указателем КРК и, возможно, с указателем КРУ.

Запросы на передачу данных имеют более высокий приоритет обслуживания относительно запросов на передачу байта состояния. Это осуществляется блокировкой требования на передачу байта состояния при выдаче сигнала БЛК-К.

Последовательности "Управление" используются каналом для управления выполнением УУ операции ввода-вывода: "Останов" — для инициации завершения текущей операции на этапе передачи данных, формируется посредством выдачи сигнала УПР-К в ответ на сигнал ИНФ-А или ДАН-А; "Блокировка данных" — для приостановки выдачи от УУ запросов на передачу данных на время сигнала БЛК-К; "Запомнить состояние" — формируется каналом посредством выдачи сигнала УПР-К в ответ на сигнал УПР-А для указания УУ, что передаваемый им байт состояния не

понят каналом и должен быть запомнен в УУ; "Блокировка состояния" — указывает УУ на необходимость снять запрос на передачу блокируемого состояния на время присутствия сигнала БЛК-К для обеспечения приоритета запросов на передачу данных и неблокируемых состояний; "Цепочка команд" указывается каналом для УУ, представляющего состояние, если вслед за выполнением команды канал должен выдать следующую команду из цепочки, и организуется посредством выдачи совместно сигналов БЛК-К и ИНФ-К в ответ на сигнал УПР-А; "Отключение от интерфейса" — для немедленного завершения операции, выполняемой на подключенном устройстве; "Селективный сброс" — для сброса устройства, подключенного в данный момент к каналу; "Сброс системы" — для сброса всех подсоединенных к интерфейсу УУ и их устройств. Схемы алгоритмов и временные диаграммы работы интерфейса, приведенные в приложениях стандарта в качестве примеров, не следует рассматривать как точное определение последовательностей интерфейса.

Дополнительные функции интерфейса. В интерфейсе допускается использование средств, обеспечивающих следующие дополнительные функции: расширение шин данных; ускоренная передача данных; потоковая передача данных; повторение команды; сигнализация об ошибке ввода-вывода (селективный сброс устройства); динамическое подключение устройства. При использовании этих средств реализуются все основные функции интерфейса, за исключением особо оговариваемых.

Расширенный состав шин данных позволяет осуществлять передачу параллельно двух байтов по двум комплектам шин данных. Линии маркеров канала МРК-К определяют число байтов, выдаваемых каналом на линию Шин-К. При передаче данных от УУ к каналу сигналы МРК-К определяют число байтов, принимаемых каналом. Линии маркеров абонента МРК-К определяют число байтов, выдаваемых УУ на линию Шин-А. Каналы и УУ, работающие с линией маркеров, обеспечивают нечетное число возбужденных линий при наличии соответствующих сигналов (ИНФ-К, ДАН-К, УПР-К или ИНФ-А, ДАН-А, АДР-А, УПР-А). Сигналы на линии "Маркер абонента" действительны с момента выдачи сигнала РАБ-А до момента сброса сигнала АДР-К.

Ускоренная передача данных осуществляется средствами синхронизации при поочередной выдаче сигналов ДАН-А и ИНФ-А и соответственно ДАН-К и ИНФ-К, которые также позволяют удалить УУ на большее расстояние. Сигнал ДАН-А выполняет те же функции, что и ИНФ-А. Сигнал ДАН-К используется только в ответ на выдачу сигнала ДАН-А и выполняет при передаче данных те же функции, что и ИНФ-К. Попеременная выдача сигналов ИНФ-А и ДАН-А обеспечивает передачу данных с большой скоростью. Данные выдаются на шины на 100 мс (не менее) раньше выдачи соответствующего сигнала идентификации. Ситуация переполнения для сигнала ДАН-А такая же, как для сигнала ИНФ-А.

Потоковая передача данных гарантирует получение при длине линий интерфейса до 122 м скорость передачи до 3 Мбайт/м. Этот режим применяется для любых операций, вызывающих передачу данных с использованием сигналов ИНФ-А и ДАН-А, за исключением операции, заданной командой "Основное уточнение состояния". Режим требует, чтобы УУ и каналы имели внутренний разброс задержек между выдачей сигналов ИНФ-А (ИНФ-К) или ДАН-А (ДАН-К) и данных на шины не более 22,5 мс. Режим идентифицируется выдачей УУ при начале передачи данных сигнала ДАН-А, причем каналу должно быть известно, что УУ имеет возможность

использовать этот режим. Время ответа при потоковой передаче данных должно быть менее 8 мкс после выдачи сигнала идентификации от абонента, ожидающего ответных сигналов от канала, в противном случае УУ зафиксирует ошибку.

Средство повторения команды обеспечивает по инициативе устройства повторное выполнение команды без использования прерываний от ввода-вывода. Действия вызываются комбинацией битов "Сбой в устройстве" и "Модификатор состояния" (указатель повторения) совместно с КРК и/или КРУ в байте состояния УУ, сопровождаемом возбуждением линий МРК-АО и УПР-А. Канал в ответ организует цепочку команд и в зависимости от характера указателей выдает прежнюю или предыдущую команду.

Сигнализация об ошибке ввода-вывода обеспечивается линией "Отключение от абонента" (ОТК-А) и позволяет УУ сообщить каналу о невозможности продолжить последовательность или операции ввода-вывода путем возбуждения этой линии при наличии связи с каналом или при выполнении последовательности выборки, вводимой УУ. Канал отвечает селективным сбросом устройства.

Средство динамического подключения устройства позволяет устройству выбрать любой интерфейс в группе интерфейсов для передачи данных системе при условии, что устройство и подсистема каналов имеют аналогичное средство. Множество интерфейсов между подсистемой каналов и устройством может быть логически скомпоновано в группы интерфейсов, связанных с одной системой. Применение указанного средства может разрешаться интерфейсам группы. Характерно, что устройство, отключившееся от интерфейса в процессе выполнения команды, может подключиться к одному любому из группы интерфейсов для того, чтобы продолжить выполнение команды. Метод организации группы интерфейсов и возможность подсистемы каналов использовать средство определяются в документации на систему.

Переходные системы в интерфейсе. При смене режима "Работа" на режим "Автономная работа" работающее в автономном режиме УУ не должно влиять на ход операции в интерфейсе. При переходе УУ из режима "Работа" в режим "Автономная работа" должны выполняться заданные стандартом условия, обеспечивающие исключение возможности ошибки в работе при переводе оператором переключателя режима.

При включении или выключении электропитания каждое УУ обеспечивает создание обходного пути для сигнала ВБР-К, не считая времени не более 1,8 мкс (обусловленного возможностью краткосрочного отсутствия контакта из-за вибрации и равенства времени задержки сигнала, проходящего через параллельные логические схемы).

Физическая реализация интерфейса. Линия передачи информации. В основной комплект передач входит 38 функционально разделенных линий (9 — шины канала, 9 — шины абонента, 1 — маркер абонента, 8 — идентификации, 8 — управления, 3 — управления изменениями). В расширенный комплект добавлены 27 функционально разделенных линий (9 — шины канала, 9 — шины абонента, 5 — маркеров, 4 — резервные). Линии передачи обеспечивают подключение к каналу до 10 УУ.

В линиях передачи лог.1 соответствует минимальный высокий уровень не менее 2,25 В, за исключением линий "Выборка" и "Обратная выборка" (1,85 В); лог.0 — максимальный низкий уровень не более 0,15 В. Максимальный уровень наводимых в линии импульсных помех не более $\pm 0,4$ В. Волновое сопротивление линии 82...110 Ом.

Линии реализуются высокочастотными кабелями, имеющими номинальное сопротивление проводника кабеля длиной 1 м не более 0,32 Ом/м, внешний диаметр не более 6,5 мм. Внешние части линий интерфейса (между УУ) выполняются в виде коаксиальных кабелей с одинаковым волновым сопротивлением с допуском не более 20 Ом.

Все линии согласуются (за исключением линий "Выборки") с двух концов резисторами с сопротивлением, возможно близким к значению волнового сопротивления линии. Сопротивление сигнального проводника одной линии не более 20 Ом, а внутри УУ — не более 1 Ом. Максимальная длина линий передачи (при использовании кабеля марки ИКМ 0,3/2,4) — 63 м.

Электрические характеристики. Электрические параметры УПМ: порог чувствительности по напряжению, В, лог.1/0 — 1,7/0,7; входной ток при входном напряжении 0...2,8 В — не более $\pm 0,38$ мА; сохранение работоспособности при постоянном входном напряжении 6/7 В и соответственно выключенном/включенном электропитании и при 0,15 В и включенном/выключенном электропитании.

Электрические параметры УПД: выходное напряжение для лог.1 — не менее 2,8 В при токе нагрузки 53 мА и не менее 3,2 В при токе 37 мА, а для лог.0 — не более 0,15 В при токе 0,24 мА; потребляемый ток от линии при лог.0 УПД и лог.1 в линии интерфейса — не более 0,1 мА; сохранение работоспособности при воздействии на выход УПД и после короткого замыкания УПД на "землю" — не более 7 В.

Параметры соединителей. Для подсоединения кабеля интерфейса к УУ используется вилка РШ7П комбинированного соединителя типа "Набор", а в самом кабеле — розетка РГ7 со специальным кожухом.

Назначение контактов используемых четырех соединителей приведено ниже (сигнальный проводник и экран кабеля присоединяются к соседним контактам на одной колодке):

Соединитель 1				Соединитель 2				
А	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ШИН-К00	Э	ШИН-КК0	Э	БЛК-К	Э	РАБ-К	Э
2	Э	ШИН-К20	Э	ШИН-К10	Э	РАБ-А	Э	РВБ-К
3	ШИН-К40	Э	ШИН-К30	Э	ВБР-К	Э	ТРБ-А Э	
4	Э	ШИН-К60	Э	ШИН-К50	Э	ДАН-А	Э	ВБР-А
5	К	К	ШИН-К70	Э	К	К	ДАН-К	Э
6	Э	ШИН-А00	Э	ШИН-АК0	Э	УПР-К	Э	АДР-К
7	ШИН-А20	Э	ШИН-А10	Э	АДР-А	Э	ИНФ-К	Э
8	Э	ШИН-А40	Э	ШИН-А30	Э	ИНФ-А	Э	УПР-А
9	ШИН-А60	Э	ШИН-А50	Э	ИЗМ-А	Э	ИЗМ-К	Э
10	Э	МРК-А0	Э	ШИН-А70	Э	ОТК-А	Э	СМС-К

Соединитель 3				Соединитель 4				
А	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ШИН-К01	Э	ШИН-КК1	Э	МРК-К0	Э	МРК-К1	Э
2	Э	ШИН-К21	Э	ШИН-К11	Э	МРК-КК	Э	МРК-А1
3	ШИН-К41	Э	ШИН-К31	Э	МРК-АК	Э	Рез Э	
4	Э	ШИН-К61	Э	ШИН-К51	Э	Рез	Э	Рез
5	К	К	ШИН-К71	Э	К	-	-	
6	Э	ШИН-А01	Э	ШИН-АК1	-	-	-	
7	ШИН-А21	Э	ШИН-А11	Э	-	-	-	
8	Э	ШИН-А41	Э	ШИН-А31	-	-	-	
9	ШИН-А61	Э	ШИН-А51	Э	-	-	-	
10	Э	Рез	Э	ШИН-А71	-	-	-	

Примечание. Э — экран, К — корпус, Рез — резерв.

Реле с герметическими контактами. Реле осуществляет коммутацию токов и напряжений в линиях "Выборка" и "Обратная выборка" при переключении электропитания в УУ.

Ретрансляция сигналов. Ретрансляторы используются при передаче сигналов на расстояния, превышающие максимальную длину, при числе УУ более 10. Ретранслятор не должен инвертировать ретранслируемый сигнал, нарушать временные соотношения сигналов интерфейса.

Требования к монтажу. Канал располагается в начале линий интерфейса. Ретранслятор подключается к интерфейсу как УУ. Крайние УПД и УПМ могут располагаться за согласователем на расстоянии не более 0,15 м. Длина отвода от УПД или УПМ (кабель, нечетная плата, витая пара) не более 0,15 м. Суммарная емкость конденсатора, шунтирующего кабель, не более 20 пФ. Расстояние между двумя УПМ, подсоединенным к одной линии, не менее 1,5 м. На всех устройствах используются только штыревые части соединителей.

Типовая колодка соединителей "Набор" обеспечивает минимальную вероятность безотказной работы соединителей 500 сочленений-расчленений в течение 1000 ч и имеет следующие основные параметры:

Параметр	Штырь	Гнездо
Число контактов	4	4
Сопротивление контактов, Ом	0,005	0,005
Токовая нагрузка, А	5...10	5...10
Наружный диаметр провода, мм	1,5	1,5
Рабочее напряжение, не более, В	250	250
Ширина колодки, мм	6	6

ИГМД

Общие сведения. Интерфейс накопителей на гибком магнитном диске НГМД распространяется на накопители на одностороннем и двустороннем гибких МД диаметрами 133 и 203 мм, однодисковые и двухдисковые. Передача сигналов осуществляется по функционально разделенным линиям связи, при этом лог.1/ лог.0 соответствует низкий/высокий уровень. Максимальное число НГМД, подключаемых к одному контроллеру, — четыре. Подключение НГМД к контроллеру осуществляется по магистральной или радиальной схеме. Все НГМД можно эксплуатировать с нормальной или удвоенной плотностью записи.

Общая организация. Перечень линий интерфейса приведен ниже:

Наименование	Обозначение	203 мм		ОС	133 мм	
		ДД	ДС		ДС	ОС
От контроллера						
Выбор накопителя 1...4	ВН1...ВН7	+	+	+	+	+
Выбор диска	ВДС	+	0	0	0	0
Выбор поверхности	ВПВ	+	+	0	0	+
Направление шага	НПШ	+	+	+	+	+
Шаг	ШАГ	+	+	+	+	+
Загрузка головки	ЗГЛ	+	+	+	X	X
Запись	ЗПС	+	+	+	+	+
Данные записи	ДЗП	+	+	+	+	+

Управление током записи	УТЗ	+	+	+	0	0
Мотор включить	МВК	X	0	0	X	X
Управление блокировкой	УБЛ	X	X	X	X	X

От НГМД

Накопитель готов	НГТ	+	+	+	X	X
Индекс	ИНД	+	+	+	+	+
Дорожка	ДОО	+	+	+	+	+
Защита записи	ЗЗП	+	+	+	+	+
Данные воспроизведения	ДВС	+	+	+	+	+
Замена диска	ЗДС	+	+	X	X	X
Двухсторонний диск	ДСД	X	+	0	0	0
Накопитель занят	НЗН	X	X	X	X	X

П р и м е ч а н и е. ДД — двухдисковый, ДС — двухсторонний, ОС — односторонний; + — обязательный сигнал; 0 — не использованный сигнал; X — необязательный сигнал.

Сигналы, управляющие выбором при лог.1 (ВН1 — ВН4;), передаются между контроллером и выбранным одним накопителем. Сигнал передается независимо от сигналов ВН, а также это условие распространяется на сигналы НЗН и УБЛ. Сигнал ВДС служит в двухдисковом НГМД для выбора диска (лог.1/лог.0 — МД2/МД1). Сигнал ВПВ определяет, какая из поверхностей двухсторонних НГМД будет использована: лог.1/лог.0 — поверхность 1/0. *Сигналы, управляющие перемещением магнитной головки:* НППШ — определяет направление перемещения магнитной головки, ШАГ — перемещение на одну дорожку. При наличии лог. 1/лог.0 на линии НППШ и импульсов на линии ШАГ механизм позиционирования перемещает головку к/от центра диска.

Сигналы, управляющие операциями записи и воспроизведения ЗГЛ — используется для прижатия магнитной головки к диску; ЗПС — активизирует генератор тока записи и блокирует действие сигнала ШАГ; УТЗ — приводит к уменьшению тока записи, протекающего через магнитную головку в процессе операции записи, приводимой на внутренних дорожках диска; ДЗП — изменяет направление тока записи в обмотках магнитной головки; МВК — запускает электродвигатель привода гибкого диска; ЗЗП — указывает, что в выбранном НГМД имеется признак защиты записи; ДВС — серия импульсов, возбуждаемых при каждом изменении полярности магнитного потока.

Сигналы состояний: НЗП — указывают, что в НГМД выполняется операция позиционирования или записи; НГТ — имеет лог.1 при наличии сигнала ВН, правильности установки дисков, если закрыта дверца, обнаружении индексных импульсов выбранного диска; ИНД — по фронту индицирует начало дорожки; ДОО — дорожка 00 находится под головкой; ЗДС — означает, что в выбранном НГМД были сняты условия сигнала НГТ, активизируется/сбрасывается при поступлении/снятии следующего сигнала ВН (для двухдискового НГМД сигнал ЗДС относится к выбранному сигналом ВДС диску); ДСД — означает, что вращается двусторонний диск (лог.1) или односторонний диск (лог.0); УБД — используется для блокировки дверцы и/или включения индикатора на передней панели НГМД.

Сигнальные линии выполняются кабелем на основе витых пар или плоским кабелем с волновым сопротивлением 130 ± 20 Ом. Сигнальные линии согласуются в приемнике на входах приемников интерфейса. Длина линий связи не превышает 5 м. Передатчики — это схемы ТТЛ с открытым коллектором, допускающие ток не менее

40 мА, а приемники сигналов — схемы ТТЛ. Распределение сигналов и тип разъема (соединителя) указываются для конкретного типа соединителя.

ИКМД

Общие сведения. Интерфейс для НМД со сменной кассетой ИКМД осуществляет передачу данных и управляющих сигналов между контроллером — устройством управления (УУ) — и НМД со сменной кассетой по функционально разделенным линиям. Интерфейс устанавливает последовательность передачи управляющих сигналов, обеспечивающих необходимые операции по вводу и выводу данных. Способ записи информации двухчастотный.

Логическая и функциональная организация. Перечень линий (сигналов) интерфейса ИКМД приведен ниже:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
От контроллера к накопителю		
Выбор устройства 0...3	ВБУ0...ВБУ3	Выбор каждого из четырех НМД
Выбор диска	ВБД	Выбор постоянного/сменного МД
Выбор головки	ВБГ	Выбор одной из двух поверхностей диска
Адрес цилиндра 2 ⁰ ...2 ⁸	АДР0...АДР8	Передача адреса цилиндра в двоичном коде
Восстановление	ВСС	Подача команды возврата к нулевому цилиндру
Строб	СТР	Стробирование информации, передаваемой по линиям ВВЦ и ВСС
Запись разрешена	ЗПР	Включение тока записи в выбранной головке
Стирание разрешено	СТР	Включение тока стирания в выбранной головке
Считывание разрешено	СЧР	Разрешение передачи информации по линиям СЧД или СХР
Данные записи	ДЗП	Серия импульсов закодированных данных
Защита записи	ЗЩЗ	Введение защиты записи на выбранном диске
Питание согласователя	ПТС	Подача напряжения +5 В в систему передачи
Пропадение напряжения	ПРН	Контроль уровня линии ПТС
От накопителя к контроллеру		
Устройство готово	ГУ	Идентификация готовности
Поиск закончен	ПЗ	Указание готовности начать операцию
Адрес подтвержден	АДП	Подтверждение принятия накопителем команды поиска цилиндра или команды "Восстановление"
Неправильный адрес	НПА	В накопитель подан адрес цилиндра больше 203 (407)

Ошибка поиска	ОШП	Магнитные головки не установились на заданном цилиндре в течение требуемого времени
Индекс	ИНД	Определяет начало всех цилиндров
Сектор	СКР	Определяет начало сектора
Адрес сектора	АДС0...АДС4	Передача в двоичном коде но-мера сектора
Неисправность	НПР	Идентификация и световая индикация
Состояние защиты записи	СЗЗ	На выбранном диске установлена обратная защита записи
Высокая плотность	ВСП	Для передачи информации о числе цилиндров в накопителе
Внимание 0...3	ВН0...ВН3	Передача состояний "Поиск закончен", "Ошибка поиска"
Синхроимпульсы	СХР	Выделенные из считанных данных синхроимпульсы
Считанные данные	СЧД	Импульсы, соответствующие единицам считанных данных

Сигналы ВБУ0...ВБУ3 передаются по четырем отдельным линиям для выбора каждого из четырех накопителей в течение всего времени совместной работы накопителя и УУ. По получении сигнала "Адрес подтвержден" или "Неправильный адрес" сигнал на этой линии может быть снят. Все сигналы интерфейса (за исключением сигналов ПРН и ВН0...ВН3) действительны при наличии сигналов выбора. Сигнал ВБД (лог.1/лог.0) выбирает постоянный/сменный диск, сигнал ВБГ (лог.1/лог.0) — нижнюю/верхнюю поверхность. Сигналы АДР0...АДР8 передаются по девяти линиям, по которым принимаются номера цилиндров в двоичном коде 000...203₄₀ или 000...407₁₀. Если максимальный адрес равен 203, линия АДР3 не используется. Сигналы на линиях стробируются сигналом "Строб". Сигнал ВСС стробируется сигналом СТР. Сигнал СТР появляется не ранее, чем за 200 нс до возбуждения сигналов АДР и ВСС и должен быть снят по получении сигнала АДП или НПА. Появление сигнала СТР во время действия сигнала ПЗ вызывает в общем случае: старт поиска требуемого цилиндра (в случае переадресации), т.е. ввод адреса цилиндра, на котором находится головка (поиск не производится), и подачу сигнала НПА; при возбуждении линии ВСС и подачи сигнала СТР начинается операция "Возврат к нулевому цилиндру" и вырабатывается сигнал АДП. Операция "Поиск" начинается с появлением сигнала СТР только тогда, когда накопитель находится в состоянии "Поиск закончен". Сигнал ЗПР обеспечивает включение тока стирания самим накопителем во время операции записи, когда он не воспринимает сигнал "Стирание разрешено". Сигнал СТР используется в НМД, не обеспечивающих включение тока стирания во время операции записи. Сигнал СЧР управляет передачей информации в режиме чтения. Подача сигнала запрещается, если сигнал "Поиск закончен" не возбужден совместно с сигналом ЗПР. Время восстановления усилителя считывания после операции записи или после переключения головок — до 25 мкс. Для синхронизации схем разделения данных после включения сигналов СЧР обеспечивается обязательное считывание накопителем поля, состоящего из синхроимпульсов длительностью не менее 12 мкс. Сигнал ДЗП — суммарный

сигнал синхроимпульсов и данных в режиме двойной частоты. При отсутствии операции записи сигнал ДЗП должен быть в состоянии лог.0. Сигнал ДЗП подается одновременно или не позже 2 мс после подачи сигнала ЗПР. Сигнал ЗЦЗ разрешает защиту записи на выбранном диске, это состояние продолжается до момента его сброса оператором с пульта управления.

Линия ПТС используется для подачи напряжения + 5 В в систему передачи данных накопителя. Напряжение на конце согласователя — не менее + 4,5 В. В новых контроллерах согласователь НМД запитывается от контроллера. Сигнал ПРН информирует накопитель об условиях питания согласователя. В случае пропадания питания в УУ, разъединения кабеля интерфейса или отсутствия согласователя в гнезде накопителя сигнал "Устройство гнезда" блокируется, а головки удаляются из рабочей области. Накопитель осуществляет повторные действия при подаче на линию ПРН импульса лог.1 длительностью не менее 10 мс.

Сигнал АДП является подтверждением принятия накопителем команды поиска цилиндра с номером 203 (407) или команды "Восстановление" и определяет начало операции поиска. Сигнал вырабатывается накопителем после возбуждения сигнала СТР и в случае переадресации, т.е. когда передаваемый в накопитель адрес цилиндра совпадает с адресом цилиндра, на котором установлены магнитные головки. Сигнал НПА показывает, что в накопитель подан адрес цилиндра больше 203 (407), и вырабатывается накопителем после возбуждения сигнала СТР. Сигнал ОШП сбрасывается командой восстановления. Допускается при его наличии появление сигнала "Поиск закончен", идентифицирующего нахождения головок на цилиндре 000. Сигнал ИНД появляется один раз на каждый оборот. В накопителе имеется два отдельных датчика индекса: один для постоянного диска, другой для сменной кассеты. Сигнал появляется для сменной кассеты в момент прохождения индексного выреза перед датчиком.

Сигнал ВБД подключает к выходной линии ИНД сигнал от датчика. Сигнал появляется в начале каждого сектора от тех же датчиков (индекса) в момент прохождения секторного выреза перед датчиком. Сигнал ВБД подключает к выходной линии СКР сигнал от датчика. Сигналы АДС0...АДС4 в двоичном коде определяют номер сектора после появления СКР и всегда соответствуют номеру сектора. При числе секторов менее 16 сигнал АДС4 можно не использовать. Сектор 00 — это следующий сектор, содержащий импульс индекса.

Сигнал ННР указывает на неисправность в тракте записи/считывания; уменьшение какого-нибудь из постоянных питающих напряжений ниже допустимого предела; на отклонение скорости вращения кассеты за пределы допустимых значений в накопителе со стабилизацией скорости вращения; наличие сигнала ННР блокирует выполнение команд, связанных с операциями записи/воспроизведения. Сброс состояния неисправности осуществляется нажатием клавиши на пульте управления накопителя, когда условия для возбуждения сигнала отсутствуют.

Сигнал СЗЗ используется при запрещении записи на диске, где установлена защита записи. Защита записи на выбранном диске включается сигналом СЗЗ, а также оператором с пульта управления. Сигнал ВСП (лог.1/лог.0) идентифицирует наличие 400 + 8 (запасных) / 200 + 4 (запасных) цилиндров, действителен при наличии сигнала ГУ. Сигналы ВНО...ВНЗ передаются по четырем радиальным линиям и показывают, что соответствующий накопитель закончил операцию поиска действительного адреса, переадресации, восстановления (состояние "Поиск

закончен") или он не в состоянии правильно закончить эту операцию (состояние "Ошибка поиска"). Сигнал прерывания ВН подается накопителем в любое время. Сигнал "Внимание" сбрасывается командой "Строб".

Импульсы синхронизации СХР — это импульсы с уровнями лог.1, выделенные из считанных данных. Период следования импульсов определяется с допуском отклонения от номинального значения. Сигналы СЧД — это импульсы, фронты которых находятся в середине расстояния между активными фронтами соседних синхрипульсов.

Физическая реализация. Число последовательно подключенных к УУ накопителей не более четырех. Максимальная длина кабеля не более 9 м при использовании приемников ТТЛ-типа и не более 15 м для специальных интерфейсных приемников. Интерфейсные соединители должны обеспечивать возможность последовательного подключения накопителей. Уровень лог.0/лог.1 на выходе передатчика не более 4/0,4 В для всех сигнальных линий. Уровень индуцированных импульсных помех на входе приемника для лог.1/лог.0 не более $+0,2В/\pm 0,5 В$ соответственно.

ИКМЛ-М

Общая организация. Интерфейс для кассетных накопителей на магнитной ленте ИКМЛ обеспечивает работу контроллера с накопителями (от 1 до 8), использующими магнитную ленту шириной 3,81 мм в кассете и способ записи в соответствии с ISO 3407. В интерфейсе регламентируются только обязательные линии (приведены ниже), что является достаточным для управления накопителями:

Наименование линии сигналов

Обозначение

Из контроллера в накопитель

Выбор накопителя	ВНК
Скорость движения	СДВ
Движение вперед	ДВП
Движение назад	ДНЗ
Установить состояние перемотки	УСП
Установить состояние записи	УСЗ
Данные записи	ДЗП

Из накопителя в контроллер

Данные воспроизведения	ДВС
Носитель загружен	НЗГ
Накопитель свободен	НСВ
Разрешение записи	РЗП
Маркер ленты	МЛН
Сторона кассеты А/Б	СКА/Б

Линии ВНК и НВГ являются индивидуальными для каждого накопителя, остальные — общими. Интерфейс обеспечивает подключение до восьми КНМЛ магистральным способом с общей линией связи до 4 м. Интерфейс включает в себя и интерфейс электропитания, позволяющий подключить накопитель к системе электропитания контроллера (значение тока приведено для одного накопителя):

Наименование линии	Напряжение, В	Ток, А
Электропитание + 5	+ 5±5 %	1
Электропитание + 12	+ 12±5 %	1

Функциональная организация. Сигнал ВНК (лог.1) обеспечивает логическое подключение приемопередатчиков общей линии интерфейса накопителя к приемопередатчикам контроллера при условии загрузки кассеты (лог.0 на линии НВГ).

Сигналы, управляющие движением, СДВ, ДНЗ, ДВП, УСП: сигнал СДВ при лог.1/лог.0 обеспечивает движение накопителя с повышенной номинальной скоростью при условии перевода накопителя в соответствующее состояние движения по сигналам ДВП или ДНЗ; сигнал ДВП при лог.1 обеспечивает в накопителе движение в прямом направлении со скоростью, соответствующей уровню сигнала на линии СДВ, а также игнорирование сигналов ДНЗ и УСП. Сигнал ДНЗ при лог.1 обеспечивает в накопителе движение носителя в обратном направлении (назад) со скоростью, соответствующей уровню сигнала СДВ, а также игнорирование сигналов ДВП, УСП и УСЗ. Сигнал УСП при изменении лог.0 на лог.1 обеспечивает перевод накопителя в состояние перемотки к маркеру начала ленты при условии лог.0 сигналов ДВП и ДНЗ. Эта операция осуществляется автономно и заканчивается при достижении физического начала ленты независимо от изменения уровней сигналов, передаваемых из контроллера в накопитель.

Сигналы управления обменом УСЗ, ДЗП, ДВС. Сигнал УСЗ при лог.1 обеспечивает перевод накопителя в состояние записи при изменении уровней сигналов ДВП (с лог.0 на лог.1) при лог.0 сигналов СДВ, РЗП и НСВ. При лог.0 сигнала УСЗ накопитель переводится в состояние воспроизведения в момент изменения уровней сигналов ДВП или ДНЗ с лог.0 на лог.1. При изменении сигналов УСП или СДВ с лог.0 на лог.1 накопитель автоматически переводится в состояние воспроизведения. Сигнал УСЗ используется для обеспечения записи на носитель сигналов информации, устанавливаемых на линии ДЗП, и изменения параметров канала воспроизведения накопителя при переключении из состояния записи с контрольным воспроизведением в состояние воспроизведения.

Изменение уровня сигнала ДЗП обеспечивает запись информации в соответствии с требованиями ISO 3407 (при лог.0 магнитной. слой ленты поляризуется в направлении, соответствующем поляризации межзонного промежутка).

Изменение уровня сигналов на линии ДВС обеспечивает передачу информации, записанной на магнитной ленте, независимо от уровней сигналов на линиях СДВ, УСЗ. При нахождении под магнитной головкой воспроизведения слоя ленты, поляризованного в направлении, соответствующем поляризации слоя в межзонном промежутке, уровень сигнала ДВС равен лог.1.

Сигналы состояния накопителя НЗГ, НСВ, РЗП, МЛН. Сигнал НЗГ (лог.0) обеспечивает передачу в контроллер состояния, подтверждающего, что носитель подготовлен (под воздействием оператора) к работе. Сигнал НСВ (лог.0) идентифицирует, что выбранный накопитель не выполняет автономные функции, связанные с подготовкой к работе.

Сигнал РЗП (лог.0) подтверждает, что выбранный накопитель готов к записи информации. При лог.1 сигнала РЗП физическая запись на носитель заблокирована. Сигнал МЛН (лог.0) идентифицирует наличие под датчиком начала (конца) ленты

прозрачного участка магнитной ленты либо отверстия маркера начала (конца) ленты. Сигнал СКА/Б (лог.0) подтверждает, что под магнитными головками накопителя находится сторона кассеты А в соответствии с ISO 3407.

Физическая реализация. Линии электропитания выполняются в виде витых пар или плоского кабеля и конструктивно могут быть реализованы в одном кабеле с сигнальными линиями интерфейса, имеющими волновое сопротивление 90...130 Ом.

В качестве передатчиков используются ТТЛ-схемы с током нагрузки не менее 30 мА при падении напряжения на них не более 0,4 В, в качестве приемников — любые ТТЛ-схемы.

На входах приемников сигналов интерфейса накопителя устанавливаются согласующие резисторы 220 Ом (на 5 В) или 300 Ом (на 0 В).

В накопителе устанавливается 46-контактная вилка, имеющая следующее распределение сигналов интерфейса по контактам:

<i>Номер накопителя соединителя</i>	<i>Корпус</i>
AO1, BO1	Корпус
AO2, BO2	Электропитание
	дополнительное
AO4, BO4, A15, B15	Общий электропитания
AO5, BO5, AO6, BO6, AO9, BO9	Резерв
AO7, BO7	ДВС, 0 В
AO8, BO8	НСВ, 0 В
A11, B11	МЛН, 0 В
A12, B12	РЗП, 0 В
A13, B13	СКА/Б, 0 В
A14, B14	+ 12 В
A16, B16	НЗТ, 0 В
A17, B17	ДНЗ, 0 В
A18, B18	ДВН, 0 В
A19, B19	ДЗП, 0 В
A20, B20	СДВ, 0 В
A21, B21	УСП, 0 В
A22, B22	УСЗ, 0 В
A23, B23	ВНК, 0 В
A24, B24	+ 5 В

ИЛПС

Общие сведения. Интерфейс линейной последовательной связи (ИЛПС) предназначен для передачи данных при сопряжении УСО, УБК или ЭВМ в АСУ ТП и для работы в многоточечном режиме в реальном времени по магистральному каналу связи (МК). Он применяется в АСУ ТП для управления непрерывными и дискретными процессорами с учетом следующих условий: передача информации производится в соответствии с требованиями к быстродействию систем; имеются электромагнитные помехи; отдельные внутризаводские линии связи соответствуют требованиям ИЛПС; выполнение ИЛПС для скоростей передачи 31,25...4000 кбит/с и для расстояний передачи до 3 км.

Технические характеристики ИЛПС:

Принцип обмена данными

— бит-последовательный по двухпроводной витой паре или коаксиальному кабелю.

Максимальная длина связи	— 3 км (включая длину отводов
Рекомендуемое число подсистем	— не более 63.
Номинальная скорость передачи	— 31, 25; 62,5; — ...500; ...; 4000 кбит/с
Представление сигналов	— двухфазная модуляция с фазоразностным кодированием
Циклический код защиты	— производящий полином $X^{16} + X^{12} + \dots + 1$
Вероятность искажения сигналов	— не более 10^{-6}
Способы повышения достоверности	— обнаружение ошибок
Избыточность	— резервирование МК и централи, а также компонентов

Логическая организация. *Принципы обмена данными.* Обмен организуется по асинхронному принципу передачи адресного кода станции, по которому она вызывается для передачи данных. Обмен данными выполняется с помощью ограниченных последовательных битов, образующих рамку (кадр) передачи. В целях оптимизации выполнения конкретных задач ИЛПС разделяется на два логических интерфейса, предусматривающих различные структуры кадров передачи: ИЛПС1 — с переменной длиной (256 или 1024 байт); ИЛПС2 — с фиксированной длиной (34 бит).

В ИЛПС установлены пять функций: прием (наиболее низкий приоритет), ответ, децентрализованное управление МК, запрос захвата МК, централизованное управление (наивысший приоритет),

Типы станций (С) для ИЛПС определяются функцией наиболее высокого приоритета: принимающая (станция приема), управляющая (УС), управляемая (станция ответа), управляющая с захватом МК, центральный (управления МК). Станция, как правило, может выполнять все функции более низкого ранга. Станция считается активной при выполнении ею в данной ситуации определенных функций.

Логический интерфейс ИЛПС1. Два формата передачи (в байтах) в ИЛПС1: Ф1 — с постоянной длиной кадров (5 байт) без части данных для передачи сообщений управления (функционального кода): (...R(Ae, F, As, K) R...); Ф2 — с переменной длиной для передачи данных до 256 байт: Ф2.1 — (...R(Ae, F, As, L, D, K) R...), для передачи данных до 1024 байт; Ф2.2 — (...R(Ae, F, As, L1, L2/D, D...D, R)R...). Здесь R — байт ограничительного кадра, Ae — адрес приемной станции, As — адрес передающей станции, F — функциональный код, L1, L2 — длина данных, D — байт данных, K — контрольное поле (2 байт). Содержание кадра: в Ф1 — (Ae, F, As), в Ф2 — (Ae, ...D). Информационное поле HDLC в Ф2: (As,...D).

Последовательность передачи разрядов байтов адреса, функционального кода, длины — начиная с младшего разряда, а контрольной части — начиная с разряда с наивысшей значимостью. В реальных системах может применяться один из двух вариантов Ф2, различающихся максимальной длиной. Поле K является 16-разрядным.

Ограничение кадра и синхронизация по кадрам:

все рамки передачи начинаются и завершаются байтом ограничения (R-байт), код которого (0111110) не содержится в последовательности информации данных и который служит одновременно для осуществления синхронизации по кадрам; в целях исключения этого кода из кодовых комбинаций используется бит-стаффинг;

прием рамки передачи независимо от числа предшествующих или последующих байтов R.

Адресация станции осуществляется байтами адреса: Ae — приемной станции, As — передающей станции. Адрес 0 — не используется, адрес 255 — общий, адреса станций 1...254.

Функциональный код определяется с помощью функционального байта F, разряды которого имеют следующее назначение: 1 — вид сообщения; 2 и 3 формат передачи (00 — Ф1; 01 — Ф2; 10 и 11 — резерв); 4 — порядковый номер передачи (1/0 — первая передача/повторение); 5...8 — коды.

Перечень функциональных кодов в формате в разрядах 1, 5...8:

F1(1, 0000)	— общая адресация.
F2(1, 0001)	— запись,
F3(1, 0010)	— чтение,
F4(1, 0011)	— запись/чтение,
F5(1, 0100)	— централизованный опрос станции,
F6(1, 0101)	— управление МК, передача управления МК,
F7(1, 0110)	— управление МК, возврат управления МК без QS,
F8(1, 0111)	— управление МК, возврат управления с QS,
F9(1, 1000)	— децентрализованный опрос С без ВА, без QS,
F10(1, 1001)	— децентрализованный опрос С без ВА с QS,
F11(1, 1010)	— децентрализованный опрос С с ВА без QS,
F12(1, 1011)	— децентрализованный опрос С с ВА, с QS,
F13(1, 1100)	— резерв,
F16(1, 1110)	— резерв,
F17(0, 0000)	— резерв,
F18(0, 0001)	— запись (подтверждение приема),
F19(0, 0010)	— чтение (прочитанные данные),
F20(0, 0011)	— запись/чтение (подтверждение приема/прочитанные данные,
F21(0, 0100)	— ответ станции без ВА, без QS,
F22(0, 0101)	— ответ станции без ВА с QS,
F23(0, 0110)	— ответ станции с ВА, с QS,
F24(0, 0111)	— ответ станции с ВА, с QS,
F25(0, 1000)	— резерв,
...	
F32(0, 1111)	— резерв.

Здесь ВА — запрос захвата МК, QS — квитирование общего адреса.

Возможные комбинации при выполнении процедуры:

<i>Процедуры</i>	<i>Вызов</i>	<i>Ответ</i>
Общая адресация	F1	-
Запись	F2	F18
Чтение	F3	F19
Запись/чтение	F4	F20
Централизованный опрос С	F5	F21/...F24
Управление МК	F6/F7/F8	-
Децентрализованный опрос С F9/.../F12	-	-

Часть данных кадра передач может содержать до 250 байт либо 2017 байт данных, указываемых в байте длины L либо в L1 и L2. Кодирование данных произвольное. Кодовая защита кадра обеспечивается: при постоянной длине кадра (его ограничение определяется признаком R); при переменной длине кадра (согласно Ф2 ограничение кадра дополнительно байтом длины L). Достоверность передачи содержания кадра реализуется применением циклического кода согласно процедуре с производящим

полиномом $C(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$. Содержание кадра при этом начинается после байта R и кончается перед первым разрядом байта k.

Контрольная часть кадра передачи состоит из 16 разрядов и представляет собой инверсию остатка, получаемого при делении (по модулю 2) полинома $P(X)X^{16} + X^k + X^{15} + X^{14} \dots + X + 1$ на производящий полином $C(X)$, где X — это 0 или 1, k — число битов содержания кадра.

Процедуры передачи данных (запись, чтение, запись/чтение) содержат вызов станции, в которую необходимо записать либо из которой необходимо считать данные, и ответ вызванной станции. Координация передачи данных выполняется с помощью организованных процедур управления МК, централизованного и децентрализованного опросов станций.

Функции управления МК (передача и возврат управления МК). При выполнении функции управления МК централь определяет активную управляющую станцию для процесса передачи, посылая кадр передачи, содержащий адрес управляющей станции (Ae), код (F6) и собственный адрес (As). Принимающая управление вызванная станция в одном цикле передачи может выполнить несколько циклов обмена данными с процедурами записи и чтения. Для завершения процесса передачи активная управляющая станция выполняет возврат управления МК, посылая передаточный кадр к централи (Ae, F7/F8, As). После этого централь, в свою очередь, передает управление МК очередной управляющей станции. При отсутствии в ней данных, подлежащих передаче, станция возвращает управление МК централи сразу же после вызова.

Центральный опрос станций: циклическая процедура чтения по очереди отдельных станций (с кодом F5). Каждая вызванная станция посылает централи ответ (код F21/.../F24). Процедура обеспечивает чтение определенной части памяти каждой станции, отводимой для кода F5. В этой памяти могут храниться данные, аварийные сигналы, запросы на захват МК и сообщения квитирования.

Децентрализованный опрос станций: быстрый опрос, при котором каждая станция вызывает следующую по очереди. Код F9/.../F12 служит для выявления запросов о захвате МК и для передачи подтверждения. Опрос инициируется централью, после чего она следует за ходом опроса.

Запись: активная станция посылает кадр передачи, содержащий Ae; F2, As, записываемые данные и их адрес. Вызванная станция при условии неправильного приема отвечает кадром передачи, содержащим Ae, F18, As.

Запись с общим адресом: централь посылает передаточный кадр с адресом 255, а подтверждение может быть произведено с помощью организационных процедур.

Чтение: часть данных кадра передачи содержит адресный код читаемых данных, а часть — прочитанные данные. Предполагается, что времена доступа к данным незначительны. При больших временах доступа целесообразно адресовать считываемые данные с помощью процедуры записи, а чтение соответствующих данных производить через некоторое время после выполнения процедуры записи.

Запись чтения: комбинированная процедура, используемая при сравнительно больших временах доступа для передачи данных, запрошенных в одном предшествующем процессе передачи.

Обработка ошибок осуществляется с помощью одного или нескольких повторений, максимальное число которых устанавливается в зависимости от применяемых устройств. При невозможности правильного выполнения процедуры обмен с одной

станцией заканчивается и продолжается обмен со следующей станцией. Повторный кадр передачи идентифицируется единицей в разряде 4 функционального кода.

Управление МК:

при централизованном опросе станции в случае неправильного приема кадра вызываемой станции или отсутствия ответа в установленное время центральный повторит вызов;

при неисправности станции после выполнения процедуры всех повторений вызывается следующая станция;

при децентрализованном опросе станций в случае неисправности станции или неправильного вызова станции опрос прерывается, а центральный заново запускает опрос на прерванном месте; при отклонениях от нормальной работы предусматривается повторение запуска централизованного опроса станции, а при неисправности станции вызывается следующая станция для запуска опроса;

процедура передачи данных при неисправности вызванной станции заключается в вызове очередной станции по окончании всех повторений или в возврате управления МК центральному после окончания процесса передачи.

Логический интерфейс ИЛПС2. Структура кадра передачи длиной 34 разряда — поля (биты): S(33) — старт бит, F(32...30) — функциональный код, D(29...24) — целевой адрес станции, I(23...8) — информация, зависящая от функционального кода, C(7...0) — контрольное поле, содержащее контрольный код обнаружения ошибки. Старт-бит используется для синхронизации приема, состоит из одного или более (до 8) единиц.

Типы используемых функциональных кодов: F1(001) — опрос станции, разрешение передачи; F2(010) — чтение; F3(011) — запись; F4(100) — данные; F5(101) — записываемые данные, 1 байт; F6(110) — извещение о конце сеанса обмена информацией об ошибках.

Возможные комбинации при выполнении процедур:

<i>Код</i>	<i>Источник</i>	<i>Адресат</i>	<i>Ответ</i>
F1	Ц	А	F7, F6
F2	Ц, А	А, П	F4
F3	А, Ц	А, П	F7
F4	А, П	А, Ц	F3...F7, F2...F7
F5	А, Ц	А, Ц	F7
F6	А	Ц	-
F7	А, П	Ц, А	-
F0	Ц	А, П	-

Здесь Ц — центральный, А — активная управляющая станция, П — принимающая станция

Адресация станции: 0 — адрес центрального, 63 — общий адрес, 1...62 — адреса станций. Допускается закрепление нескольких адресов за одной станцией. Рекомендуется непрерывная нумерация станций в МК. Обработке подлежат только кадры передачи, целевой адрес которых совпадает с закрепленным за станцией адресом.

Информационное поле зависит от функции. В поле размещаются и передаваемые данные. Зависимость информационного поля от функционального кода:

Функциональный код

F1, F7, F0
F2, F3
F4
F5
F6

Информационное поле, бит

X(23...8)
As(23...18), M(17...8)
B(23...16), B(15...8)
f(23...16), B(15...8)
E(23...8)

Здесь X зависит от исполнения системы, As — адрес источника сообщений, M — адрес начала чтения/записи в ОЗУ, B — байт данных, f — дополнительный функциональный код, E — информация об ошибке. *Содержание информационного поля X:* при F1 не обрабатывается, при F7 содержит код данных требуемого сеанса обмена данными (в зависимости от приоритета) в ответе централи на F1, а также код занятости станции в ответе другой станции. *Адресация памяти* (способ): не регламентируется в зависимости от исполнения системы, допускается относительная и косвенная адресация. *Передаваемые данные:* способ кодирования произвольный. *Информация об ошибке:* форма кодирования не нормируется, за исключением случая отсутствия ошибки (F-00). Описание ошибки содержит код ошибки, номер станции, при обмене с которой была обнаружена ошибка. В качестве контрольного используется циклический код с произвольным полиномом $X^8 + X^2 + X + 1$.

Процедуры ИЛПС2 (чтение и запись данных) содержат вызовы станций, ответ вызванной станции и соответствующие операции управления сеансом обмена. Проведение сеансов обмена выполняет централь.

Сбор параметров координации (число станций, их режим работы, параметры приоритета) выполняется в цикле конфигурации. Централь выдает последовательно всем станциям (с адресами 1...N) кадр передачи F2 (чтение) и получает от них ответ типа F4 (считываемые данные), информационное поле которого содержит данные о режиме и приоритете станций. Станции, не отвечающие за определенный период, считаются несуществующими. В результате обработки формируется таблица конфигурации, используемая при координации работы сети.

Управление пользованием МК включает передачу и возврат управления, осуществляемые централью, распределяемые по некоторому заданному алгоритму. Для каждого сеанса передачи управления централью определяется активная управляющая станция.

Часть цикла централизованного опроса. Чтение — активная УС высылает команду типа F2, содержащую адрес целевой станции и памяти, а ответ типа F4 содержит два байта данных; этот процесс продолжается по истечении временного лимита, определяемого приоритетом активной УС.

Запись — активная УС высылает команду F3, содержащую адрес As и адрес начала записи в ОЗУ, а затем команду передачи с командой типа F4 с записываемыми данными, максимальное число которых зависит от приоритета активной УС. Все передачи с командами типа F3...F5 квитируются кадром передачи подтверждения типа F7.

Обработка ошибок: структура процедур ошибок и временная организация процесса управления МК направлены на обеспечение нормальной работы системы и возможности исправления ошибок. Основные типы ошибок в различных видах станций:

обнаружение искажения сигнала или несоответствия контрольного кода в принимающей станции (ответ не выдается);

в активной УС в случае искажения ответа, контрольного периода тайм-аута повторяется выдача последнего кадра передачи (число повторений в зависимости от приложений), описание отказа передается централи в информационной части передачи по команде F6;

отсутствие или искажение ответа F7 на передачу опроса F1. В этом случае централь переходит в режим ожидания возврата управления, так как станция могла принять управление, а тогда опрос следующей станции недопустим. При отсутствии или искажении кадра передачи возврата управления (F6) централь переходит к опросу следующей станции по тайм-ауту.

Функцией централи является и учет поступающих от станции описаний ошибок, а также извещения оператора об ошибках.

Физическая реализация. Линии связи МК выполняются с помощью коаксиального кабеля и скрученного двужильного провода. Присоединение станции к линии осуществляется параллельно посредством высокоомных устройств связи, в которых производится гальваническое разделение между линией и станцией.

Оконечное согласование линии с обоих концов обеспечивается резисторами с активным сопротивлением, соответствующим ее волновому сопротивлению. Резисторы не должны отключаться при изъятии вилки из разъема. Общее затухание (18 дБ в линии и 6 дБ суммарное вносимое 60 точками стыковок), должно быть меньше или равно 24 дБ.

Передачи осуществляются на расстояние до 3 км. Оно может быть меньше вследствие максимально допустимого затухания в линии 18 дБ (для тактовой частоты). Используемый соединитель не регламентируется.

Скорость передачи выбирается из следующего ряда: 31,25; 62,5; 125; 500; 1 000; 2 000; 4 000 кбит/с. Максимальное допустимое отклонение $\pm 0,1$ %

Синхронизация по битам осуществляется в приемнике, синхронизирующем свой такт с полученным тактом передатчика, и регулируется во время передачи данных. Напряжение на разъемах устройств связи, содержащих линию тактовой частоты, $240 \text{ мВ} \leq U_{np} \leq 5 \text{ В}$ (на приемной стороне).

ИНМЛ

Общие сведения. Интерфейс бобинных НМЛ предусматривает: подключение 1...4 накопителей, при этом только один НМЛ может находиться в состоянии логической связи с УУ; выполнение записи данных при движении ленты вперед с одновременным контрольным воспроизведением; воспроизведение данных при движении ленты вперед и назад; перемотку ленты до маркера начала ленты; работу одним из способов записи (БВН-1 или ФК); перевод НМЛ в режим местного управления; передачу сигналов по функционально разделенным линиям связи.

Общая организация. Сигналы интерфейса приведены ниже:

Обозначение

Назначение

Из УУ в НМЛ

ВБРО...ВБРЗ
УМУ
УДВ, УДН
УВС
УСЗ, УБВН

Выбор НМЛ
Установка местного управления
Установка движения вперед, назад
Установка высокой скорости
Установка состояния: записи, БВН

ШЗ0...ШЗ7, ШЗК
ИСЗ
СТЗ
УНУ
УПЗ

Информационные шины записи
Импульс сопровождения записи
Сброс триггеров записи
Установка низкого уровня ограничения
Установка перезаписи

Из НМЛ в УУ

СДУ
СГТ, СЗЗ
СБВН
СВС
СНЛ, СКЛ
ПМС, ПМП
ПЗМ-1, ПЗМ-2
ССД
ШВО...ШВ7, ШВК

Состояние дистанционного управления
Состояние готовности, защиты записи
Состояние БВН
Состояние высокой скорости
Состояние начала, конца ленты
Признак модели по скорости, по перезаписи
Признак модели по записи 1, 2
Сигнал скорости движения
Информационные шины воспроизведения

В интерфейсе обеспечивается радиальное подключение НМЛ к УУ. Выбор НМЛ производится при совпадении его программного номера с номером возбужденного сигнала ВБР. Устройство управления декодирует адрес НМЛ и возбуждает сигнал на одной из четырех линий ВБР для логического подключения выбранного НМЛ к УУ. Программный номер НМЛ устанавливается при подготовке его к работе и может быть изменен.

Сигнал УМУ используется для перевода НМЛ в режим местного управления, при этом все режимы, выполнявшиеся НМЛ в момент приема сигнала МУМ (кроме перемотки), должны быть сброшены. Сигнал УМУ, принятый НМЛ во время перемотки МЛ, переводит НМЛ в режим подготовки ленты к снятию (разгрузке), если этот режим предусмотрен в НМЛ. В противном случае НМЛ переходит в режим местного управления и завершает перемотку остановом на маркере начала ленты.

В операциях, связанных с движением ленты, используются сигналы УДВ, УДН, УВС. Сигнал УДВ/УДН вызывает движение ленты в прямом/обратном направлении на время действия сигнала. Сигнал УВС, принятый НМЛ при отсутствии сигналов УДВ и УДН, устанавливает режим перемотки ленты. Операция заканчивается остановкой ленты на маркере начала ленты.

В операциях записи и воспроизведения используются сигналы УСЗ, ИСЗ, СТЗ, УБВН, УНУ, УПЗ. Сигнал УСЗ переводит НМЛ в состояние записи, выдается УУ только при отсутствии сигнала СЗЗ, установленное в НМЛ состояние записи сбрасывается при приеме от УУ сигналов УДВ или УДН без предшествующего сигнала УСЗ и от УУ сигнала УВС, а также при переводе НМЛ в режим местного управления. Сигнал ИСЗ служит для приема и выравнивания данных при выполнении операций записи; сигнал СТЗ — для перевода триггеров записи в исходное состояние, а также для отключения тока в головках записи и стирания при выполнении операции перезаписи, сигнал УБВН — для перевода НМЛ, имеющих комбинированную аппаратуру для работы способами БВН-1 и ФК, на работу способом БВН-1, выдается УУ только при наличии сигнала ПМП и совместно с сигналом УСЗ с теми же временными соотношениями. Данные передаются на УУ в НМЛ байтами по линии записи (8 — данные, 1 — контрольный бит).

Строка циклического контроля CRC записывается, как обычная информационная строка. Строка продольного контроля CRC записывается сигналом СТЗ при отсутствии сигналов ИСЗ и ШЗ.

Сигналы состояния НМЛ идентифицируют: СДУ — программный номер данного НМЛ совпал с номером принятого сигнала ВБР и НМЛ находится в состоянии логической связи с УУ, этот сигнал разрешает в НМЛ прием и передачу всех интерфейсных сигналов, кроме сигналов выбора; СГТ — сообщает, что НМЛ готов к работе и не выполняет при этом перемотку или загрузку ленты; СЗЗ — в НМЛ установлена катушка с лентой, не имеющая кольца разрешения записи; БВН и СБВН — НМЛ, имеющий комбинированную аппаратуру, переведен на работу способом БВН-1, НМЛ может быть переведен на работу способом БВН-1 только при нахождении ленты на маркере начала ленты и должен сохранять это состояние вплоть до момента перехода в режим местного управления; СВС — НМЛ выполняет перемотку ленты и должен выдаваться после приема сигнала УВС. Сигнал СВС снимается НМЛ после остановки ленты на маркере начала ленты; СНЛ — лента находится на маркере начала ленты; СКЛ — лента находится на маркере конца ленты, или маркер конца ленты был пройден при движении вперед, сигнал снимается НМЛ после прохождения маркера конца ленты при движении назад.

Сигналы признаков идентифицируют: ПМС — какая из двух импользуемых в конкретном УУ скоростей движения ленты является номинальной для выбранного НМЛ (лог.1 соответствует более высокому значению скорости); ПМП — в НМЛ имеется аппаратура для реализации режима перезаписи; ПМЗ-1, ПМЗ-2 — какая аппаратура записи-воспроизведения имеется в выбранном НМЛ. Возможны следующие комбинации сигналов (для способов записи-воспроизведения):

<i>ПМЗ-1</i>	<i>ПМЗ-2</i>	<i>Способ</i>
0	0	БВН-1
1	1	ФК
0	1	БВН-1/ФК

Сигнал ССД сообщает текущее значение скорости движения в пройденном лентой расстоянии. Сигналы передаются НМЛ при отсутствии сигналов УДВ и УДН. Сигнал ССД выдается импульсами от момента достижения лентой номинальной скорости и прохождения минимальной (при воспроизведении) или номинальной (при записи) дистанции разгона.

Сигналы ШВО...ШВ7, ШВК служат для передачи из НМЛ в УУ данных, воспроизведенных с МЛ.

Линии связи согласуются со стороны приемного конца. Согласующие элементы устанавливаются на входах приемников интерфейса. Длина кабеля на основе витых пар — до 6 м. Передатчики — это ТТЛ-схемы с открытым коллектором (или транзистор), допускающие ток не менее 30 мА и имеющие прямое падение напряжения при токе 30 мА не более 0,4 В. Приемники — любые ТТЛ-схемы.

ИНМЛ-К

Общие сведения. Интерфейс НМЛ в кассете типа "картридж" (ИНМЛ-К) обеспечивает возможность подключения НМЛ, осуществляющих серпантинную запись и воспроизведение информации на МЛ шириной 6,3 мм в кассете типа "картридж" (в дальнейшем НМЛ). Интерфейс предусматривает: выбор одного из подключенных НМЛ; запись с одновременным контрольным воспроизведением информации;

воспроизведение и стирание ранее записанной информации; перемещение МЛ в исходное состояние; выбор дорожки на МЛ. Канал воспроизведения обеспечивает безошибочное чтение при отклонении периода переходов потока не более 37 % от номинального значения. Канал не рассчитан на воспроизведение в направлении обратной записи. Номинальная скорость движения ленты 2,29 м/с. Сигналы передаются по функционально разделенным линиям, лог.1/лог.0 соответствует низкий/высокий уровень.

Общая организация. Сигналы интерфейса приведены ниже.

<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Из УУ в НМЛ	
ВНК	Выбор накопителя
СБР	Установка начального состояния
ВД-0...ВД-3	Выбор дорожки
ДВ	Движение носителя
ДНЗ	Движение носителя назад
ВСК	Высокая скорость
РСТ	Разрешение стирания
РЗП	Разрешение записи
+ДЗП	Данные записи
-ДЗП	Данные записи инвертированные
ВУО	Высокий уровень ограничения (необязательный)
ВКН	Выбор высокоэрцированного носителя (необязательный)

Из НМЛ в УУ

НКВ	Накопитель выбран
КУС	Кассета и стирание разрешены
ЗПР	Запись и стирание разрешены
ИЛВ	Импульсы данных воспроизведения
МЛВ	Маркер ленты верхний
МЛН	Маркер ленты нижний
ИТХ	Импульсы тахометра

Сигнал ВНК (лог.1) логически подключает приемники (передатчики) накопителя к соответствующим линиям интерфейса и разрешает выполнение операций. Выбор дорожки и выполняемые операции осуществляются в зависимости от кода на линиях ВД-3 ... ВД-0: (0000) ... (1000) — дорожки 0 ... 8; 110X и 111X — смещение блока магнитных головок от центра дорожки соответственно вниз и вверх, X — значение на линии соответствует выбранной дорожке, т.е. лог. 0 — для дорожек 0, 2, 4, 6, 8, и лог.1 — для дорожек 1, 3, 5, 7. Сигналы выбора сохраняются не менее 500 мкс.

Сигнал СБР иницирует программу и перемещает блок магнитных головок в исходное состояние. Длительность СБР более 13 мкс, время выполнения программы до 10 с. Сигнал ВСК применяется в двухскоростных НМЛ, у которых высокая скорость не используется для операций записи/воспроизведения. Сигналы ДВН, ДНЗ определяют движение НМЛ с соответствующей скоростью в заданном направлении (лог.0/лог.1 — в прямом/обратном направлении). Сигнал РСТ разрешает режим открытия по всей ширине носителя при условии выбора дорожки 0. Запись данных производится с плотностью 384 бит/мм при наличии сигнала РЗП. Сигнал ВУО устанавливает уменьшенный коэффициент усиления при воспроизведении, может использоваться для определения качества записи.

Сигнал ВКН обеспечивает изменение характеристик каналов записи и воспроизведения для работы с высококоэрцитивными МЛ.

Сигналы состояния идентифицируют: НКВ — ответ на ВНК, в накопитель подано напряжение питания; КУС — кассета установлена; ЗПР — готовность к записи на носитель; МЛВ и МЛН — нахождение МЛ в зонах: 11 @ "начало ленты", 01 — "точка загрузки", 10 — "раннее предупреждение", 00 @2 "конец ленты".

Импульсы ИДВ передают данные воспроизведения с выбранной дорожки при условии перевода накопителя в состояние движения независимо от сигналов ДНЗ, ВСК, ЗПР. Импульсы ИТХ подтверждают состояние движения ленты. Расстояние пройденное лентой между двумя соседними импульсами, нормируется пределах 2,54... 5,08 мм. Состояние сигналов НКЛ, ВД-1...ВД-3, ДВН, ДНЗ, КУС МЛВ, МЛН контролируется накопителем с интервалом до 10 мс.

Сигналы управления вырабатываются в следующей последовательности: блок головок перемещается на выбранную дорожку, устанавливается состояние маркеров ленты, проводится управление движением. Сигналы не контролируются во время: перемещения блока головок (не более 3 с); пуска носителя (0,3 с); останова носителя (не более 3 с). Все сигналы состояния стробируются сигналом ВНК, при лог.0 — останова носителя.

Физическая реализация. Параметры источников интерфейса электропитания приведены ниже:

Линия	Напряжение, В	Ток, А
+ 5 В	$+ 5 \pm 5 \%$	1
+ 12 В	$+ 12 \pm 5 \%$	2

Порядок включения/выключения произвольный. При пуске ленты допускается потребление тока от источника + 12 В до 4 А при длительности пуска не более 3000 мс. Кабель в виде плоского кабеля или витых пар имеет длину до 1 м. Согласование линий осуществляется со стороны приемника резисторами с сопротивлениями 220 Ом (на + 5 В) и 330 Ом (на землю). Передатчики работают на два входа ТТЛ (и нагрузку состояния).

ИНМЛ-П

Общие сведения. Интерфейс потоковых НМЛ (ИНМЛ-П) обеспечивает возможность подключения к УУ от 1 до 8 потоковых НМЛ (ПНМЛ), при этом только один НМЛ находится в состоянии логической связи с УУ. Интерфейс предусматривает: выбор одного из подключенных ПНМЛ; запись данных с одновременным воспроизведением или воспроизведение данных при движении ленты вперед с малой/большой скоростью; перемотку ленты до маркера начала ленты; работу по способу ФК согласно стандарту ISO 3788. Сигналы передаются по функционально разделенным линиям, лог.1/лог.0 соответствует низкий/высокий уровень сигнала.

Общая организация. Сигналы интерфейса приведены ниже:

*Обозначение**Назначение***Из УУ в НМЛ**

ВБРО...ВБР2	Выбор ПНМЛ
УДИСТ	Установка дистанционного управления
УНЗД, УПРМ	Установка назад, установка перемотки
УПИР	Установка перемотки и разгрузки
УРАЗР, УВК	Установка разрешения ПНМЛ, ввода команды
УСЗ, УСТИР	Установка состояния записи, стирания
УЗМЛ	Установка записи маркера ленты
УПЗ, УКЗ	Установка перезаписи, конца записи
УДМЗП	Установка длительного межзонного промежутка
УВС, УВП	Установка высокой скорости/плотности
ШЗ-0...ШЗ-7, ШЗ-К	Шины записи

Из НМЛ в УУ

СДИСТ	Состояние дистанционного управления
СГТВ, СПРМ	Состояние готовности, перемотки
СНЛ, СКЛ	Состояние начала, конца ленты
ЛМ	Маркер ленты
ДЗАН, УЗДН	Устройство занято, устройство занято для данных
СЗЗ	Состояние защиты записи
СВС	Состояние высокой скорости
ИДЕНТ	Идентификатор
СБОЙ	Сбой ПНМЛ
ИСЗ, ИСВ	Импульсы сопровождения записи, воспроизведения
НКОРОШ, КОРОШ	Некорректируемые, корректируемые ошибки

Интерфейс обеспечивает магистральное подключение ПНМЛ или комбинации ПНМЛ с стартстопным НМЛ с форматом с помощью линий ВБРО...ВБР2. Программный номер ПНМЛ устанавливается при его подготовке к работе и может быть изменен при реконфигурации.

Сигналы выбора осуществляют логическое подключение ПНМЛ к УУ. Сигнал УДИСТ вызывает перемотку ленты (если она заправлена и не находится на маркере начала), после чего устанавливает сигнал "Дистанционно". Сигнал УРАЗР разрешает выполнение команды ПНМЛ. Его снятие блокирует интерфейс и деактивирует УЗАН, ДЗАН, но не прерывает перемотки ленты, разгрузки и установки дистанционного управления. Сигнал УПРМ вызывает перемотку ленты до маркера начала, если ПНМЛ находится в состоянии "Дистанционно". Сигнал вводит синхронные кодированные и некодированные команды в выбранную ПНМЛ, находящуюся в состоянии готовности. Одновременно устанавливается состояние ПНМЛ "Занято". Сигнал УДИСТ, УПИР, УПРМ не вызывает перехода ПНМЛ в состояние УЗАН.

Синхронные некодированные команды после ввода УВК устанавливают: УВС — высокую скорость движения ленты, если лог.0, то устанавливается скорость движения для высокой плотности; УВП — одновременно с командой записи задает высокую плотность 126 бит/мм при фазовом кодировании и соответствующую скорость; УДМЗП — одновременно с командой записи формирует после окончания записи зоны длинный межзонный промежуток, предусмотренный в ПНМЛ.

Синхронные кодированные команды вводятся УВК в соответствии со значением лог.0/лог.1 интерфейсных линий УНЗД, УСЗ, УЗМЛ, УПЗ, УСТИР:

Команда	УНЗД	УСЗ	УЗМЛ	УПЗ	УСТИР
Воспроизведение вперед	0	0	0	0	0
Воспроизведение назад (нормальное)	1	0	0	0	0
Воспроизведение назад (для перезаписи)	1	0	0	1	0
Запись	0	1	0	0	0
Перезапись	0	1	0	1	0
Запись маркера МЛ	0	1	1	0	0
Стирание с переменной длиной	0	1	0	0	1
Стирание с фиксированной длиной	0	1	1	0	1
Шаг вперед	0	0	0	0	1
Шаг назад	1	0	0	0	1
Поиск маркера МЛ вперед с данными	0	0	1	0	0
Поиск маркера МЛ назад с данными	1	0	1	0	0
Поиск маркера МЛ вперед без данных	0	0	1	0	1
Поиск маркера МЛ назад без данных	1	0	1	0	1
Стирание МЛ до конца	0	1	1	1	1
Выбор плотности записи 126 бит/мм и скорость движения 1,27 м/с	1	0	1	1	1

При командах воспроизведения лента ускоряется до рабочей скорости и производится чтение первого блока, следующая запись выполняется только при наличии новой команды во время задержки для подновления команды, что обеспечивает воспроизведение без остановки в межзонном промежутке. Операции записи и перезаписи могут быть выполнены и без остановки ленты в межзонном промежутке.

По шинам ШЗ-0...ШЗ-7, ШЗ-К передаются восемь битов данных и один бит контроля, записываемых соответственно по дорожкам 7, 6, 5, 3, 9, 1, 8, 2, 4 (27 ... 2⁰, К). Биты информации первого записываемого байта устанавливаются на шинах после установки сигнала ДЗАН и сбрасываются по срезу сигнала ИСЗ. Следующий байт устанавливается за 100 нс до среза ИСЗ. Записи реализуются в этой последовательности до тех пор, пока УКЗ = 1. Наличие байта данных при сбросе УКЗ является признаком последнего байта. Сигнал УКЗ индицирует, что байт, стробируемый в ПНМЛ, является последним в записи. Эта линия активизируется УУ за 100 нс до следующего фронта ИСЗ.

Сигналы состояния ПНМЛ идентифицируют: УЗАН — ПНМЛ выполняет любую ошибку команды, сигнал выдается за 1 мс после среза сигнала УВК и сбрасывается после выполнения команды; ДЗАН — действует после установки рабочей скорости, при прохождении межзонного промежутка, сбрасывается после окончания операции в зоне, запрещает подачу новой команды; СГТВ — ПНМЛ готов и не выполняет автономные операции; СПРМ — лента выполняет перемотку (при установке сбрасывает сигнал СГТВ); СДИСТ — ПНМЛ в состоянии "Дистанционно"; СНЛ, СКЛ, СЗЗ, СВС — соответствующее наименованию состояние; НКРОШ — во время операции (записи или воспроизведения) произошла ошибка: от пропадания информации более чем на одной дорожке при воспроизведении, неправильной четности, неформатной начальной и конечной серий; КОРОШ — при воспроизведении произошла ошибка, и она корректируется, при воспроизведении после записи сигнал индицирует о необходимости перезаписи записанного блока (сигнал действует при ДЗАН = 1); СБОЙ — сбой в ПНМЛ; ИСЗ — информация записана и ожидаются следующие данные; ИСВ — на шинах информация воспроизведения. По шинам ШВ-0 ... ШВ-7, ШВ-К передается байт данных воспроизведения.

В интерфейсе используются сигналы ТТЛ-уровня. Согласующие резисторы с сопротивлениями 220 Ом на линии + 5 В и сопротивлением 330 Ом на землю. Уровни сигналов: лог.1 — 0...0,5 В; лог.0 — 2,42...5 В. В качестве разъемов рекомендуются два 39-контактных разъема косвенного контактирования.

ИНТЕРФЕЙС КЛАВИАТУРЫ

Общая организация. Интерфейс клавиатуры (ГОСТ 28054-89) представляет собой синхронный четырехпроводный интерфейс (далее интерфейс) с последовательной одноканальной и многоканальной передачей данных от клавиатуры к ПЭВМ. Линии сигналов интерфейса приведены ниже:

<i>Наименование линии</i>	<i>Условное обозначение</i>	
	<i>русское</i>	<i>английское</i>
Тактовая частота	ТАКТ	CLK
Данные	ДАнные	DATE
Питание	+ 5 В	V _{cc}
Нуль	0 В	Z

П р и м е ч а н и е. Допускается включение линии экрана, объединяемой с экранами клавиатуры и ПЭВМ непосредственно или через сопротивление нагрузки не более 1000 Ом.

Обмен данными осуществляется с помощью 9- или 11-разрядных сообщений (9С и 11С соответственно):

9С	11С	Обозначение	Назначение
1	1	-	Стартовый бит
2...9	2...9	DB0-DB70	Биты 0...7 байта данных
	10	-	Бит паритета по нечетности
	11	-	Стоповый бит

Управление сигналами CLK, DATA осуществляется как от клавиатуры, так и от ПЭВМ посредством схем с открытым коллектором, причем тактовые сигналы генерируются клавиатурой.

Процедуры обмена данными. Информация об изменении состояния клавиш передается от клавиатуры с помощью кодов отжатия и нажатия, которые рекомендуется формировать путем суммирования кода нажатия с кодом 80H или предварения его кодом FOH. Передача данных от клавиатуры осуществляется при отсутствии сигналов лог.0 на линиях CLK, DATA, причем данные действительны при лог.0 на линии CK, а при лог.0 на линии DATA блокируется передача информации от клавиатуры. Стартовый бит имеет уровень лог.0/лог.1 при 9/11-битовом обмене соответственно, а стоповый бит — лог.1 при 11-битовом обмене.

Перед началом обмена проверяется процесс передачи данных от клавиатуры. При фиксации ошибки передачи данных от клавиатуры в клавиатуру может быть выдана команда о повторении передачи. При обмене данными между клавиатурой и ПЭВМ осуществляется подтверждение приема до начала передачи следующего байта (команды), как правило, не позднее чем через 20 мс.

Физическая реализация. Подключение клавиатуры осуществляется через кабельную вилку типа ОНЦ-ВТ-4/А-5/16-В (ГОСТ 12368) со следующим распределением линий по контактам соединителей:

Линия	CLK	DATA	Z	Vcc
Номер контакта	1	2	4	5

При необходимости корпус соединяется с экраном, контакт 3 не используется. Период следования импульсов CLK равен 50 мкс...1 мс. Длина кабеля связи до 2 м при обеспечении суммарного падения напряжения на обоих проводниках не более 0,1 В. Логические сигналы имеют TTL-уровни.

ИРМ

Общие сведения. Интерфейс распределенной магистрали (ИРМ) регламентирует общие правила взаимодействия локальных подсистем (ЛПС, в дальнейшем подсистем) в составе АСУ рассредоточенными объектами, использующих магистральную структуру связи (в дальнейшем интерфейс). В части физической реализации стандарт распространяется на интерфейсы агрегатных средств, использующих для передачи сообщений электрические сигналы. Интерфейс обеспечивает взаимодействие ЛПС со спорадической передачей информации, входящей в системы, функционирующие в реальном масштабе времени. Подсистемы функционируют в автономном режиме и частично или полностью реализуют следующие функциональные задачи: сбор, первичную обработку и хранение информации; непосредственное цифровое и супервизорное управление и регулирование; программно-логическое управление; сопряжение с оперативно-технологическим персоналом; сопряжение с УВК верхнего яруса в иерархических системах.

Технические характеристики ИРМ:

Способ обмена данными	— бит-последовательный по двухпроводной линии связи.
Максимальная длина связи (включая длину отводов)	— 3 км
Рекомендуемое число подсистем	— не более 60
Номинальная скорость передачи	— 30, 100 или 500 кбит/с
Представление сигналов	— двухфазная модуляция с фазоразностным кодированием
Циклический код защиты	— производящий полином $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$
Устранение случайных ошибок	— возможность повторной передачи сообщений между теми же подсистемами

Логическая организация. Передача сообщений между подсистемами осуществляется посредством ограниченного набора функциональных байтов, последовательность которых устанавливается двумя типами форматов сообщений:

Ф1 (СН, АВ, КФ, АС, КБ1, КБ2, СН);

Ф2 (СН, АВ, КФ, АС, ДС, ДН1... ДН_к, КБ1, КБ2, СН),

где СН — синхронизирующий байт с кодом 01111110, служащий для обозначения начала и конца сообщений; АВ — байт адреса подсистемы, определяющий ЛПС, которой направляется сообщение; КФ — байт выполняемой функции (операция в данном цикле связи); АС — собственный адрес локальной подсистемы; ДС — длина

информационной части (число байтов данных) данных ДН1...ДН_к; КБ1, КБ2 — байты контрольных разрядов.

Назначение разрядов внутри байта КФ: 0 — вид сообщения; 1 — признак занятости; 2 — тип формата сообщения; 3 — признак повторения передачи; (4...7) — выполняемая операция.

Коды КФ и соответствующие им выполняемые операции приведены ниже (в разрядах полей):

КФ1(1, XXX, 0000)	— групповая передача;
КФ2(1, XXX, 0001)	— запись;
КФ3(1, XXX, 0010)	— чтение;
КФ4(1, XXX, 0011)	— запись-чтение;
КФ5(1, XXX, 0100)	— централизованный опрос контроллера;
КФ6(1, XXX, 0101)	— передача управления МК;
КФ7(1, XXX, 0110)	— возврат управления МК, СОАНП;
КФ8(1, 000, 0111)	— возврат управления МК, СОАП;
КФ9(1, XXX, 1000)	— децентрализованный опрос контроллеров;
КФ10(1, XXX, 1001)	— отсутствие запросов на захват МК, СОАНП;
КФ11(1, XXX, 1010)	— отсутствие запроса на захват МК, СОАП;
КФ12(1, XXX, 1011)	— запрос на захват МК, СОАНП;
КФ13(1, XXX, 1100)	— запрос на захват МК, СОАП;
КФ14(1, XXX, 1101)	— резерв;
КФ15(1, XXX, 1110)	— резерв;
КФ16(1, XXX, 1111)	— резерв;
КФ17(0, XXX, 0000)	— резерв;
КФ18(0, XXX, 0001)	— подтверждение выдачи сообщения;
КФ19(0, XXX, 0010)	— подтверждение выдачи сообщения;
КФ20(0, XXX, 0011)	— подтверждение приема и последующей выдачи сообщения; ответы на централизованный опрос;
КФ21(0, XXX, 0100)	— отсутствие запроса на захват МК, СОАНП;
КФ22(0, XXX, 0101)	— отсутствие запроса на захват МК, СОАП;
КФ23(0, XXX, 0110)	— запрос на захват МК, СОАНП;
КФ24(0, XXX, 0111)	— запрос на захват МК, СОАП;
КФ25...КФ32	— резерв.

Здесь СОАНП, СОАП — сообщение с общим адресом не принято/принято. Разряд 0 определяет вид сообщения (вызов — ответ), передаваемого по МК; разряд 1 равен 1 при занятости подсистемы; разряд 2 равен 1 в случае передачи сообщения формата Ф2; разряд 3 равен 1 в повторно посылаемом сообщении.

Собственный адрес ЛПС, формирующий АС, выдается для того, чтобы сообщить вызываемой ЛПС адрес ответа и проконтролировать правильность ее выбора. Байт ДС присутствует только в формате Ф2, код 00₁₆ определяет передачу 256 байт. Байты данных ДН — информационная часть сообщения формата Ф2. Кодирование данных в стандарте не регламентируется.

Сопряжение ЛПС с МК обеспечивается контроллерами связи, которые осуществляют: преобразование информации из формы, принятой в ЛПС, в форму, требуемую для передачи по МК; добавление и выделение знаков синхронизации; распознавание и прием сообщений, адресованных данной ЛПС; формирование и сравнение контрольных кодов для определения достоверности принимаемых сообщений.

Обмен сообщениями между ЛПС организуется в виде циклов, под которым понимается процедура передачи в МК одного сообщения формата Ф1 или Ф2. Процесс передачи — это несколько взаимосвязанных циклов. Он организован по

асинхронному принципу: на посылаемые в МК вызовы ЛПС должна получать ответы (за исключением групповых операций.)

Функциональная организация. Функции интерфейса различаются уровнями управления, занимаемым ЛПС в процессе обмена сообщениями: пассивный прием (низкий уровень), прием в ответ, децентрализованное управление МК, запрос захвата МК, центральное управление МК. Состав интерфейсных функций, реализуемых ЛПС, определяется составом задачи, решаемой данной ЛПС и ее функциональными характеристиками.

Тип ЛПС определяется функцией наиболее высокого уровня из числа предусмотренных. Локальная подсистема считается активной относительно той функции, которую она исполняет в текущем цикле. Различаются следующие типы ЛПС: *пассивная*, управляемая, выполняющая только опознавание и прием адресуемых ей сообщений; *управляемая*, осуществляющая прием адресуемых ей сообщений и формирующая ответное сообщение в соответствии с принятым кодом функции; *управляющая*, способная принимать управление по МК, формировать и передавать сообщения по МК, принимать и анализировать ответные сообщения, возвращать управление МК после окончания процесса передачи; *инициативная*, способная выполнять, помимо функции управляющей, формирование сигнала запроса для захвата МК, посылая соответствующие сообщения при выполнении процедуры поиска запрашивающей ЛПС; *ведущая*, координирующая работу всех ЛПС, сопряженных с МК, и осуществляющая арбитраж и передачу управления МК одной из управляющих ЛПС, центральное управление всеми ЛПС, контроль работы активной управляющей ЛПС, передачу сообщений с общим адресом для всех (или нескольких) ЛПС. К МК может быть подключена только одна ЛПС, реализующая активную функцию ведущей станции.

Порядок обмена сообщениями. Каждый цикл передачи сообщения по МК начинается с сигнализации всех сопряженных ЛПС путем передачи в МК синхронизирующих байтов СН. После синхронизации всех ЛПС управляющая ЛПС передает в МК сообщения формата Ф1 или Ф2. После передачи сообщения передающая ЛПС должна передать еще не менее 2 байт СН для завершения операции приема, после чего цикл передачи заканчивается.

Координация взаимодействия сопряженных интерфейсов ЛПС осуществляется активной ведущей ЛПС с помощью процедур управления МК, предусматривающих выполнение функции передачи управления и возврата управления МК. При передаче управления МК ведущая ЛПС назначает активную управляющую ЛПС для выполнения процесса передачи сообщений, для чего направляет последнее сообщение формата Ф1 с кодом функции КФ6. Управляющая ЛПС, приняв данное сообщение, становится активной и может выполнить в одном процессе передачи несколько циклов обмена сообщениями, число которых контролируется и ограничивается ведущей ЛПС. После выполнения передачи управления ведущая ЛПС активизирует в себе функцию пассивного приема и включает контрольный отсчет времени (время ожидания не более 1 мс), в течение которого активная ЛПС должна начать повторную передачу сообщений по МК. В противном случае ведущая ЛПС повторно направляет управляющей ЛПС сообщение формата Ф1 с кодом функции КФ6 и с признаком повторной передачи. При повторении предыдущей ситуации ведущая ЛПС определяет управляющую ЛПС как неисправную и реализует предусмотренные для такой ситуации процедуры. По окончании процесса передачи активная управляющая

ЛПС выполняет функцию возврата управления МК, направляя ведущей ЛПС сообщение с кодом функции КФ7 или КФ8. Передача управления может быть организована по инициативе ведущей ЛПС, которая определяет последовательность процедур управления МК с целью активации управляющих ЛПС по запросам только для инициативных управляющих ЛПС. При этом возможны централизованный и децентрализованный способы организации поиска подсистемы. При централизованном опросе ведущая ЛПС последовательно опрашивает все подключенные к МК инициативные управляющие ЛПС, направляя каждой сообщения с кодом КФ5. В ответ каждая ЛПС направляет ведущей ЛПС ответное сообщение с одним из кодов КФ21...КФ24 в зависимости от своего внутреннего состояния:

<i>Ведущая подсистема</i>	<i>Подсистема 2</i>	<i>Подсистема 3</i>
---------------------------	---------------------	---------------------

Сообщение 1
(СН, АВ2, КФ5, АС1,

КБ1, КБ2, СН)

Сообщение 3
(СН, АВ3, КФ5, АС1,
КБ1, КБ2, СН)

Сообщение 2
(СН, АВ1, КФ21, АС2,
КБ1, КБ2, СН)

Сообщение 4
(СН, АВ1, КФ23,
АС3, КБ1, КБ2,

Сообщение 5
(СН, АВП, КФ, АС1,
СН)
КБ1, КБ2, СН)

Децентрализованный опрос обеспечивает быстрый процесс определения инициативных ЛПС, установивших запрос доступа к МК. Ведущая ЛПС обращается только к первой по очереди инициативной ЛПС с сообщением формата Ф1 и кодом КФ9. Каждая из инициативных ЛПС воспринимает адресованное ей сообщение и посылает в МК адресованное следующей по очереди ЛПС свое сообщение, в котором передается один из кодов КФ9...КФ12, характеризующий состояние ЛПС:

<i>Ведущая подсистема</i>	<i>Подсистема 2</i>	<i>Подсистема 3</i>	<i>Подсистема 4</i>
---------------------------	---------------------	---------------------	---------------------

Сообщение 1
(СН, АВ2, КФ6,
АС1, КБ1,
КБ2, СН)

Сообщение 2
(СН, АВ3, КФ11,
АС2, КБ1,
КБ2, СН)

Сообщение 3
(СН, АВ4,
КФ10, АС3,
КБ1, КБ2, СН)

Сообщение 4
(СН, АВ1,
КФ9, АС4,
КБ1, КБ2, СН)

Сообщение 5
(СН, АВ2, КФ6,
АС1, КБ1, КБ2, СН)

Ведущая ЛПС после запуска децентрализованного опроса активизирует функцию пассивного приема и принимает все сообщения, посылаемые инициативными управляющими ЛПС. Это позволяет ведущей ЛПС иметь информацию о запросах доступа к МК от всех инициативных ЛПС. Последняя в цепи опроса ЛПС адресует свое сообщение ведущей ЛПС, что означает конец процедуры.

Процедура передачи данных выполняется в виде одного из следующих процессов: групповой записи, записи, чтения, чтения/записи. Групповая запись выполняется ведущей ЛПС, которая выдает в МК сообщение формата Ф2 с адресом АВ=255 и

кодом КФ1. Все ЛПС, реагирующие на эту операцию, принимают сообщение и фиксируют состояние приема. Ответные сообщения ЛПС не выдаются. Подтверждение приема группового сообщения осуществляется в процессе опроса, а также при возврате управления МК, для чего в кодах КФ7...КФ12 и КФ12...КФ24 включен бит соответствующего состояния.

При записи ведущая или активная ЛПС посылает в МК сообщение формата Ф2 с кодом КФ2 и с адресом принимающей ЛПС и включает контрольный отсчет времени. Адресуемая ЛПС опознает свой адрес и принимает посылаемое ей сообщение. Если сообщение принято без ошибки, принимающая ЛПС выдает ответное сообщение формата Ф1 с кодом КФ18. В случае ошибки ответное сообщение не выдается. Активная ЛПС при отсутствии ответа в течение контрольного интервала повторно выполняет передачу того же сообщения. Диалог управляющей и управляемой ЛПС постоянно контролируется ведущей ЛПС, выполняющей в это время функцию косвенного приема сообщений.

Процесс чтения начинается посылкой активной ЛПС сообщения формата Ф1 с кодом КФ3. Адресуемая ЛПС выдает ответное сообщение формата Ф2 с кодом КФ19. Если вызываемая ЛПС не может выдать данные в течение установленного времени ожидания, то после принятия сообщения с функцией чтения она должна зафиксировать признак занятости ЛПС и приступить к формированию массива данных для чтения. Данная управляемая ЛПС запоминает адрес обратившейся к ней ЛПС (для которой готовятся данные) и в ответных сообщениях другим управляющим ЛПС должна устанавливать признак занятости. Для считывания подготовленных данных активная ЛПС вновь обращается к управляемой ЛПС с сообщением формата Ф1 с кодом КФ3. При готовности данных управляемая ЛПС выдает ответное сообщение формата Ф2 с кодом КФ19 и снимает признак занятости ЛПС.

Процесс записи/чтения представляет совмещение процессов записи и чтения. Активная ЛПС посылает сообщение формата Ф2 с кодом КФ4. Адресуемая ЛПС принимает направленное ей сообщение и формирует ответное, представленное форматом Ф2 (содержащее считываемые данные) с кодом КФ20.

Физическая реализация. Интерфейс реализуется в виде связи, образующей МК, и контроллеров связи, выполняющихся в виде функциональных узлов, входящих в состав ЛПС, или в виде отдельных устройств. Для линий связи должен применяться коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом и нагруженными с обоих концов резисторами с сопротивлением $75 \text{ Ом} \pm 5 \%$. Заземление или соединение линий связи с корпусами устройств в сопрягаемых ЛПС не допускается. Ответвления от линий связи выполняются кабелем длиной не более 3 м (75 Ом). Подключение к линии связи должно осуществляться с помощью ВЧ-разъемов. Отключение любой из подсистем не должно приводить к разрыву линий связи.

Контроллеры связи должны содержать приемопередатчики, обеспечивающие чувствительность по приему не хуже 240 мВ; уровень выходного сигнала $5 \pm 5 \%$ В; входное/выходное сопротивление 20 кОм/ 37,5 Ом.

Формирование электрических сигналов для передачи в МК осуществляется модуляцией тактовой частоты сигналами передаваемого сообщения, каждому биту которого соответствует полный период тактовой частоты, причем фронт и срез передаваемого сигнала должны совпадать с переходом через нуль тактовой частоты. Соответствие символов, принимаемых из МК, значащим состояниям устанавливается

следующим образом: символу 0/1 соответствует противоположная/одинаковая фаза относительно предыдущего символа.

ИРПР-М

Общие сведения. Интерфейс ИРПР-М обеспечивает радиальное подключение к ЭВМ в основном печатающих устройств и других устройств с параллельной передачей информации. Подключение ПУ к контроллеру ЭВМ или к другому ПУ осуществляется радиально посредством кабеля. *Международным аналогом* ИРПР-М является широко распространенный интерфейс Centronics.

Передача данных осуществляется между одним источником (И) и одним контроллером (К). Набор линий (сигналов) сопряжения, разделенных на три группы (заземления и питания, управления, информационные), приведен ниже.

Наименование	Обозначение		Направление
	английское	русское	
Заземления и электропитание			
Нуль	0 V	0 В	-
Экран	CG	Э	-
Питание	+ 5 V	+ 5 В	-
Управления			
Готовность приемника	SLCT	ГП от П к И	
Строб	-STROBE	-СТР	от И к П
Подтверждение	-ACKWLG	-ПТВ	от П к И
Занят*	-BUSY	ЗАН	от П к И
Строб*	-INIT	СБР	от И к П
Выбор*	-SLCTIN	-ВЫБОР	от И к П
Ошибка*	-ERROR	-ОШ	от П к И
Конец бумаги*	-PE	КБМ	от П к И
Автоматический перевод строки	-AUTO FD	-АПС	от И к П
Информационные линии			
Данные (1-8)	D0-D7	D1-D8	
Состояние (1-8**	STATE	C1-C8	

П р и м е ч а н и е. *Сигналы необязательны, при их применении рекомендуется не изменять их значения. **Сигналы необязательны, при применении необходимо согласование. Высокому уровню соответствует лог.0.

Устройства или контроллеры, совмещающие функции И и П, используют два набора линий связи ИРПР-М.

Логическая организация. *Строб:* при лог.0/лог.1 — данные действительны/недействительны. Длительность импульса лог.0 не менее 0,5 мкс.

Данные: высокому/низкому уровню соответствует лог.1/лог.0.

Комбинации сигналов на линиях данных соответствует код графического символа или код функции, и на них не накладывается ограничений. Для конкретных устройств допускается использовать меньшее число разрядов.

Подтверждение: лог.1/лог.0 означает, что приемник готов/не готов к приему данных, но принял предыдущие данные. Продолжительность сигналов лог.0 должна быть 2,5 ... 5,0 мкс.

Занят: лог.1/лог.0 означает, что приемник не может/может принимать данные. Приемник считается занятым в случаях ввода данных, состояния ошибки, состояния заполненного буфера и других, оговариваемых для конкретных устройств.

Выбор: лог.1/лог.0 означает, что П не выбран/выбран и не будет/будет принимать информацию с линий данных. Экран обеспечивает защиту от помех передаваемых сигналов и соединяется с металлическим корпусом устройства непосредственно через резистор с электрическим сопротивлением 100 Ом.

Состояние: к сигналам состояния относятся различные сигналы от И к П, а также от П к И. Они являются асинхронными.

Конец бумаги: лог.1/лог.0 означает отсутствие/наличие бумажного носителя данных. Сигнал является асинхронным.

Готовность приемника: лог.1/лог.0 означает, что приемник неработоспособен/работоспособен и не готов/готов принимать данные. В случае готовности на линии сигнала ЗАН — высокий уровень.

Сброс: лог.1/лог.0 не вызывает/вызывает установку П в исходное состояние. Продолжительность сигнала при лог.0 не менее 2,5 мкс.

Ошибка: лог.1/лог.0 означает, что в П нет/имеется состояние ошибки. Состояние ошибки в П может быть вызвано отсутствием бумаги, внешней остановкой двигателя или другим условием, специально оговоренным для конкретного устройства. Сигнал ошибки является асинхронным.

Автоматический перевод строки: лог.1/лог.0 означает, что П не выполняет/выполняет самостоятельно перевод бумаги на одну строку по окончании печати. Сигнал является асинхронным.

Обмен данными осуществляется посредством сигналов СТР и ПТВ с использованием сигнала ЗАН в режиме "запрос-ответ". Источник может передавать по линии СТР импульс лог.0 только тогда, когда П передал по линии сигнала ПТВ импульс лог.0, после чего вновь будет установлен уровень лог.1 линии сигнала ПТВ. Приемник на своей стороне компенсирует разброс параметров сигнала. Данные на входе И считаются действительными после того, как на входе П сигнал СТР принял значение лог.0.

Физическая реализация. Рекомендуются 37-контактные соединители розеточного (гнездового) типа используются для соединения К с устройствами, для которых допускаются розеточные 23-контактные соединители.

Распределение сигналов по контактам разъемов (отечественных и зарубежных) приведено ниже:

Наименование сигнала	36-контактный основной	Тип разъема 37-контактный рекомендуемый	25-контактный рекомендуемый
- СТРОБ	1/19	1/20	1
Данные 1-8	2/20-9/27	2/21-9/28	2-9
- ПТВ	10/28	10/29	10
- ЗАН	11/29	11/30	11
КБМ	12	12	12
ГП	13	15	15

- АВС	14	14	14
О В	16	16	-
ЭКРАН	17	17	-
+ 5 В	18	18	-
- СБРОС	31/30	32/31	15
- ОШИБКА	32	33	16
- ВЫБОР	36	37	17
СОСТОЯНИЕ	15,33,34,35	16,31,35,36	-
НУЛЬ	19-30	20-31	18-25

Примечание. Через косую линию дан номер обратного провода ленточного кабеля.

При использовании ленточного кабеля следует обеспечивать согласование с волновым сопротивлением. В случае применения стандартных ИМС типа K555, K1 (лог.1 соответствует 2,4... 5,25 В; лог.0 0...0,4 В) длина кабеля не более 1,8 м.

ИРПС

Общие сведения. Интерфейс ИРПС обеспечивает единые способы обмена информацией для различных УВВ (стартстопных, с буфером или без буфера) при работе с контроллером (К) при непосредственном соединении двух УВВ или двух контроллеров. Подключение УВВ осуществляется радиально кабелем. Использование в качестве соединительных линий выделенных пар в многожильных телефонных кабелях допускается только при наличии специального разрешения.

Взаимосвязь — соединение посредством линий (цепей) контроллера и УВВ для передачи последовательных двоичных сигналов со скоростью, определяемой стандартом или соглашением.

Интерфейс обеспечивает асинхронную передачу постоянного тока (токовая петля по 4-проводной дуплексной линии). В технически обоснованных случаях допустим является и цепь, указывающая состояние УВВ.

Логическая организация. Цепи взаимосвязи приведены ниже:

Номер	Наименование	Обозначение	Направление
1	Передаваемые данные	ПД+/ПД-	от И к П/от П к
2	Принимаемые данные	ПрД+/ПрД-	от П к И/от И к
3	Готовность приемника (необязательная цепь)	ГП+/ГП-	

Примечание. Знаки "+", "-" обозначают направление тока в петле.

Сигналы в линии 1 возникают в источнике и проходят к приемнику. Линии 1, 2, 3 в интервале между передаваемыми знаками или словами находятся в состоянии лог.1. Состояние лог.1 или лог.0 должно удерживаться в течение интервала сигнала. В случае если устройство предназначено только для приема, линия 1 разомкнута. Линия 3 в состоянии лог.1/лог.0 указывает готовность/неготовность приемника (УИ) принять информацию. Формат передаваемой информации: старт — 1 б; передаваемые данные — 5, 7 или 8 бит; условие паритета — 1 бит; стоп — 1; 1,5 и 2 бит.

Физическая реализация. В активном/пассивном режиме линии записываются стороны передатчика/приемника.

Соответствие токов линиям лог.1/лог.0:

Тип токовой петли	Ток, мА
40-миллиамперная	30...50/5...10
20-миллиамперная	15...25/0...3

Любая схема на приемной стороне рассчитана на исключение повреждения при замыкании проводников в цепи взаимосвязи. Соединяемые оконечные устройства (К и УВВ) имеют гальваническое разделение, осуществляемое со стороны цепи взаимосвязи, которая не питается током. Номинальное значение изоляционного напряжения гальванического разделения 500 В.

Максимальная длительность фронтов сигналов в конце линии, нагруженной на характеристическое сопротивление, не превышает 50 мкс. Цепи взаимосвязи обеспечивают передачу сигналов со скоростью 9600 бит/с на расстояние 0...500 м. При передаче на большее расстояние пропорционально понижается скорость передачи. Форма сигналов должна приближаться к прямоугольной. Крутизна фронтов сигналов, измеряемых на выходных зажимах передатчика, нагруженного резистором с сопротивлением 100 Ом, до 1 мкс.

Схема источника сигнального тока выполняется так, чтобы отключение нагрузки, короткое замыкание выходных зажимов или замыкание одного из них на землю не приводили к ее повреждению.

Любое включение на приемной стороне (приемник) осуществляется так, чтобы длительная нагрузка при максимально допустимом токе цепи взаимосвязи не приводила к повреждению.

Параметры приемника: падение напряжения, измеряемое на входных зажимах приемника в состоянии лог.1, более 5 В для телетайпа и 2,5 В для других устройств; входная емкость — менее 10 пФ; время работы независимо от крутизны фронтов до 50 мкс. Цепи взаимосвязи выполняются витой парой. Типы применяемых разъема и кабеля не регламентируются, по своим параметрам должны удовлетворять вышеприведенным требованиям.

ИНТЕРФЕЙС УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Общие сведения. Интерфейс предназначен для построения управляющих микроЭВМ и терминальных систем связи с объектом (ТСО) и позволяет осуществлять передачу информации между модулями в мультиплексном режиме и в режиме ПДП с применением мультиплексируемых линий адреса/данных. Устройства, подключенные к ИУС, могут быть четырех типов: источники, приемники (исполнители), задатчики, арбитр. Интерфейс не имеет аналогов.

Логическая организация. Линии интерфейса можно разделить на следующие группы: информационные, управления адресацией, объемом, захватом магистрали, передачи сигналов прерывания, общего управления:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Информационные		
Адрес/данные	ШАД(15...00)	Для передачи адреса и данных

Управление адресацией

Признак адресации	ШПРА	Для указания исполнителю цикла адресации
Подтверждение приема адреса	ШППА	Ответ исполнителя на сигнал ШПРА
Блокировка сброса выборки	ШБСВ	Запрет сброса признака "Выбор"
Признак ПУ	ШПВУ	Признак выдачи 8-разрядного адреса ПУ
Признак приемника	ШППР	Идентификация приемника/источника

Управление объемом

Запрос данных	ШЗД	Готовность адресуемых приемников или задатчиков принимать данные адресуемого источника или задатчика
Наличие данных	ШНД	Ответ адресуемого источника или задатчика на сигнал ЗПД

Передачи сигналов прерывания

Признаки прерывания	ШПР (7...0)	Признаки приоритета прерывания от модулей (ШПР7-старший)
---------------------	-------------	--

Управление захватом магистрали

Магистраль занята	ШЗАН	Указание о занятости магистрали
Запрос магистрали	ШЗМ	Сигнал от задатчика для запроса на захват магистрали
Разрешение захвата магистрали	ШРЗМвх, ШРЗМвых	Разрешение от арбитра захвата магистрали задатчиком по приоритетной цепи
Подтверждение выборки задатчика	ШПВЗ	Ответный сигнал задатчика на разрешение захвата от арбитра

Общее управление

Сброс	ШСБР	Сброс модулей в исходное состояние
-------	------	------------------------------------

Все линии ИУС — магистральные, за исключением линий ШРЗМвх и ШРЗМвых подключаемых к модулям по приоритетной цепочке. Для адресации памяти используются все 16 линий ШАД, а для адресации ПУ — только ШАД (07 ... 00). Адреса выдаются задатчиком в сопровождении признака адресации.

Алгоритм взаимодействия допускает обмен данными между источником и приемником с (и без) участием задатчика. Возможен режим передачи данных от источника к приемнику без предварительной адресации.

Арбитр необходим при наличии более двух задатчиков. Возможен режим захвата устройством магистрали без запроса к арбитру; в этом случае данное устройство должно быть на интерфейсе арбитром.

Операции ИУС: адресация и передача данных задатчику (и другим адресуемым приемникам) от адресуемого источника, в качестве которых используются ОЗУ и ПУ; адресация и передача данных от задатчика всем адресуемым приемникам; адресация и обмен между адресуемыми источниками и всеми адресуемыми приемниками под управлением задатчика; опрос готовности источника без приема данных или функции приемника без выдачи данных; захват М устройством; сброс всех подключенных к интерфейсу устройств.

Операция "Опрос готовности приемника" выполняется задатчиком и служит для определения готовности приемника в устройстве принимать данные. Операция заключается в адресации требуемой функции и ожидании от адресуемого приемника в течение установленного промежутка сигнала ЗД, который и служит признаком готовности.

Операция "Опрос готовности источника" заключается в адресации требуемой функции ожидания от адресуемого источника в течение установленного промежутка сигнала НД (ответного на выданный задатчиком сигнал ЗД), который и служит признаком готовности. Во время этих двух операций сигнал БСВ не выдается.

Сигнал ПРА, формируемый задатчиком при выполнении опроса готовности источника в течение всего времени ожидания сигнала НД, запрещает адресуемому источнику выдавать данные на линии ШАД. В ОЗУ режим опроса готовности источника может не реализовываться.

Функциональная организация. Адресация устройств для участия в предстоящем обмене производится следующим образом: первыми адресуются все функции приемников; последней адресуется функция источника; адресация всех устройств, начиная со второго, сопровождается сигналом БСВ.

Устройства выполняют следующие требования: неадресуемые устройства выдают на все магистральные шины интерфейса высокий уровень напряжения; адресуемый приемник может выдавать сигнал ЗД, как только в нем запомнен признак "Выбор", он готов к приему данных; адресуемый источник может выдавать сигнал НД после того, как в нем запомнен признак "Выбор", он готов к выдаче данных, и на шине ШЗД существует сигнал; задатчик при адресации устройства должен в течение всего времени выдачи адреса на линии ШАД формировать сигнал ЗД, обеспечивая тем самым отсутствие сигнала ЗД на линии ШЗД независимо от состояния адресуемых приемников и таким образом блокируя выдачу источником сигнала НД и данных; задатчик может выставлять лог.0 на линию ШЗД во время обмена данными между адресуемыми приемниками и адресуемым источником.

Во всех устройствах выполняются следующие *временные ограничения*:

сигнал ПРА выдается задатчиком через 100 нс (не ранее) после установления адреса на ШАД и выдачи сигналов ПВУ, ППР, БСВ;

сигнал НД должен выдаваться адресуемым источником через 100 нс (не ранее) после установления данных на ШАД. Время от снятия сигнала НД до снятия с ШАД 50...200 нс;

признак "Выбор" при наличии сигнала ПРА должен запоминаться в устройстве за время не более 100 нс после получения сигнала ПРА;

признак "Выбор" должен сбрасываться за время не более 100 нс после получения сигнала ПРА;

время от снятия сигнала ШПРА до снятия сигнала ППА адресуемым устройством не более 100 нс;

время от получения задатчиком сигнала ППА до снятия сигнала ПРА не более 100 нс;

сигнал ЗД выставляется через 100 нс (не позже) после получения сигнала НД; время от снятия сигнала ШЗД до снятия сигнала НД не более 100 нс;

время от получения сигнала РЗМвх до выдачи сигнала РЗМвых не более 100 нс;

длительность сигнала СБР не менее 500 нс;

время передачи управления другому задатчику не более 100 нс;

новый сигнал РЗМвых выдается арбитром в ответ на сигнал ЗМ через 100 нс (не ранее) после снятия сигнала ПВЗ;

время от появления сигнала НД до снятия сигнала ЗД, как правило, не более 100 нс и указывается в технической документации на устройство.

Физическая реализация. Конструктивно ИУС реализуется в виде магистрали разъемов типа СНИ59-96 со следующим распределением линий по контактам:

Сигнал	Соединитель-контакт
ШАД00...ШАД15	2-07С...2-22С
ШПРА, ШППА	1-20С, 1-21С
ШПВУ, ШБСВ	1-22С, 1-23С
ШНД	1-26С
ШППР, ШЗД	1-24С, 1-25С
ШПРО...ШПР7	1-12С...1-19С
ШЗАН, ШСБР	1-09С, 2-06С
ШЗМ, ШПВЗ	1-10С, 1-11С
ШРЗМ _{вх} , ШРЗМ _{вых}	1-07С, 1-07В

Модули, выходящие на ИУС, выполняются на европлате (или подключаются через нее) размером 233,4х220 мм. Второй разъем на плате используется для связи с ПУ.

Требования к электрическим характеристикам ИУС: передатчики типа К589АП16/АП26, К155ЛА13; приемники типа К589АП16/АП26, К589ИР12, К155ТЛ2 или им эквивалентные. Для передачи информации используется логика.

Предусмотрены шины питания: + 5, + 12, - 5, - 24 В. Полное число контактов, отведенное под питание и "0 В", равно 27, остальные контакты резервные.

Параметры делителей для согласования шин позволяют подключить к интерфейсу не более 30 устройств с функциями приемника и/или источника и не более 10 устройств с функцией задатчика. При этом независимо от места расположения резисторов делителя (например, на плате арбитра) к каждой из шин должен быть подключен один делитель.

И-41

Общие сведения. Системная магистраль И41 предназначена для построения сосредоточенных модульных ПЭВМ, обеспечивает программный обмен данными одного или нескольких процессоров с памятью и контроллерами ввода-вывода, прямой

доступ к памяти и генерацию прерываний. Интерфейс использует два независимых адресных пространства (памяти и ввода-вывода) и обеспечивает прямую адресацию до 16 Мбайт памяти с использованием 24-разрядного адреса, а также до 64 Кбайт портов ввода-вывода (ПВВ) с применением использованием 16-разрядного адреса. В циклах обращения к памяти и ввода-вывода возможна передача 8- или 16-разрядных данных. Задатчики с байтной организацией используют 16 адресных линий для адресации памяти и 8 — для выборки ПВВ, адресуя 64 Кбайт памяти и 256 ПВВ. Интерфейс применяется в ПЭВМ серии "Искра 1030", "Нейрон И9.66" и др. Международным аналогом И41 является AMS-bus.

Логическая организация. Интерфейс основывается на принципе задатчик-исполнитель, имеет асинхронный протокол, мультипроцессорные возможности, отдельные шины адреса и данных. Сигналы (линии) интерфейса приведены ниже:

<i>Вывод</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Назначение</i>
Шина "Передача данных"			
C24...C17	ADRO...ADRE	Адрес	Четные разряды адреса
B24...B7	ADRI...ADRF	Адрес	Нечетные разряды адреса
B9...B12, F23, E23 F22, E22 C32...C25 B32...B25		Данные	Четные разряды данных
	DATOO...DATE	Данные	То же
	DAT1...DATF	Данные	Нечетные разряды данных
C9	BHEN	Разрешение	Указание о двухбайтовой передаче
B6, B7	INX1, INX2	Запрет обращения	Признаки операций запрета обращений по адресам ПЗУ, ПВВ
E30	ALE	Строб адреса	Указание о приеме адреса в регистр
F29, F30	PAR1, PAR2	Четность байтов	Признаки четности младшего и старшего байтов
Шина "Управление передачей данных"			
B4	MWTC	Запись в память	Признак выдачи адреса и данных для записи в память
C4	MRDC	Чтение из памяти	Признак выдачи адреса для считывания данных из памяти
B5	Запись в порт	Запись в порт	Признак выдачи адреса и данных для записи в порт
C5	IORC	Чтение из порта	Признак выдачи адреса для считывания из порта
C6	XACK	Подтверждение передачи	Признак завершения операции чтения или записи
Шина "Синхронизация и арбитраж приоритетов"			
C1	BCLK	Синхронизация шины	Для схем приоритетного арбитража

C11	CCLK	Постоянная частота	Для системных модулей
C3	BUSY	Занятость шины	Указание другим задатчикам
B3	BREQ	Запрос шины	Признак, что задатчик требует управления шиной
C10	CBRQ	Общий запрос шины	Указание текущему задатчику, что другому требуется шина
C2	BPRN	Вход разрешения приоритета	Передача данному задатчику разрешения управления шиной

Шина "Прерывание"

C16...C13	INT0...INT6	Запросы прерывания	Четные запросы прерывания
B16...B13	INT1...INT17	Запросы прерывания	Нечетные запросы прерывания
C12	INTA	Подтверждение прерывания	Признак выдачи сигналов каскадирования в адресные шины для считывания байта вектора прерывания

Шина "Управление состоянием системы"

B1	INIT	Начальная установка	Установка в исходное состояние
E28	HALT	Останов	Признак состояния останова процессора
E31	AUX RESET	Дополнительный сброс	Сброс системы при восстановлении электропитания
E29	WAIT	Ожидание	Признак нахождения процессора в тактах ожидания

Шина "Управление электропитанием и контроль"

E26	ACLO	Снижение напряжения сети	Признак пропадания напряжения сети
F28	PFIN	Прерывание при неисправности питания	Прерывание процессора при аварийной ситуации электропитания
F27	PFSN	Неисправность электропитания	Признак аварии электропитания
F26	PFSR	Сброс сигнала неисправности электропитания	Сброс признака аварии электропитания
E27	MPRQ	Защита памяти	Запрет работы памяти на время аварии электропитания

Шина "Питание"

A6...A8, B8, C8 D25...D2 E25, F25 A30...A32	+ 5 V	Основное питание	Питание
	+ 12 V	Дополнительное питание	Питание

A10, A11	- 12 V		
D2, D3	- 5 V		
A1...A4, A18...A27, D6...D8, D29...D32, E32, F32	GND	Основная земля	Земля

П р и м е ч а н и е. А, В, С — коды контактов основного соединителя P1; D, E, F — ряды контактов дополнительного соединителя P2.

В И41 выполняются следующие интерфейсы и вспомогательные функции: арбитраж запросов задатчиков на управление интерфейсом, операции смены задатчика, обмен данными (чтение и запись), байтовые пересылки данных в двухбайтовых системах, операции с запретом обращения, операции прерывания.

Существует четыре типа операций данных: чтение из ЗУ или ПВВ, запись в ЗУ или ПВВ. При передаче данных задатчик подключает адрес ЗУ или ПВВ к линии адреса, при записи он одновременно подключает данные к линиям данных. Затем задатчик возбуждает соответствующий управляющий сигнал чтения или записи, который воспринимается адресуемым исполнителем. Исполнитель принимает или выдает на линию данные и возбуждает линию подтверждения передачи, сигнализируя задатчику о выполнении операции. После снятия управляющего сигнала задатчика с линий магистрали отключается исполнитель.

Передача слова на магистрали осуществляется по 16 линиям данных, а передача байта — только по 8 младшим линиям данных.

Физическая реализация. Магистраль интерфейса представляет собой совокупность сигнальных проводников, соединяющих подмножество контактов соединителей на объединительной печатной плате. В каждом месте объединительной платы, предназначенном для установки модуля, имеется по два 96-контактных соединителя P1 и P2 (розетки). В качестве соединителей в различных модификациях могут использоваться соединители IEC603-2 (шаг 2,54 мм) или СНП-59 (шаг 2,5 мм). На модулях устанавливаются микросхемы и другие элементы, а также конденсаторы развязки питания. Модули могут быть одинарными с одним соединителем P1 или двойными с соединителями P1 и P2. Через дополнительный соединитель P2 передаются четыре старших разряда адреса ADR14...ADR17, сигналы резервного питания и от батарей, а также логические сигналы обработки сигналов аварии питания.

МПИ

Общие сведения. Магистральный параллельный интерфейс (МПИ, ГОСТ 26765.51-86) предназначен для обеспечения информационной и электрической совместимости ПЭВМ семейства ДВК, а также для обеспечения совместимости элементов конструкции, необходимых для реализации информационной и электрической совместимости отдельных семейств и моделей ПЭВМ. Выпущен на основе ОСТ 11305.903-80 (МПИ). Интерфейс реализуется на магистрали логических узлов, входящих в каждое устройство.

Адресное пространство магистрали в конкретной реализации интерфейса равно адресному пространству примененного процессора и диспетчера памяти (ДП).

Общая организация. По способу передачи сигналов все сигнальные линии магистрали разделены на два типа: однонаправленные и двунаправленные, на каждой из которых сигнал формируется с помощью схемы проводного ИЛИ (магистральные линии); однонаправленные, по которым сигналы проходят последовательно через устройства, подключенные к магистрали (последовательная цепочка). Для принимаемых сигналов к обозначениям сигналов добавляют букву П (приемник), для выдаваемых — букву И (источник). Предусмотрены два резервных контакта на соединителе (ПРЕ31, ПРЕ32), необходимые для развития интерфейса.

В интерфейсе лог.1 соответствует низкий уровень сигнала, а лог.0 — высокий. Адреса и данные передаются по мультиплексированной шине обмена информацией с разделением по времени. *Принципы работы интерфейса:* асинхронный при передаче данных, синхронный при передаче адреса.

Подключенные к магистрали устройства могут выполнять в магистрали в различные моменты три вида взаимодействия: передачу управления, адресный обмен (одиночный и блочный), прерывание. Адресный одиночный обмен, передача управления магистралью и прерывание выполняются, как в МПИ по ОСТ 11305.903-80.

Интерфейс обеспечивает *дополнительные режимы блочного обмена:* блочные чтение и запись, при которых передача (прием) блока и число слов в блоке задаются ведущим устройством, передающим и адрес первого слова. После передачи заданного числа слов ведущий прекращает обмен. В качестве ведомого выступает внутреннее ЗУ.

В интерфейсе осуществляется прерывание только по внешним причинам посредством 2-, 3- и 4-уровневой систем приоритетов прерываний. Все подключенные к магистрали устройства распределяются на две, три или четыре группы, каждая из которых объединяет устройства только одного уровня приоритета.

Для размещения векторного прерывания (ВПр) рекомендуется выделять две ячейки на вектор. Адресное пространство магистрали (в зависимости от формата адреса процессора и ДП) может составлять 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192 или 16384К байт.

Формат передаваемых данных 8 бит (байт) или 16 бит (слово). Формат передаваемого адреса — из диапазона 16...24 бит. Пропускная способность магистрали не превышает 2 Мбайт/с при одиночном обмене и 5,6 Мбайт/с при блочном обмене. Время тайм-аута (при любом типе адресного обмена, обработке прерывания, передаче управления магистралью) не более 10 мкс.

Основными элементами интерфейса являются протокол обмена, определяющий структуру, состав и функциональную организацию интерфейса, аппаратная часть (физическая реализация), программное обеспечение.

Число подключаемых к магистрали устройств и общая длина магистрали ограничиваются объемом адресного пространства 8К байт, отведенного для адресации устройств, разбросом времени распространения сигналов по линиям магистрали (не более 75 нс) и нагрузочной способностью передатчиков.

Логическая организация. Линии сигналов интерфейса объединены в следующие группы шин: обмена информацией, управления обменом, передачи управления, прерывания, вспомогательные:

Наименование

Обозначение по ГОСТ
26765.51-86

2.743-83

Шина обмена информацией

Адрес/данные
Расширение адреса *

AD00...AD15
AP16...AP23

AD00...AD15
A16...A23

Шина управления обменом

Синхронизация обмена
Чтение данных
Запись данных
Ответ устройства
Признак "запись-байт"
Выбор устройства
Признак "блочный обмен-
регенерация"

ОБМ
ДЧТ
ДЗП
ОТВ
ПЗП
ВУ
РГН

SYN
RD
WR
AN
WRBY
SE
REF

Шина передачи управления

апрос магистрали
Дополнительный запрос магистрали
Разрешение на захват магистрали
Дополнительное разрешение на
захват магистрали
Подтверждение запроса

ЗП
ЗМД
РЗМ

РЗМД
ПЗ

RQB
RQB1
EB

EB1
AK

Шина прерывания

Запрос на прерывание
Запрос на прерывание *
Разрешение прерывания
Разрешение прерывания *
Прерывание по внешнему событию

ЗПР4
ЗПР5...ЗПР7
ПРР4
ПРР5...ПРР7
ПВС

INR4
INR5...INR7
EINR4
EINR5...EINR7
INRCC

Вспомогательная шина

Установка
Останов
Авария сетевого питания
Авария источника питания

УСТ
ОСТ
АСП
АИП

SR
HLT
ERAC
ERDC

Примечание. * — для этих линий в физической реализации допускается не предусматривать контакты на соединителе.

Дополнительные шины (локальную, последовательную и др.) допускается вводить в состав интерфейса для расширения функциональных возможностей при условии, что они не влияют на функционирование вышеперечисленных шин. Состав линий в каждом конкретном модуле выбираются из числа приведенных линий в зависимости от его функционального назначения.

Функциональная организация. В передаче управления магистралью участвуют активные устройства и процессор, выполненный по блок-схеме приоритетов МПИ. Одиночный адресный обмен выполняется после назначения ведущего и начинается с общей для всех типов одиночного обмена процедуры назначения ведомого, после которой выполняется последовательность операции "Чтение", "Запись", "Чтение с модификацией". Блочный адресный обмен выполняется при операциях "Блочное чтение" и "Блочная запись".

Прерывание. В интерфейсе может быть использована одноуровневая и четырехуровневая системы прерывания. При одноуровневой системе прерываний

приоритет устройств на разрешение прерывания должен задаваться аппаратно и не может быть изменен программно.

Четырехуровневая позиционная система приоритетов обеспечивает возможность программного изменения приоритета устройств на разрешение прерывания. На каждый из уровней процессором может быть наложена программная маска, т.е. запрещение на прерывание по уровню 4; 4 и 5; 5 и 6; 4, 5, 6 и 7. При этом выдача запроса на прерывание соответственно разрешается устройствам с уровнями приоритета 5, 6 и 7; 6 и 7; 7.

Четырехуровневая позиционная модифицированная система прерываний используется для сокращения времени обработки прерывания за счет сокращения пути прохождения сигнала ПРР. Фактически эта система объединяет четыре одноуровневые системы прерываний. При этом обеспечивается программное маскирование запросов на прерывание.

Четырехуровневая непозиционная система прерываний обеспечивает независимость приоритета каждого устройства от его месторасположения относительно процессора или других устройств. Уровень приоритета в устройстве реализуется аппаратно соответствующим набором входов и (или) выходов для подключения к линии ЗПР.

Прерывание по внешнему событию используется в системах, работающих в реальном масштабе времени. Требование прерывания по сигналу ПВС не сопровождается выдачей адреса вектора прерывания по линиям АД. Процессор по получении сигнала ПВС автоматически переходит к обслуживанию этого прерывания по вектору с адресом 100₈.

Процедуры включения, нарушения и восстановления питания выполняются в соответствии с временной диаграммой, характерной для магистралей типа "Общая шина".

ОШ СМ

Общие сведения. Интерфейс "Общая шина" СМ ЭВМ предназначен для параллельного внутриблочного и межблочного соединений всех системных устройств ЭВМ посредством 56 функционально объединенных линий магистрали, включая процессор. В высокопроизводительных моделях мини-ЭВМ интерфейс ОШ СМ используется для подключения к процессору контроллеров периферийных устройств (ПУ) среднего и малого быстродействия.

Логическая организация. Сигналы ОШ СМ приведены ниже:

Наименование	Обозначение	Назначение
Передачи данных		
Адрес	A(7...00)	Для выбора исполнителя
Данные	D(15...000)/ D(15...00)	Для передачи данных, команд, состояния
Признак азрядности	KO/PO	Для передачи исполнителем указания об ошибке при операциях чтения
Разряд четности	K1/P1	Для передачи разряда четности
Управление	Y(1,0)/C(1,0)	Для передачи кода операции обмена
Синхронизация задатчика	CX3/MSYN	Для указания, что сигналы А, Д, действительны
Синхронизация исполнителя	CXI/SSYN	Для указания, что данные приняты (выданы) исполнителем

Арбитража приоритетов

Запрос прямого доступа	ЗПД/NPR	Для передачи от ПУ запроса на ПДП
Разрешение прямого доступа	РПД/NPG	Для передачи от арбитра разрешения управления ОШ
Запрос передачи	ЗП(7...4)/BR(7...4)	Для передачи от ПУ запроса соответствующего приоритета
Разрешение передачи	РП(7...4)/BG(7...4)	Для передачи от арбитра разрешения захвата ОШ
Подтверждение выборки	ПВБ/SACK	Подтверждение получения разрешения и запрещение дальнейшего разрешения
Занято	ЗАН/BBSY	Для указания, что ОШ занята текущим задатчиком
Прерывание	ПРЕР/INTR	Для указания ЦП, что вектор прерывания на линиях Д

Управления состоянием системы

Подготовка	ПОДГ/INIT	Для установки от ЦП устройств в исходное состояние
Авария сети питания	АСП/ACLO	Сигнализирует о выходе параметров сети за допустимые пределы
Авария источника	АИП/DCLO	Сигнализирует о выходе параметров стабилизированного источника питания за допустимые пределы

Физически магистраль ОШ СМ содержит 51 двунаправленную и 5 однонаправленных линий, используемых для управления приоритетом ОШ СМ. Взаимодействие устройств на ОШ СМ основано на принципе ведущий — ведомый (задатчик — исполнитель). На ОШ СМ возможна организация обмена данными непосредственно между двумя устройствами без привлечения для этого ресурсов ЦП и ОЗУ.

Арбитр (процессора) осуществляет выбор задатчика на основе сравнения приоритета устройств и ЦП. Конфликтные ситуации среди устройств, имеющих одинаковый приоритет, разрешаются в соответствии с порядком электрического их подсоединения к ОШ со стороны арбитра.

Асинхронный метод передач по ОШ осуществляется с использованием однопроводной обратной связи. *Операция тайм-аута* используется в случае неполучения ответного сигнала от исполнителя.

Линии ОШ можно разделить на следующие группы (именуемые секциями): передачи данных (линии адреса, данных, контроля, управления, синхронизации); арбитража приоритета; управления состоянием системы.

Сигнал ЗПД обычно инициирует операции ПДП. Сигнал РПД выдается арбитром в ответ на ЗПД и последовательно проходит по одной линии через все подсоединенные к ней устройства. Сигнал ПВБ выдается устройством, которое запрашивало ОШ и получило ответный сигнал разрешения (РП₁, РПД) на использование ОШ. Арбитр после получения ПВБ блокируется, а запрашивающее устройство становится задатчиком на ОШ. Сигнал ЗАН индицирует, что ОШ используется задатчиком. Сигнал ПРЕР выдается задатчиком и используется для перехода процессора на программу обработки прерывания от устройства, идентифицируемого соответствующим вектором прерывания. Сигнал ПОДГ передается всем устройствам на ОШ с пульта процессора при нажатии на кнопку

"Пуск" или при выполнении команды "Сброс", а также при обработке процессором последовательности прерывания при аварии сети питания.

Функциональная организация. *Основные операции на ОШ:* передача данных, выбор нового задатчика, прерывание. Все передачи данных выполняются относительно задатчика: ввод (чтение) — от исполнителя, вывод (запись) — от задатчика.

Типы операций передачи данных определяются кодом на линиях У (1, 01): 00 — чтение (ЧТ), 01 — чтение с паузой (ЧТП), 10 — запись (ЗП), 11 — запись байта (ЗПБ). Временные диаграммы выполнения операций передачи данных типичны.

Выбор нового задатчика используется для проведения процедуры арбитража, может выполняться одновременно с передачей данных. Процессор запрещает арбитру выдачу сигналов и обслуживание новых РП во время операции прерывания и после нее до определения своего нового уровня приоритета и сохранения в стеке старого. После этого процессор разрешает арбитру снова выдавать сигналы РП_i на уровнях, превышающих новый уровень приоритета процессора.

Арбитраж на уровне ЗПД предусматривает выдачу только одного сигнала РПД (никакой другой сигнал РПД и РП_i не может быть выдан арбитром). Неполучение арбитром сигнала ПВБ после выдачи РПД вызывает процедуру контроля по тайм-ауту. В ВС можно устранить тайм-аут, обеспечив генерирование сигнала ПВБ на согласователе сигналов ОШ. При передаче одного слова данных устройство обычно устанавливает сигнал ЗАН и сбрасывает ПВБ. Операция прерывания выполняется устройством после его выбора в качестве нового задатчика ОШ. *Линия контроля* используется исполнителем для указания задатчику об ошибке в работе исполнителя при операциях чтения следующим образом: 00 — нет ошибки, 01 — ошибка при операции чтения, 10 и 11 — зарезервированы.

Функционально-временные характеристики. Большинство сигналов ОШ являются двунаправленными и появляются внутри устройства в двух физически различных точках. Соблюдение определенных ограничений, накладываемых на передачу сигналов, осуществляется задатчиком сигнала от исполнителя.

При передаче данных максимальный временной разброс сигналов равен 75 нс. Поэтому задатчик задерживает свой сигнал СХЗ на 75 нс после выдачи сигналов А и У. Кроме того, СХЗ задерживается еще на 75 нс для компенсации времени дешифрации адреса в исполнителе. В свою очередь, после сброса СХЗ задатчик задерживает сигналы А и У на 75 нс для более надежной выборки исполнителя.

При операциях типа "Чтение" задатчик стробирует данные после получения сигнала СХИ; исполнитель устанавливает и сбрасывает сигнал СХИ с задержкой относительно сигналов Д, что гарантирует надежный прием данных.

При операциях типа "Запись" задатчик компенсирует начало обмена на 150 нс и окончание на 75 нс относительно сигнала СХЗ и на 150 нс относительно сигнала СХИ. Данные стробируются исполнителем одновременно или до установки сигнала СХИ. Типовой тайм-аут составляет 10...20 мкс, а для ряда устройств, используемых в многопроцессорных и многомашинных ВС, может быть увеличен до сотен микросекунд.

Процедура прерывания проводится только одна в ответ на сигнал РП. Через последовательность ЗП-РП, характерную обычно для процедуры прерывания, задатчик может передать информацию как в процедуре ПДП. В этом случае освобождение ОШ после передачи информации по сигналу РП называют пассивным.

Последовательность "Рестарт" выполняется в зависимости от состояния линий АСП и АИП.

При отказе силового питания сигнал АСП выдается за 7 мс до сигнала АИП, АИП не выдается без предшествующего сигнала АСП; сигналы АСП и АИП должны поступать на линии ОШ от всех источников питания системы по схеме проводного ИЛИ.

При отказе питания процессор выполняет операцию прерывания, благодаря которой запоминается содержимое определенных регистров ПУ в ОЗУ, сохраняющем информацию. *При восстановлении питания* процессор автоматически запускает систему в работу с прерванного места. Процессор доводит до конца последовательность сигналов АСП-АИП в любых ситуациях. По сигналу АИП процессор вырабатывает сигнал ПОДГ, вызывающий установку устройств в соответствующие начальные состояния.

Физическая реализация. В зависимости от значения уровня напряжения (В) различают три группы линий ОШ: 1) РП (7...4), РПД (пассивное 0...0,8 В, активное $+3,4 \pm 0,2$ В); 2) АСП, АИП (пассивное $+ 4,9 \pm 0,35$ В, активное 0...0,8 В); 3) остальные линии (пассивные $+3,4 \pm 1,0$ В, активные 0...0,8 В). Для линий третьей группы лог.1 — низший уровень.

Распределение нагрузок (не более 20 единиц) вдоль линии может быть произвольным (равномерное, кустовое, смешанное), определяемым конфигурацией СВВ мини-ЭВМ. Допускается расположение устройств за согласователем сигналов (заглушкой) ОШ; рекомендуемая длина до 0,4 м. Длина отвода от ОШ к приемопередатчикам не более 0,6 м, при этом суммарная емкость шунтирующего конденсатора не более 30 пФ. Делители заглушки ОШ запитываются от устройств, в которых они устанавливаются. Согласующие резисторы $R_1 = 150$ и $R_2 = 300$ Ом (точность 2 % и мощность 0,25 Вт) обеспечивают $g = 100$ Ом.

Параметры магистральных приемопередатчиков: *приемники* — средняя задержка распространения сигнала 45 нс; пороговое значение напряжения при переключении с высокого уровня на низкий и наоборот соответственно 2,6 и 1,4 В; ток на входе при выходном напряжении 2,7 В равен 120 мкА, а при 0 В равен 10 мкА; ток низкого уровня на выходе 8 мкА; *передатчики* — средняя задержка распространения сигнала 0,35 нс; напряжение высокого уровня на входе 2,0 В; ток низкого уровня (втекающий) 70 мА при напряжении 0,8 В; ток утечки 25 мкА.

Стандартная единица нагрузки (СЕН): максимальный ток утечки 145 мкА при условии подключения одного источника (25 мкА) и одного приемника (120 мкА) с суммарной емкостной нагрузкой 30 пФ.

Параметры кабеля ОШ: плоский кабель с волновым сопротивлением 100 плюс 20 (минус 10) Ом; погонное время задержки 5,2 Ом/м; сопротивление каждого проводника 0,4 Ом/м; каждый отрезок кабеля произвольной длины заканчивается типовым интерфейсным разъемом, используемым в конкретной конструктивной реализации ОШ СМ; максимально допустимая длина (с учетом всех отводов) 15 м; нагрузочная способность ОШ максимум 20 единиц.

В качестве интерфейсного соединителя в моделях линии СМ3/СМ4 использовался двухрядный 96-контактный соединитель типа 803.094.01.30.21 Унитра-Эльтра. В настоящее время в зависимости от конструктивной реализации процессора и контроллеров системных ПУ в качестве интерфейсного соединителя в разных моделях ЭВМ используется один или два 96-контактных трехрядных соединителя СНП 59-96.

Стыки С1

Общие сведения. Стыки С1 классифицируются в зависимости от типов каналов связи: С1-ТГ — для телеграфных каналов связи, С1-ТФ — для коммутируемых телефонных каналов связи, С1-ТЧ — для некоммутируемых каналов связи тональной частоты, С1-ТЧР — для радиоканальной тональной частоты, С1-ПГ — для ведомственных предгрупповых каналов связи, С1-ШП — для первичных широкополосных каналов связи, С1-ФЛ — для физических линий связи, С1-АК — для акустического сопряжения АПД с каналами связи, С1-ОЛ — для волоконно-оптических линий связи.

Стандарты, регламентирующие стыки С1, даны ниже:

Стык С1	ГОСТ	Международные стандарты, рекомендации МККТТ
С1-ТГ	22937-78	-
С1-ТФ	25007-81, 23504-79, 26557-85	V.2, V.21, V.23, V.27, V.50, V.53
С1-ТЧ	25007-81, 23475-79, 23504-79, 26557-85	V.2, V.22, V.26, V.27 bis V.50, V.53
С1-ТЧР	23578-79	-
С1-ПГ	25007-81	V.35
С1-ШП	24174-80, 25007-81, 26557-85	V.36, V.37, MC8482
С1-ФЛ	24174-80, 26532-85	G.703
С1-АК	-	V.15
С1-ОЛ	-	V.31 bis, рабочие документы МОС/TK97/ПК13, МЭК/TK

Стык С1-ТГ. Перечень и основные параметры местных двухполюсных информационных цепей, служащих для сопряжения телеграфной аппаратуры (ТГА) с ТГА и ТГА с АПД, параметры сигналов в местных двухполюсных информационных цепях, параметры сопряжения аппаратуры с каналами телеграфных цепей определены в ГОСТ 22937-78.

Местные двухполюсные информационные цепи ТГА и АПД подразделяются на следующие типы: "передаваемые" (принимаемые) данные — для передачи дискретных сигналов между сопрягаемой аппаратурой; "сигнальное заземление" — для установления общего потенциала между сопрягаемой аппаратурой. При необходимости сопряжения аппаратуры по двухпроводной (симметричной) схеме цепь "сигнальное заземление" заменяется обратным проводом.

Сопряжение ТГА или АПД через коммутационную станцию, не осуществляющую преобразование сигналов, производится путем гальванического соединения цепей. При сопряжении ТГА или АПД через коммутационную станцию, осуществляющую преобразование сигналов, последняя должна быть оснащена входными и выходными стандартными устройствами. При некоммутируемом соединении коммутационная станция исключается из цепи и сопряжение ТГА с ТГА или ТГА с АПД осуществляется непосредственно при помощи соединительных проводов.

Основные параметры стыка С1-ТГ приведены ниже:

Параметр	Значение	
Максимально допустимая скорость передачи данных, бод	200	
Вид сигналов	Двухполюсные посылки постоянного тока; при этом положительная полярность должна соответствовать двоичной 1 (стоповая посылка), отрицательная полярность — двоичному 0 (стартовая посылка)	
Напряжение срабатываемого входного устройства (абсолютное значение), В	≤3	
Алгебраическая сумма напряжений срабатывания входного устройства (абсолютное значение), В	≤1	
Напряжение двухполюсных посылок в местных информационных цепях, В:		
по несимметричной схеме	В точке "Выход" 16...27 14...27	В точке "Вход" 14...25 10...25
по симметричной схеме		
Напряжение двухполюсных посылок на выходе аппаратуры при активном сопротивлении нагрузки 1000 Ом, В:		
по несимметричной схеме	17...25	
по симметричной схеме	15...25	
Ток выхода ТГА, АПД при коротком замыкании и встречном включении, мА	≤100	
Коэффициент пульсации напряжения (относительно постоянной составляющей) в точках "Вход" и "Выход" при любой полярности сигнала, %	≤3	

При понижении входного напряжения до значения менее 1,5 В по абсолютному значению входное устройство должно переходить в состояние, соответствующее приему сигнала стартовой посылки. Переход в это состояние должен осуществляться в интервале 1...100 мс или 1...50 мс после скачкообразного понижения напряжения. Второй режим является предпочтительным.

Не более чем через 15 мс после скачкообразного повышения напряжения до значения более 3 В по абсолютному значению входное устройство должно обеспечивать прием сигналов в соответствии с изложенными требованиями к чувствительности. Указанные требования не относятся к оконечной и контрольно-измерительной ТГА и АПД.

Длительность фронтов в местных информационных цепях должна быть не более 0,5 мс в интервале 0,1...0,9 значения перепада напряжения при изменении полярности напряжения. Длительность фронтов на выходе выходного устройства при активном сопротивлении нагрузки 1000 ± 100 Ом не должна превышать 0,3 мс.

Стыки С1-ТФ и С1-ТЧ. Параметры сопряжения УПС с коммутируемыми телефонными (ТФ) и некоммутируемыми (ТЧ) двух- и четырехпроводными каналами связи тональной частоты систем с частотным разделением каналов (ЧРК) определены ГОСТ 25007-81, ГОСТ 26557-85 для скоростей работы до 9600 бит/с включительно. Параметры цепей стыков соответствуют рекомендациям МККТТ V.2, V.21, V.22bis, V.27bis, V.29.

Обмен по стыку производится модулированными сигналами в рабочей полосе частот каналов. Номенклатура цепей стыков: линейный вход; линейный выход; линейный вход/выход (при двух-проводной схеме включения УПС).

Цепи стыков должны быть симметричны по отношению к цепям заземления и гальванически изолированы от остальных цепей УПС.

Параметры стыков С1-ТФ и С1-ТЧ приведены ниже:

Наименование параметра	Значение параметра для каналов ТФ	для каналов ТЧ
Номинальное входное и выходное сопротивление УПС, Ом	600	600
Входное сопротивление УПС постоянному току (при токе 25 мА), Ом:		
в режиме набора	≤300	-
для положения замыкания	≤300	-
для положения размыкания	≥100 кОм	-
Уровень максимальной сред- неминутной мощности сигнала на выходе передатчика УПС*, дБм0 (кВт0):	≤-13(50)	≤-15(32)
для скоростей до 2400 бит/с		
для скоростей свыше 2400 бит/с		≤-13(50)
Уровень максимальной средне- часовой мощности сигналов на выходе передатчика УПС**, дБм0 (мкВт0)	≤-15(32)	≤-15(32)
Допустимый выходной уровень средней мощности УПС для ра- боты по ведомственным кана- лам, дБм0 (мкВт0)	-10(100)	-10(100)
Уровень средней мощности на выходе приемника УПС, дБ	-43...0	-26...0
Максимальная эквивалентная мощность сигнала, мкВт0:		
при скорости 2400 бит/с	-	65
при скорости 4800 бит/с	-	200

П р и м е ч а н и е. Значком * обозначается параметр, который измеряется в точке нулевого относительного уровня, а значком ** - параметр, который измеряется в период наибольшей нагрузки при коэффициенте использования канала 0,6.

Передача данных и/или ведение служебных переговоров с УПС должны обеспечиваться по одному и тому же каналу связи. Уровень средней мощности сигналов на выходе передатчика УПС устанавливаются в зависимости от затухания абонентской (соединительной) линии.

Значение максимальной эквивалентной мощности сигнала должно быть: 65 мкВт0 — при скорости 2400 бит/с; 200 мкВт0 — при скорости 4800 бит/с.

Полосы частот ($f_{\text{верхн.}}$ — $f_{\text{нижн.}}$), в которых формируется линейный сигнал, приведены ниже:

Скорость передачи данных 300	Тип канала	Несущая частота	Вид модуляции	Полоса частот, Гц
	ТЧ, ТФ	по ГОСТ 20855 - 83		910...1250 (канал 1)
				1580...1920 (канал 2)
	ТЧ			900...2500
1200	ТФ			650...1750 (канал 1) 1850...2950 (канал 2)
2400	ТЧ			600...3000
4800	ТЧ	1800	Дифференциальная, восьмифазовая	600...300
9600	ТЧ	3000	Амплитудно-фазовая с частично подавленной верхней боковой полосой частот	400...3300
		1700 1800	Амплитудно-фазовая с двумя боковыми полосами частот	400...3200
До 75	ТЧ, ТФ	-	Частотная	370...470

Спектральная плотность мощности внутри полосы канала должна соответствовать ГОСТ 24174-80. Максимальные среднeminутная и среднечасовая мощности сигнала ТТ, выделяемая в точке нулевого относительного уровня на сопротивлении, 600 Ом должны быть не более: 135 мкВт0 (3...8,7 дБм0) при работе на канале ТЧ воздушных линий связи аппаратуры ТТ всех типов; до 90 мкВт0 (-10,4 дБм0) — при работе по каналам ТЧ кабельных линий связи для аппаратуры типов ТГ-17П, ТНТ-6, ТТ-48, ТТ-12; 50 мкВт0 (-13,0 дБм0) — при работе по каналам ТЧ, удовлетворяющим требованиям ГОСТ 21655-76 для аппаратуры ТТ, соответствующей требованиям ГОСТ 18644-73. Уровень спектральных составляющих сигнала в диапазоне частот 0,3 + 3,4 кГц должен соответствовать значениям, приведенным в ГОСТ 18664-73.

Для сигналов факсимильного телеграфирования с амплитудной (АМ), частотной (ЧМ) и амплитудно-частотной модуляцией (АЧМ), поступающих в каналы ТФ и ТЧ для передачи фототелеграфной, документальной информации метеорологических карт, устанавливаются другие нормы энергетических параметров (ГОСТ 23504-79).

Стык С1-ТЧР. Параметры сопряжения между УПС системы передачи данных и коротковолновыми радиоканалами тональной частоты (ТЧР) ЕАСС и ведомственных сетей связи определены в ГОСТ 23578-79. Стык С1-ТЧР имеет одну или две входные (линейные) двухпроводные цепи приема для пространственно или частотно-разнесенного приема и одну или две выходные (линейные) двухпроводные цепи

передачи. Вторую цепь следует использовать при одновременной работе УПС на два радиопередатчика или по двум боковым полосам одного радиопередатчика.

Параметры стыка С1-ТЧР приведены ниже:

Параметр	Значение
Диапазон частот для выходного сигнала УПС, выдаваемого в канал ТЧР, Гц	300...3400
Номинальное значение входного и выходного сопротивления линейных цепей УПС, Ом	600
Коэффициент отражения (относительно номинального значения входного и выходного сопротивлений) в рабочем диапазоне частот УПС, %	≤ 15
Затухание асимметрии входных и выходных цепей УПС по отношению к "земе", дБ	≥ 43
Затухание сигналов на частоте 1800 Гц, дБ	≤ 17
Разность затуханий сигналов на частотах 300 и 3400 Гц, дБ	≤ 13
Номинальный уровень контрольного гармонического сигнала в точках сопряжения с радиопередатчиком должен соответствовать уровням измерительных точек, дБ	+ 10; + 4; 0; - 3,5; - 13
Измерительные точки сопряжения приемника УПС с радиоприемным устройством, дБ	+ 10; + 4; - 3,5; - 8,7

Рекомендуются следующие значения основных параметров канала ТЧР: отклонение частоты несущего колебания в канале связи — не более +10 Гц; индекс паразитной фазовой модуляции сигнала в полосе частот 300...3400 Гц — не более $\pm \pi/35$ рад; нелинейные искажения для передающего устройства не более - 35 дБ, для приемного устройства — не более - 50 дБ для каналов ЕАСС и не более 34 дБ для ведомственных сетей связи.

Стыки С1-ПГ и С1-ШП. Параметры сопряжения УПС с ведомственными подгрупповыми (ПГ) и первичными широкополосными каналами (ПШК) систем передачи с ЧРК определены в ГОСТ 24174-80, ГОСТ 25007-81 и ГОСТ 26557-85. Параметры даны для последовательной синхронной передачи данных с предельными скоростями 48 и 64 кбит/с по каналам с рабочей полосой частот 60,6...107,7 кГц и для четырехпроводного окончания.

Параметры цепей стыков соответствующие рекомендациям МККТТ V.2 и V.36, приведены ниже:

Наименование параметра	Значение параметра для каналов ПГ для каналов ШП	
Номинальное входное и выходное сопротивление УПС, Ом	0	0
Затухание в соединительных (абонентских) линиях, дБ	0	0
Рабочая частота канала, кГц	11,1	47,1
Нижняя частота рабочей полосы, кГц	12,3	60,6
Верхняя частота рабочей полосы, кГц	23,4	107,7
Контрольная частота, кГц		84,14 или 104,08
Номинальные относительные уровни мощности в точках подключения УПС к каналам, дБ:		
на входе канала	- 36	- 36
на выходе канала	- 13	- 23
на входе и выходе канала	- 24,3	- 5,2
Уровень средней мощности сигнала в точке нулевого относительного уровня широкополосного канала, дБм0 (мкВт0)	- 5,2(300)	- 4,3(384)
Максимальная среднечасовая мощность, дБм0 (мкВт0)	$\leq - 4,3(384)$	$\leq - 4,3(384)$
Максимальная среднeminутная мощность, дБм0 (мкВт0)	- 2,6(550)	- 2,6(550)
Максимальная эквивалентная мощность, мкВт0	2200	2200
Допускаемое для ведомственных каналов значение средней мощности, устанавливаемой в УПС, дБм0 (мкВт0)	96 (150)	0(1000)
Допустимый уровень мощности для дополнительного служебного канала, дБм0 (мкВт0)	-	15(32)

Номенклатура цепей стыков и требования к ним те же, что и в С1-ТФ и С1-ТЧ. Обмен по стыкам производится модулированными сигналами в рабочей полосе частот каналов. Передача данных и/или ведение служебных переговоров с УПС должны обеспечиваться по одному и тому же каналу связи. В полосе ПШК кроме основного допускается посредством ЧРК формирование в УПС дополнительного канала для передачи служебных сигналов.

При использовании каналов ПГ с относительными уровнями передачи в точках подключения, равными 24,3, дБ сигнал УПС должен быть сформирован таким образом, чтобы внеполосная средняя мощность сигнала за 1 мин в полосе 3 кГц, центрированной на любой частоте от 1,8 до 9,9 кГц или от 25,8 до 58,5 кГц, не превышала минус 43,8 дБмО, что соответствует минус 68,1 дБ на входе широкополосного канала.

Преобразование передаваемой информации в УПС-ПГ должно осуществляться таким образом, чтобы мощность сигналов в диапазоне частот 11,4...12,3 кГц и 23,4...24,3 кГц в полосе 100 Гц была ниже указанных значений: средняя за 1 мин — минус 26 дБмО (2,5 мВтО); максимальная — минус 17,4 дБмО (18,3 мВтО).

Преобразование передаваемой информации в УПС ШП осуществляется таким образом, чтобы средняя мощность сигналов передачи данных вблизи групповых контрольных частот f_k в точке нулевого относительного уровня была ниже следующих значений: минус 70 дБмО — в диапазоне $f_k \pm 25$ Гц; минус 30 дБмО — в диапазоне $f_k \pm 100$ Гц; минус 15 дБмО — в диапазоне $f_k \pm 200$ Гц.

Стык С1-ФЛ. Параметры сопряжения УПС с физическими (соединительными) линиями (ФЛ) при обмене импульсными сигналами низкого уровня со скоростями передачи до 480 кбит/с определяются ГОСТ 26532-85 и рекомендациями МККТТ V.2 и G.703. Номенклатура цепей стыка С1-ФЛ и требования к ним те же, что и в стыках С1-ТФ и С1-ТЧ.

В зависимости от вида сигналов, выдаваемых УПС в физическую линию, различаются три типа стыка С1-ФЛ:

С1-ФЛ-НУ — двухполярные послышки постоянного тока низкого уровня в первичном коде; С1-ФИ-БИ — двухполярные послышки с избыточным перекодированием в биимпульсный сигнал; С1-ФЛ-КИ — трехуровневые послышки с избыточным перекодированием в квазитрочичный сигнал.

Во всех трех типах стыка С1-ФЛ отношение амплитуды импульса положительной полярности (+U) к амплитуде отрицательной полярности (— U) должно быть в пределах 0,95...1,05.

Основные параметры стыка С1-ФЛ всех трех типов приведены ниже:

Наименование параметра	С1-ФЛ-НУ	Значение параметра С1-ФЛ-БИ	С1-ФЛ-КИ
Тип соединительной линии	2- и 4-проводная	4-проводная	4-проводная
Режим обмена	Асинхронный, синхронный	Синхронный	Синхронный
Скорости передачи, кбит/с	До 20	12...48	48...480
Номинальное сопротивление УПС, Ом:			
входное	50...300	150+30	120+24
выходное	— 150	150+30	120+24

Амплитудное значение
линейного сигнала, В:
на передаче

— 1

— 1

1 (для скорости до 72 кбит/с); 2 (для скоростей 72...
...144 бит/с,); 3 (для скоростей от 192 кбит/с)
... 0,05
10

на приеме
Выброс на вершине
посылки относительно
амплитуды импульса, %

... 0,02
10

...0,05
10

Примечания: 1. При работе по многопарным линиям и одновременной передаче различных сигналов по другим парам амплитуда сигналов передачи не должна превышать 0,4 В. При работе укороченными импульсами допускается увеличение амплитуды сигнала в 1,4 раза.

На стыке С1-ФЛ-БИ символ "1" выходной информационной последовательности соответствует биимпульсу 10 или 01, совпадающему с предыдущим, а символ 0 — биимпульсу 10 или 01, инверсному по отношению к предыдущему биимпульсу.

Для обмена служебными сигналами контроля данных рекомендуются следующие основные виды сигналов: служебный сигнал "Канал не годен" передается пакетом единиц в количестве не менее 254; служебный сигнал "Авария" передается пакетом нулей в количестве не менее 254.

В УПС-ФЛ-КИ алгоритм кодирования должен быть относительным и обеспечивать возможность преобразования информационного сигнала в трехуровневые двухполярные посылки. При каждой последующей токовой посылке (единичном элементе "1") информационного сигнала импульс преобразованного сигнала должен изменять свою полярность на противоположную по сравнению с предыдущим импульсом. Каждая бестоковая посылка (единичный элемент "0") передается пробелом в преобразованном сигнале.

При работе укороченными по длительности импульсами, разделенными паузами, длительность укороченных импульсов квазитроичной последовательности должна быть $(0.50 + 0,05) \tau$, где τ — длительность импульса.

Стык С1-АК. Рекомендация V.15 МККТТ определяет параметры акустического сопряжения оконечных установок передачи данных с телефонной сетью связи посредством обычного телефонного аппарата. Оборудование акустического сопряжения должно удовлетворять следующим требованиям.

Максимальная мощность на выходе абонентной аппаратуры в линию не должна превышать 1 мВт на любой частоте.

Средняя мощность сигнала в телефонной линии не должна превышать -13 дБм0 для дуплексной работы и -10дБм0 для симплексной работы при усреднении приблизительно за 3 с. Эти значения выбраны с учетом общих требований к уровням мощности при передаче данных по телефонным линиям, определенных рекомендацией V.2 МККТТ.

Усредненная за 3 с мощность сигнала, находящегося вне частного диапазона 0...4 кГц, не должна превышать следующие уровни: 20 дБ в диапазоне 2...8 кГц, 40 дБ в диапазоне 8...12 кГц, 60 дБ в каждом 4-килогерцевом диапазоне (выше 12 кГц).

Передаваемые преобразователем частоты должны быть такими, чтобы не создавать помех национальным или международным системам сигнализации и контрольным частотам (пилот-сигналам), используемым в телефонии.

В преобразователе следует предусмотреть меры против попадания опасных электрических напряжений и токов в телефонную линию. Следует предусмотреть защиту телефонных абонентов от акустического удара как при нормальных условиях, так и в случае каких-либо неисправностей, связанных с устройством акустического соединения.

Рекомендуется не использовать акустическое соединение АПД с сетью телефонной связи с помощью телефонного аппарата в стационарных установках. Признается, однако, что может потребоваться временное подключение портативной АПД к сети при таких обстоятельствах, когда трудно получить доступ к зажимам абонентской линии. Использование акустического соединения для временных связей возможно с согласия администрации связи, ведающей телефонной сетью, к которой будет подключаться АПД.

Стык С1-ОЛ. Разработка по стыку С1-ОЛ стандартов начата в МЭК/ТК86 и в МСХ/ТК97/ПК13. В частности, в МСХ ведется разработка комплекса стандартов по волоконно-оптическому интерфейсу распределенных данных — ВИРД (Fiber Distributed Data Interface — FDDI) под общим номером 9324. Одна из частей этого стандарта определяет параметры сопряжения оборудования обработки данных (канала ввода-вывода ЭВМ) с волоконно-оптической линией связи.

СТЫКИ С2

Общие сведения. Стыки С2 определяют правила взаимодействия и параметры сопряжения между ООД и АПД при последовательном вводе-выводе данных, а также взаимодействие ООД и АПД с промежуточным оборудованием между ними.

Стандартизацией стыков С2 занимались международные организации: МККТТ (рекомендации серий V и X)), МСХ, МЭК, МПК по ВТ, межнациональные и национальные организации EIA (США), Госстандарт (Россия).

Стандарты и рекомендации по стыкам С2 определяют: общие характеристики (скорости, последовательности передачи); функциональные и процедурные характеристики (номенклатура, категории цепей стыка, правила их взаимодействия); электрические характеристики (параметры генераторов, приемников, нагрузки) и механические характеристики (габаритные размеры, распределение контактов по цепям стыка). Перечень международных и национальных стандартов, определяющих перечисленные характеристики стыка С2, приведен ниже:

*Обозначение**Назначение***Характеристики**

V.24, MC 8481,
RS-232C, RS-449,
ГОСТ 18145-81
V.25, RS-366A
X.20, X.20bis,

Номенклатура и взаимодействие
цепей стыка

Процедуры автоматического вызова
Сопряжение ООД с синхронными мо-
демами

X.21, X.21bis
X.22
V.54, X.150, MC 9067
MC 8480

Мультиплексный стык ООД с АКД
Проверочные шлейфы
Операции резервирования стыка C2
с использованием 25-контактного
соединителя

Процедурные и функциональные характеристики

V.24, MC 8481, RS-232C
RS-449, ГОСТ 18145-81
V.25, RS-366A
X.20, X.20 bis

Номенклатура и взаимодействие цепей

Процедуры автоматического вызова
Сопряжение ООД с асинхронными
модемами
Сопряжение ООД с синхронными
модемами

X.21, X.21 bis

Мультиплексный стык ООД с АКД
Проверочные шлейфы
Операции резервирования стыка C2
с использованием 25-контактного
соединителя

X.22
Y.54, X.150, MC 9067
MC 8480

Электрические характеристики

V.28, RS-232C, MC 7480

Несимметричные цепи стыка (двух-
полосный ток)

V.31, RS-410
V.35

Параллельные модемы
Симметричные сети для парал-
лельных модемов

V.10/X.26, MC 7480,
RS-423A, ГОСТ 23675-79

Несимметричные цепи для парал-
лельных модемов на интегральных
схемах

V.11/X.27, MC 7480,
RS-422A, RS-465,
ГОСТ 23675-79

Симметричные цепи для параллель-
ных модемов на интегральных схе-
мах

Механические характеристики соединителей

MC 2110, RS-232C,
RS-366A,
НМ МПК по ВТ 65-83
MC 2593
MC 4902, RS449,
ПМС 9234
MC 4903
МЭК M11-C-5015
I.430, MC 8877

25-контактный для модемов ТЧ

34-контактный для модемов ШП
37/9-контактные для модемов ТЧ и
ШП
15-контактный
19-контактный
8-контактный для цифровых сетей
ISDN

Функциональная организация. Все цепи стыка C2 подразделяются на две категории: цепи общего назначения (серия 100) для соединения ООД с УПС и для автоматического установления соединения (серия 200). Номенклатура цепей серии 100, категории, их направление и функциональное назначение приведены ниже:

Номер	Наименование	Категория	Направление связи от АПД	Назначение цепи к АПД	Назначение цепи
102	Сигнальное заземление или общий обратный провод	Заземление	-		Установление эталонного потенциала по постоянному току для симметричных цепей
103	Передаваемые данные	Данные	+		Передача данных, вырабатываемых АПД
104	Принимаемые данные	-	-		Передача данных, формируемых АПД
105	Запрос передачи	Управление	+		Управление в АПД передачей по каналу данных
106	Готов к передаче	-	-		Указание на готовность АПД передавать данные по каналу связи
107	АПД готов	-	+		Указание на готовность АПД к работе
108.1	Подсоединить АПД к линии	-	-	+	Управление подключением к линии связи или отключением от линии связи УПС
108.2	ООД готово	-	-	+	Управление подключением к линии связи или отключением от линии связи УПС
109	Детектор принимаемого линейного сигнала	-	+		Определяют нахождение уровня принимае- мого линейного сигнала канала данных в установленных пределах
110	Детектор качества сигнала данных	-	+		Указание на наличие в принятых данных ошибки заданной вероятности
111	Переключатель скорости передачи данных (источник — ООД)	-	+		Переключение скорости передачи данных (синхронные АПД) или диапазона ско- ростей передачи данных (асинхронные АПД)
112	Переключатель скорости передачи данных (исто- чник — АПД)	-	+		Переключение скорости передачи данных (синхронные АПД) или диапазона ско- ростей передачи данных (асинхронные АПД)
113	Синхронизация элементов передаваемого сигнала	Синхронизация	+		Обеспечение в АПД синхронизации единичных элементов сигналов
114	Синхронизация элементов передаваемого сигнала (источник — АПД)	-	+		Обеспечение в АПД синхронизации единичных элементов сигналов
115	Синхронизация элементов принимаемого сигнала (источник — АПД)	-	+		Обеспечение в ООД синхронизации единичных элементов сигналов
116	Выбор резерва	Управление			Выбор между основным и резервным устройствами
117	Индикатор резерва	-	+		Указание на нахождение АПД в резервном режиме
118	Передаваемые данные обратного канала	Данные	+		Передача данных, вырабатываемых ООД, по обратному каналу
119	Принимаемые данные обратного канала	-	+		Передача данных, вырабатываемых АПД, по обратному каналу

Номер	Наименование	Категория	Направление от АПД	к АПД	Назначение
120	Включить линейный сигнал обратного канала	Управление		+	Управление в АПД передачей по обратному каналу
121	Обратный канал готов	-"	+		Указывает на готовность АПД передавать данные по обратному каналу
122	Детектор принимаемого линейного сигнала	-"	+		Определяет нахождение уровня принимаемого по обратному каналу сигнала в установленных пределах
123	Детектор качества сигнала обратного канала	-"	+		Указание на наличие в принятых по обратному каналу данных ошибки заданной вероятности
124	Выбор группы частот	-"	+		Выбор желаемой группы частот в АПД
125	Индикатор вызова	-"	+		Указание на получение АПД сигнала вызова
126	Выбор частоты передачи	-"		+	Выбор требуемой частоты передачи в АПД
127	Выбор частоты приема	Управление		+	Выбор требуемой частоты приема в АПД
128	Синхронизация элементов принимаемого сигнала (источник ООД)	Синхронизация		+	Синхронизация в АПД единичных элементов сигнала
129	Запрос приема	Управление		+	Управление в АПД приемом
130	Включить тон обратного канала	-"		+	Управление в АПД передачей частоты по обратному каналу
131	Синхронизация принимаемых знаков	Синхронизация	+		Позначная синхронизация данных в ООД
132	Возврат в режим "не данные"	Управление		+	Восстановление в АПД режима "не данные" без разрыва соединения с удаленным абонентом
133	Готов к приему	-"	+	+	Управление посылой данных по цепи 104 с указанием о способности ООД принять определенное количество данных
134	Принимаемые данные выдаются	-"	+		Выделение информационной части кодовой комбинации, посылаемой по цепи 104
140	Эксплуатационная проверка	-"		+	Управление состоянием эксплуатационной проверки
141	Местный шлейф	-"		+	Управление состоянием проверки шлейфов в местной цепи
142	Индикатор проверки	-"	+		Указание на установление состояния
191	Передаваемый речевой ответ	-"		+	Проверки в АПД
192	Принимаемый речевой ответ	-"			Передача в АПД аналоговых сигналов, генерируемых блоком речевого ответа ООД Передача в ООД принимаемых аналоговых сигналов, генерируемых блоком речевого ответа удаленного ООД

В особых случаях между ООД и УПС допускается вводить дополнительные цепи. Минимально необходимая номенклатура цепей для различных комплектаций АПД (ПрД — передатчик, ПрМ — приемник, ПП — приемопередатчик):

Номер цепи	Однонаправленная передача			
	ПрД	ПрМ	ПрД прямого канала и ПрМ обратного канала	ПрМ прямого канала и ПрД обратного канала
102	+	+	+	+
103	+	-	+	-
104	-	-	-	+
105	-	-	-	-
106	+	-	+	-
107	+	+	+	+
108.1	+	+	+	+
108.2	+	+	+	+
109	-	+	-	+
113	+	-	+	-
114	+	-	+	-
115	-	+	-	+
118	-	-	-	+
119	-	-	+	-
120	-	-	-	-
121	-	-	+	-
122	-	-	+	-
125	-	+	+	+
128	-	+	-	+

Номер цепи	Двухнаправленная передача			
	поочередная ПП прямого канала	ПП прямого и обрат- ного каналов	одновременная ПП прямого канала	ПП прямого и обратного каналов
102	+	+	+	+
103	+	+	+	+
104	+	+	+	+
105	+	+	+	+
106	+	+	+	+
107	+	+	+	+
108.1	+	+	+	+
108.2	+	+	+	+
109	+	+	+	+
113	+	+	+	+
114	+	+	+	+
115	+	+	+	+
118	-	+	-	+
119	-	+	-	+
120	-	+	-	+
121	-	+	-	+
122	-	+	-	+
125	+	+	+	+
128	+	+	+	+

Примечание: 1. Цепи 113 и 114, 115 и 128 не могут быть использованы одновременно. 2. Цепи 113...115 и 128 не используются в случае асинхронной АПД. 3. Цепи 125 необходимы для работы АПД по коммутируемым каналам. 4. Цепи 118...122 применяются при наличии обратного канала.

Взаимодействие цепей стыка С2 при передаче данных происходит следующим образом: ООД не должно передавать данные в цепь 103, если все четыре цепи 105...108.1/108.2 не находятся в состоянии "Включено". Данные, посланные по цепи 103 в течение времени, когда все четыре цепи (если они используются) находятся в состоянии "Включено", передаются АПД в канал связи.

Сигналы в цепи 107 должны быть ответами на сигналы цепи 108.1. При этом настройка канала передачи данных не будет иметь место, пока цепь 107 не перейдет в состояние "Включено".

Цепь 108.1/108.2 после перехода в состояние "Выключено" не может быть переведена снова в состояние "Включено" до тех пор, пока АПД не переведет цепь 107 в состояние "Выключено". Для работы с цепью 108.1/108.2 в АПД предусмотрены перемычки. Если АПД содержит оборудование автоматического ответа на вызов, то подсоединение к линии производится только в ответ на комбинацию сигнала вызова и на включение цепи 108.1 или 108.2.

При совместной работе ООД и АПД должны выполняться следующие условия: если цепь 107 включена, ООД не должна учитывать состояние остальных цепей, исходящих от ООД (исключение — цепь 125); если цепь 108.1/108.2 включена, АПД не должна учитывать состояние остальных цепей, исходящих от ООД (исключение — цепи серии 200). Состояние "Включено" в цепях 107, 108.1/108.2 указывает на достоверность исходящих от ООД или АПД сигналов в остальных цепях стыка. Состояние "Выключено" в цепи 108.1/108.2 не должно блокировать действие цепи 125.

При включении цепи 105 АПД должна перейти в режим передачи, информировать об этой ситуации удаленную АПД и перевести ее в состояние приема данных.

Если АПД включила цепь 106, ООД может посылать данные в цепь 103 через стык. При этом АПД гарантирует, что все данные, посланные через стык до того, как одна из цепей 105...108.1/108.2 снова перейдет в состояние "Выключено", будут действительно переданы в канал связи. Однако состояние "Включено" в цепи 106 не гарантирует, что удаленная АПД обязательно находится в режиме приема.

ООД не должно выключать цепь 105 до конца последнего элемента данных (или элемента остановки), передаваемого через стык по цепи 103. При работе по коммутируемой сети в дуплексном режиме и если цепь 105 не используется, выполнять указанное требование не обязательно, когда цепь 108.1/108.2 переводится в состояние "Выключено" для фиксации момента окончания связи по коммутируемой линии. Если цепь 105 используется, то состояния в цепи 106 являются ответными, причем задержку ответа в цепи 106 определяют типом АПД. Цепь 105 не может быть включена до тех пор, пока АПД не выключит цепь 106.

В интервалах, в течение которых цепи 105 и 106 находятся в состоянии "Включено" и от ООД не поступают данные, ООД может передавать последовательности двоичных "1", двоичных "1" и "0" (например, знаки СИН, "Пусто" в соответствии с используемым кодом) для поддержания синхронизации по элементам.

ООД не должно передавать данные по цепи 118, если все четыре цепи 120, 121, 107 и 108.1/108.2 не находятся в состоянии "Включено". Когда все эти цепи (при их использовании) находятся в состоянии "Включено", все данные, посланные ООД по цепи 118, передаются АПД в канал связи. Взаимодействие цепей 118, 120 и 121, используемых для обеспечения работы по обратному каналу, аналогично описанному выше для прямого канала.

АПД удерживает цепь 104 в состоянии "1", когда цепь 109 находится в состоянии "Выключено", и цепь 119 в состоянии "1", когда цепь 122 находится в состоянии "Выключено". АПД, предназначенная для работы в дуплексном режиме, должна поддерживать в состоянии, соответствующем блокировке, следующие цепи (при их использовании): цепь 104 в состоянии "1" и цепь 109 в состоянии "Выключено", когда цепь 105 включена и в течение короткого времени (определяемого АПД) после

выключения цепи 105; цепь 119 в состоянии "1" и цепь 122 в состоянии "Выключено", когда цепь 120 включена и в течение короткого времени после выключения цепи 120. При использовании цепи 113 (цепей 114 и 115) ООД (АПД) должно(а) посылать по ней(ним) цепи(ям) сигналы синхронизации по единичным элементам во всех случаях, когда источник синхронизации ООД (АПД) в состоянии формировать эти сигналы, начиная с момента подачи питания на ООД (АПД). При использовании цепи 128 ООД должно посылать по этой цепи в АПД сигналы синхронизации по элементам. Если такие сигналы не передаются, цепь 128 должна удерживаться в состоянии "Выключено". Действия цепи 125 не должны ограничиваться или блокироваться состоянием любой другой цепи стыка.

Номенклатура цепей серии 200, их категории, направление и функциональное назначение приведены ниже:

<i>Номер</i>	<i>Наименование</i>	<i>Категория</i>
201	Сигнальное заземление или общий обратный провод	Заземление
202	Запрос вызова	Управление
203	Линии данных заняты	"-"
204	Удаленная установка подсоединена	"-"
205	Несостоявшийся вызов	"-"
206...209	Цифровой сигнал (2 ⁰ ...2 ³)	Данные
210	Запрос следующей цифры	Управление
211	Цифра выдается	Управление
213	Индикатор электропитания	"-"

<i>Номер</i>	<i>Направление от АПД к АПД</i>		<i>Назначение</i>
201			Установление общего потенциала для всех цепей обмена серии 200
202	-	+	Подготовка параллельного АВУ к послылке вызова и для его подключения/отключения к/от линии
203	+	-	Указание об использовании канала связи
204	+	-	Указание об установлении соединения с удаленной установкой данных
205	+	-	Указание об истечении заданного интервала между последовательными операциями в процедуре вызова
206...209	-	+	Передача цифрового сигнала (2 ⁰ ...2 ³)
210	+	-	Указание на готовность параллельного АВУ принять следующую кодовую комбинацию по цепям 206...209
211	-	+	Управление считыванием кодовой комбинации, поступившей по цепям 206...209
213	+	-	Указывают о подаче электропитания к параллельному АВУ

При взаимодействии цепей серии 200 цепь 202 переводится в состояние "Выключено" между вызовами или попытками вызова и не включается до тех пор, пока не будет включена цепь 203. Цепь 204 находится в состоянии "Включено" до тех пор, пока ООД не закончит использование АВУ, т.е. пока цепь 202 не перейдет в состояние "Выключено". Цепь 205 удерживается в состоянии "Выключено" после того, как цепь 204 перейдет в состояние "Включено".

Состояние цепей 206...209 не должно изменяться до тех пор, пока цепь 211 включена. Цепь 210 не может перейти в состояние "Включено" пока не будет выключена цепь 211. Цепь 211 не может перейти в состояние "Включено", пока цепь 210 находится в состоянии "Выключено" и пока ООД не выдаст требуемую кодовую комбинацию цифр. Цепь 211 не должна переходить в состояние "Выключено", пока цепь 210 не перейдет в то же состояние.

Физическая реализация. *Электрические параметры* стандартизованы для двух разновидностей реализации цепей стыка С2: на обычных неинтегрированных электронных компонентах; на интегральных схемах (стык С2-ИС). Для каждой разновидности существует несколько стандартов и рекомендаций.

Стандартизованные электрические параметры неинтегрированных цепей стыка С2 ориентированы на обеспечение скоростей передачи данных до 20 000 бит/с. Эквивалентная схема такой цепи не зависит от взаимного расположения генератора и нагрузки: генератор может помещаться в ООД, нагрузка в АПД, и наоборот. Направление передачи сигнала, указанное в определении каждой цепи, принимается от генератора к нагрузке. Общее сопротивление генератора (нагрузки) включает сопротивление со стороны генератора (нагрузки) до точки стыка. Эквивалентная схема соединения распространяется на цепи стыка категорий данных, управления и синхронизации.

Общее сопротивление нагрузки по постоянному току должно находиться в пределах 3...7 кОм. Напряжение на нагрузке при разомкнутой цепи U_n не должно превышать 2 В по абсолютному значению. Емкость конденсатора, шунтирующего сопротивление нагрузки и измеряемая в точке стыка, не должно превышать 2500 пФ. Во избежании появления пиков напряжения в целях обмена реактивная составляющая сопротивления нагрузки не должна быть индуктивной. Нагрузка в цепи должна быть рассчитана на работу с входным сигналом при определенных значениях напряжений.

Уровни сигналов стыка С2 должны удовлетворять следующим требованиям. Для всех цепей стыка категории "Данные" устанавливается, что сигнал находится в состоянии двоичной "1", когда напряжение U_1 в цепи стыка отрицательнее, чем - 3 В, и в состоянии двоичного "0", когда напряжение U_1 положительнее чем + 3 В.

Цепи управления и синхронизации находятся в состоянии "Включено" при напряжении U_1 более положительном, чем плюс 3 В, и в состоянии "Выключено" при напряжении U_1 отрицательнее чем - 3 В.

Диапазон напряжений между значениями плюс 3 и минус 3 В определяется как переходная зона. Для всех цепей необходимое время прохождения сигналом переходной зоны в ходе изменения состояния не должно быть более 1 с, для цепей данных и синхронизации это время может устанавливаться также из расчета не более 3 % номинальной длительности одного сигнального элемента в соответствующей цепи. Максимальное значение мгновенной скорости изменения напряжения не должно быть более 30 В за 1 мкс. Состояние сигнала в переходной зоне не определяется однозначно, за исключением следующей ситуации.

Цепи 105, 107, 108.1/108.2, 120, 202 и 213 (если они применяются) могут служить для обнаружения условий перерыва в электропитании в устройствах, соединенных через стык, или разрыва соединительного кабеля. При перерывах в электропитании общее сопротивление в каждой из цепей на стороне генератора должно быть более 300 Ом, когда измерительное напряжение по абсолютной величине не более 2 В по отношению к цепи 102. Нагрузка этих цепей должна

воспринимать условие перерыва в питании или разрыва соединительного кабеля стыка как состояние "Выключено".

Стык С2-ИС. Электрические параметры стыка С2-ИС стандартизованы отдельно для несимметричных и симметричных цепей. *Симметричная цепь* состоит из симметричного генератора, соединенного посредством симметричной соединительной пары с симметричным приемником, и предназначена для работы при скоростях передачи данных до 10 Мбит/с. Генератор и нагрузка могут помещаться в АПД или в ООД произвольно: генератор — в ООД, нагрузка — в АПД, или наоборот. Нагрузка в цепи состоит из приемника и необязательной схемы согласования. Цепь стыка может быть расширена до многоточечного соединения добавлением генераторов и/или приемников. Максимальная длина кабеля, соединяющего генератор и нагрузку, ограничивается в основном допустимыми искажениями сигналов на приемном конце, воздействием помех и разностью потенциалов заземленных точек передатчика и приемника. При выборе типа кабеля руководствуются: эмпирическими данными, полученными при использовании телефонной витой пары (с диаметром провода 0,51 мм) как со схемой согласования, так и без нее при нагрузочном сопротивлении 100 Ом; требованиями к качеству сигнала на нагрузке (затухание по напряжению между генератором и нагрузкой не должно превышать 6 дБ); произвольным ограничением длины до 1000 м при условии максимально допустимой потери мощности в 6 дБ.

Несимметричная цепь состоит из несимметричного генератора с приемником посредством соединительного провода, и предназначена для работы при скоростях передачи данных до 100 кбит/с.

Как и в симметричной цепи, генератор и нагрузка эквивалентной схемы могут помещаться в АПД или ООД произвольно. Все требования к нагрузке для несимметричных цепей те же, что и для симметричных. Несимметричная цепь стыка также может быть расширена для многоточечного соединения.

Основные характеристики симметричных и несимметричных цепей стыка приведены ниже:

<i>Характеристика</i>	<i>Симметричные цепи 1200 10</i>	<i>Несимметричные цепи 1200 0,1</i>
Максимальная длина линии, м		
Максимальная скорость, Мбит/с		
Уровень логических сигналов, В:		
лог.1	$\leq -0,3$	$\leq -0,3$
лог.0	$\leq 0,3$	≤ 0
Сопротивление согласования, Ом	≥ 75	≥ 75
Выходное сопротивление, Ом	< 100	< 50
Входное сопротивление, Ом	> 4000	> 4000
Время передачи бита, нс	> 200	> 1000

Электрические характеристики стыка С2-ИС допускают применение симметричных и несимметричных цепей в одном стыке. Например, симметричные цепи могут быть использованы в качестве цепей категории "Данные" и "Синхронизация", тогда как несимметричные цепи — в качестве категории "Управление".

Допускается соединение оборудования, использующего симметричные генераторы и приемники, с оборудованием, использующим несимметричные генераторы и приемники. При этом необходимо учитывать, что длина соединительного кабеля ограничена из-за характеристик несимметричных цепей и что в оборудовании,

используемом симметричные цепи, должно быть отключено согласующее сопротивление кабеля, если оно имеется.

Механические характеристики. В системах телеобработки данных, системах и сетях передачи данных наиболее широкое распространение получил 25-контактный соединитель, параметры которого стандартизованы МС 2110. Гнездо соединителя должно использоваться в АПД (УПС, АБУ) на стороне, соединенной с ООД. Вилка соединителя должна использоваться в ООД на стороне, соединяемой с АПД. Соответствие между контактами соединителя и номерами цепей стыка С2 для различных видов оборудования дано ниже:

Кон- такт	Модем звуковой полосы				
	асинхронный А V.21	Б V.23 V.26, V.26bis V.27, V.27bis V.27, V.29	синхронный В V.22, V.22bis	параллельный Г V.19, V.20 централь- ная станция	Д V.20 удален- ная станция
1	K ¹	K ¹	K ¹	K ¹	K ¹
2	103	103	103	5)	192-A
3	104	104	104	A13	A14
4	105	105	105	A2 ³	A2 ⁴
5	106	106	106	A3 ³	A3 ⁴
6	107	107	107	A4 ³	B1 ⁴
7	102	102	102	131	B2 ⁴
8	109	109	109	109	B3 ⁴
9	H	H	H112 ⁸	C1 ³	C1 ⁴
10	H	H	H	C2 ³	C2 ⁴
11	126	H	H126 ⁸	C3 ³	C3 ⁴
12	Б	122	122Б ⁹	C4 ³	192-B
13	Б	121	121Б ⁹	B1 ³	4)
14	Б	118	118Б ⁹	B2 ³	125-A
15	Б	114 ²	114	B3 ³	125-B
16	Б	119	119Б ⁹	B4 ³	105-A
17	Б	115 ²	115	191-A	105-B
18	141	141	141	191-B	129-A
19	Б	120	120Б ⁹	130	129-B
20	108*	108*	108*	105	119-A
21	140	140	140	125	119-B
22	125	125	125	108*	107-A
23	H	111	111	107	107-B
24	H	H	113 ¹	102	108-A*
25	142	142	142	124	108-B*
Электрические					
пара-					
метры					
	V.28	V.28	V.28	V.28 ⁶	V.31 ⁶

Кон- такт	Сети общего пользования			УПС ТГ		АБУ		
	Е X.20bis	И X.20bis	К X.20 ⁷	М Телекс	Н другие	О V.25	П Телекс C.16	
1	K ¹	K ¹	K ¹	K ¹	K ¹	K ¹	K ¹	
2	103	103	Т	103	103	211	211	
3	104	104	Р	104	104	205	205	
4	Б	105	Б	H202 ¹⁰	202	202		
5	106	106	Б	106		210	210	
6	107	107	Б	107		213	213	

7	102	102	Г	102		201	201
8	109	109	Б	109		Б	Б
9	Н	Н	Н	Н		Н	Н
10	Н	Н	Н	Н		Н	Н
11	Б	Н	Н	Н		Б	Б
12	Б	Б	Н	Б		Б	Б
13	Б	Б	Н	Б		204	204
14	Б	Б	Н	Б		206	206
15	Б	114	Н	Б		207	207
16	Б	Б	Н	Б		208	208
17	Б	115	Н	Б		209	209
18	141	141	Б	132	Б	Б	Б
19	Б	Б	Б	Б	Б	Б	Б
20	108	108	Б	108/2	Б	Б	Б
21	Н	Н	Б	Б	Б	Б	Б
22	1+25	125	Б	125	125	203	203
23	Н	Н	Б	Н	Н	Н	Н
24	Н	Б	Б	Н	Н	Н	Н
25	142	142	Б	Б	Б	Б	Б
Электрические							
параметры							
	V.28	V.28	V.28	V.28	V.28	V.28	V.28

П р и м е ч а н и е: Н — позиции, зарезервированные для национальных стандартов; Б — позиции, зарезервированные для будущих международных стандартов; * — 108/1 или 108/2; 1-контакт 1 должен быть электрически соединен с корпусом К оборудования; он может быть соединен, кроме того, с землей оборудования, если это предписано национальными стандартами; 2 — если синхронизация сигналов выполняется в УПС то контакт 15 должен быть использован для подключения цепи 114, а контакт 17 — для подключения цепи 115; 3 — позиции A1...A4, B1...B4 и C1...C4 используются для цеп принимаемых данных (цепи 104) в соответствии с распределением частот; 4 — позиции A1...A4, B1...B4 и C1...C4 используются для цепей передаваемых данных (цепи 103) в соответствии с разделением частот; контакт 13 используется в качестве общего обратного провода для всех цепей "передаваемые данные" (цепи 103); 5 — контакт 2 зарезервирован для национальных стандартов; когда цепь 110 находится в УПС, она использует контакт 2; 6 — электрические свойства цепей данной графы — по рекомендации V.31 МККТТ, за исключением цепи 192, соответствующей рекомендациям V.19 и V.20; 7 — функции перечисленных цепей соответствуют рекомендации X.24 МККТТ; 8 — относится только к рекомендации V.22bis; 9 — относится только к рекомендациям V.22bis; 10 — для УПС, работающих со встроенным автовызывным устройством; 11 — в некоторых странах контакт 24 используется для другой цели, например для цепи 116.

СТЫК СЗ

Цепи стыка СЗ между ООД и АПД, содержащей устройство защиты от ошибок (УЗО), при параллельном позначном вводе-выводе данных, а также цепи стыка по обе стороны промежуточного оборудования, которое может быть включено между ООД и АПД, соответствуют ГОСТ 18146-84. Стандарт применим к АПД симплексного, полудуплексного и дуплексного типов. Стандарт не распространяется на АПД, основанную на параллельном позначном способе передачи данных по каналам связи.

Часть III. ЗАРУБЕЖНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ

AT-bus

Системный интерфейс AT-bus является развитием XT-bus, использует в системной плате кроме основного соединителя 36-контактный двухрядный соединитель прямого непосредственного контактирования (в двух гнездах 36-контактные соединители отсутствуют). На системной плате устанавливаются модули расширения. Ряды контактов 62-контактного соединителя имеют обозначения А и В, а 36-контактного — С и D.

Общая организация. Сигналы на выводах интерфейса AT-bus приведены ниже:

<i>Вывод</i>	<i>Обозначение сигнала</i>	<i>Назначение</i>
Передачи данных		
A9 — A2	SD0 — SD7/SD8 — SD15	Младший/старший байт шины
A31 — A12	SA0 — SA19	Шина адреса
C8 — C2	LA17 — LA23	Старшие разряды шины адреса
B28	BALE	Строб адреса
C1	SBHE	Признак старшего байта
B12	SMEMR	Чтение из младшей области памяти
B11	SMEMW	Запись в младшую область памяти
C9/C1	MEMR/MEMW	Чтение-запись из/в память
B8	OWS	Признак отсутствия тактов ожидания
B14/B13	IOR/IOW	Чтение/запись в ПБВ
D1	MEM CS16	Признак передачи 16-разрядных данных из памяти с тактом ожидания
D2	I/O CS16	Признак передачи 16-разрядных данных из ПБВ с тактом ожидания
A1	I/O CHCK	Признак ошибки четности
A10	I/O CHRDY	Готовность устройства
Прерывания и управления ПДП		
B25 — B21	IRQ3-IRQ7	Запросы прерывания низкого приоритета
B4, D3...	IRQ9, IRQ10-IRQ12, IRQ15, IRQ14	Запросы прерывания высокого приоритета
D7	DRQ0 — DRQ3	Запросы ПДП высокого приоритета
D9, B18, B6, B16	DRQ5-DRQ7	Запрос ПДП низкого приоритета
D11, D13, D15	DACK0-DACK3	Подтверждение захвата высокого приоритета
D8, B17, B26, B15	DACK5-DACK7	Подтверждение захвата низкого приоритета
D0, D12, D16	MASTER	Удержание магистрали
D17	AEN	Разрешение адреса
A11	T/C	Конец передачи
B27		
Общего управления		
B30	OSC	Синхронизация
B20	CLK	Системный генератор
B2	RESET	Системный сброс

B19

Refresh

Регенерация динамической памяти

Питания

B3, B29,
D16

+ 5 V

Напряжение питания

B5

- 5 V

"

B9

+ 12 V

"

B7

- 12 V

"

B1, B10,

Общий

B31, D18

В режиме передачи данных при обращении к памяти или ПБВ шина адреса возбуждается во время действия stroba адреса и запоминается в адресном регистре модуля. Старшие (17-23) разряды адреса удерживаются во время всего цикла шины и не требуют запоминания в регистре.

Сигнал SBHE возбуждается при передаче данных в старшем байте (8...15 разряды) шины данных. Сигналы идентификации операции вырабатываются МП или каналом ПДП и идентифицируют соответствующую операцию обмена с памятью или с ПБВ. Сигналы устанавливаются при обращении ко всей памяти либо к младшей области емкостью 1 Мбайт.

Сигналы MEM CS16, I/O CS16 сообщают о том, что выбранный модуль памяти или ПБВ осуществляет цикл передачи 16-разрядных данных с одним тактом ожидания. Эти сигналы вырабатываются дешифратором (17-23) разрядов адреса. Сигнал OWS формируется дешифратором адреса выбранного устройства. При возникновении во время цикла передачи на магистрали ошибки четности устройства вырабатывается сигнал I/O CHCK.

Для работы с низкоскоростными устройствами используется сигнал готовности I/O CHRDY, блокируя который устройство переводит МП в состояние ожидания до тех пор, пока устройство не будет готово передавать информацию. Задержка выработки этого сигнала не превышает 2,5 мкс.

В режиме прерывания сигналы IRXX используются для передачи запросов прерывания от ПБВ к МП. При этом в группе высокого приоритета высший приоритет имеет сигнал IRQ9, а в группе низкого приоритета — сигнал IRQ3. Прерывание с приоритетом 13 применяется системной платой и не выводится на магистраль, прерывание с приоритетом 8 применяется для генератора реального времени.

В режиме управления ПДП сигналы DRQ0-DRQ7 и DACK0-DACK7 используются каналом ввода-вывода для получения ПДП или управления системой. Сигнал DRQ0 имеет высший приоритет. Сигнал DRQ4 используется системной платой и не выводится на магистраль. Сигнал T/C служит для сообщения о выполнении последнего цикла при передаче массива данных в режиме ПДП.

С помощью сигнала AEN микропроцессор или другое устройство сообщает каналу ПДП о том, что шины адреса данных и управления магистралью свободны и могут быть использованы для выполнения ПДП.

Сигнал MASTER используется для удержания каналом системной магистрали в режиме ПДП. Длительность этого сигнала не должна превышать 15 мкс, чтобы блокировка регенерации не привела к разрушению информации в динамическом режиме.

Сигналы общего управления CLC и OSC — это синхроимпульсы скважностью 2 и с частотой соответственно 6 и 14,31818 МГц. Сигнал RESET служит для сброса и инициализации системы после выключения питания. Сигнал Refresh вырабатывается микропроцессором для инициализации цикла генерации динамической памяти.

Сигналы на магистрали имеют уровни ТТЛ. В качестве приемников сигналов используются маломощные ТТЛШ.

П р и м е ч а н и е. На выводах A1-A3, B1-B31 основного соединителя имеются сигналы интерфейса XT-bus, на выводах C1-C18, D1-D18 второго соединителя, — дополнительные сигналы интерфейса AT-bus.

BITBUS

Общие сведения. Магистраль связи BITBUS представляет собой быстродействующую последовательную управляющую магистраль, предназначенную для построения иерархических систем. На магистрали один задатчик организует связь с несколькими исполнителями, которые могут включать в себя узлы ВВ или быть программируемыми контроллерами. Магистраль обеспечивает построение высокофункциональных недорогих систем. Это достигается существенным упрощением протокола и сокращением программных затрат.

Иерархическая модель может включать один или несколько уровней. Многоуровневая модель состоит из нескольких систем BITBUS. Интерфейс обеспечивает обмен сообщениями между задачами задатчика и исполнителей. Задачи в задатчике передают команды задачам в исполнителях, которые реагируют ответами. Такой уровень программно-аппаратного обеспечения позволяет скрыть от прикладных программ последовательный принцип передачи, что обеспечивает сравнительную простоту интерфейса.

Общая организация. Основным элементом интерфейса является узел. Узел может состоять либо из устройства и его расширителя либо из повторителя. Задатчик управляет всеми операциями на магистрали. В системе может быть только один задатчик. Он инициирует операцию посылкой сообщения, содержащего команду, исполнителю. Затем задатчик опрашивает исполнителя до тех пор, пока не получит ответного сообщения.

В обычном режиме каждая посылка от задатчика подтверждается адресуемым исполнителем. Если в данный момент ответ не готов, исполнитель передает подтверждение связи. Это освобождает задатчик для выполнения других операций, например посылки другого сообщения или опроса другого исполнителя.

Задатчик может быть размещен в одном узле или же его функция может передаваться другим узлам. Передача функции задатчика в системе осуществляется, как и при передаче эстафеты. Необходимо отметить, что передача функций задатчика через повторители невозможна.

Исполнитель в системе является отвечающим. В одной системе не может быть до 200 исполнителей. Исполнитель сам не может инициировать передачу. Он может только реагировать ответами на команды задатчика.

Расширитель является дополнительным процессором узла и позволяет строить недорогие узлы на основе одного процессора-расширителя и процессора для сопряжения с интерфейсом. При разделении задач, выполняемых на этих двух процессорах, процессор сопряжения может разгружать прикладной процессор, в то

время как прикладной процессор может передавать сообщения непосредственно по магистрали. Эта возможность может быть использована и для реализации шлюзов между несколькими системами, образующими многоуровневую иерархию.

Повторитель — это узел, используемый для регенерации сигналов магистрали. Повторители используются для увеличения длины магистрали или числа узлов внутри системы.

Режимы работы. Магистраль BITBUS может работать в одном из двух режимов: синхронном или с самосинхронизацией. *Синхронный режим* используется при сравнительно короткой магистрали. Он допускает включение до 28 узлов на длине 30 м при скорости передачи 500 Кбит/с ... 2,4 Мбит/с.

В синхронном режиме используется две дифференциальные сигнальные пары: для данных и для синхронизации данных. Данные изменяются по срезу сигнала синхронизации и проверяются по его фронту. Источник синхросигнала данных всегда находится в передающем узле.

Режим работы с самосинхронизацией позволяет работать на более длинные расстояния. Для этого режима существуют две стандартные скорости передачи: 62,5 и 375 Кбит/с. Магистраль может иметь сегменты длиной до 300 м при скорости 375 Кбит/с и до 1200 м при скорости 62,5 Кбит/с. В каждом сегменте может быть не более 28 узлов. При объединении сегментов с помощью повторителей в этом режиме допускается до 250 узлов на расстоянии несколько тысяч метров.

В режиме с самосинхронизацией используются две дифференциальные сигнальные пары: для данных и для управления приемопередатчиком. Данные передаются в коде без возврата к нулю с инверсией. Этот способ кодирования объединяет синхросигнал и данные в один сигнал. Сигнальные пары управления приемопередатчиком используются для управления приемопередатчиком повторителей. Если повторители не используются, то сигнальная пара управления приемопередатчиком может отсутствовать.

Логическая организация. Способы кодирования данных. В магистрали для двух режимов работы используются различные способы кодирования данных. В синхронном режиме логическое значение каждого бита определяется уровнем сигнала в центре интервала бита. Центром интервала бита считается фронт синхросигнала данных.

Кодирование данных в синхронном режиме должно предусматривать вставление/изъятие нулевого бита. Это необходимо для распознавания флагов ограничения (последовательность бит 01111110).

В режиме с самосинхронизацией используется стандартный код без возврата к нулю с инверсией и вставлением/изъятием нулевого бита. Такой способ кодирования объединяет последовательные данные и синхросигнал для передачи по одной сигнальной паре. Как в синхронном режиме, для обеспечения однозначности последовательности флага ограничения кадра используется способ вставления/изъятия нулевого бита.

Протокол канала данных магистрали является частью стандарта SDLC фирмы IBM. Задача протокола канала данных заключается в представлении сообщений в виде кадров и управления передачей кадров по каналу данных.

Состояние системы. Задатчик имеет всю информацию о своем состоянии и способен им управлять. Работа исполнителя не требует информации о состоянии задатчика, и поэтому информация о его состоянии не передается по магистрали. Состояние исполнителя в магистрали должно быть известно задатчику. Однако из-за

их физической разделенности задатчик не всегда может знать точное состояние исполнителя (например, в случае локальной установки в исходное состояние, снятия питания и т.п.). Чтобы иметь возможность скорректировать в задатчике состояние исполнителя, следует определить механизм передачи состояния магистрали. Задатчик использует этот механизм для поддержания сведений о последнем известном состоянии каждого исполнителя. Это состояние используется при следующей передаче и контролируется. Если оно неправильное, то предпринимаются соответствующие восстановительные действия.

Исполнитель всегда находится в одном из двух режимов: в нормальном разъединенном (НРР) или в нормальном ответном (НОР). Исполнитель входит в НРР после локальной установки в исходное состояние или когда он обнаруживает неисправимую ошибку протокола. В этом режиме исполнитель ожидает специальной команды от задатчика для перехода в НОР. Обмен сообщениями с задатчиком в этом режиме запрещен.

Исполнитель переходит в НОР только после специальной команды от задатчика. После этого исполнитель считается "засинхронизированным" с задатчиком, что означает совпадение счетчиков последовательности (они все устанавливаются в нуль). В этом режиме исполнитель может обмениваться сообщениями с задатчиками до тех пор, пока поддерживается "синхронность" (т.е. пока отсутствуют ошибки счета).

В режиме НОР счетчики последовательностей используются задатчиком и каждым исполнителем для гарантии того, что кадры не теряются и не дублируются. Счет кадров осуществляется с помощью двух пар 3-битовых счетчиков последовательностей. Каждый исполнитель имеет счетчики для подсчета последовательности принятых кадров (СчПр) и последовательности переданных кадров (СчПд). В задатчике имеется соответствующая пара счетчиков для каждого исполнителя, с которым он связывается. Исполнитель считается "засинхронизированным" с задатчиком, если в счетчиках есть определенные значения. Содержимое счетчиков последовательностей в задатчике информирует его о состоянии исполнителя.

Значение счетчика СчПр указывает на порядковый номер следующего ожидаемого сообщения. Счетчик СчПд, в свою очередь, указывает на порядковый номер следующего сообщения, ожидающего подтверждения. При каждой передаче в НОР эти числа включаются в сообщения и проверяются. В случае невозможной ошибки счета последовательности от задатчика требуется проведение повторной синхронизации с исполнителем путем перевода его в НРР с последующим переходом в НОР. В других случаях исполнитель может оставаться в НРР.

Формат кадра. Протокол канала данных отвечает за формирование кадров, передаваемых по магистрали. Все кадры используют следующий формат (в байтах): флаг (1), адрес (1), управление (1), информация, код циклического контроля (КЦК) (2), флаг (1). Каждое из полей состоит из одного или более байтов, причем младший бит передается первым. Поля флагов предназначены для организации кадра. Эти поля (одно в начале кадра, другое — в конце) содержат последовательность бит 01111110, гарантируемую вставлением/изъятием нулевого бита в других полях, необходимых во всех кадрах.

Поле адреса содержит адрес исполнителя, участвующего в передаче. Для передающего исполнителя это поле указывает задатчику на исполнитель-источник. Если данное поле не совпадает с адресом исполнителя, кадр игнорируется.

Поле управления используется для команд и обмена данными о состоянии и включает три класса операций: синхронизацию, управление и обмен сообщениями. Процедура синхронизации выполняется с помощью нумерованных кадров (с нумерованными полями управления). Для нумерованных кадров счет последовательности не ведется. После того, как задатчик засинхронизирован с исполнителем, в отсутствие сообщений необходим обмен информацией о состоянии с помощью супервизорных кадров (с супервизорными управляющими полями). Кадры этого типа используются задатчиком для опроса исполнителя, а исполнитель — для подтверждения приема правильного кадра от задатчика.

Информационные кадры (с информационными управляющими полями) применяются для передачи сообщений только после синхронизации, как и супервизорные. Помимо сообщения и его порядкового номера, информационные кадры несут ту же информацию о состоянии, что и супервизорные. Информационные кадры могут считаться обобщением супервизорных кадров.

Поле информации используется для передачи сообщений. Это поле необходимо в информационных кадрах, а в супервизорных и нумерованных кадрах отсутствует. *Поле КЦК* обеспечивает обнаружение ошибки в магистрали на самом низком уровне. Это поле содержит 16-разрядный код циклического контроля (КЦК). Передающий узел генерирует и передает это поле, а приемный проверяет его правильность. Приемный узел игнорирует поступающий кадр, если КЦК не совпадают. Код циклического контроля генерируется в соответствии со стандартным полиномом $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$.

Операции в магистрали выполняются с использованием трех типов поля управления: нумерованного, супервизорного, информационного.

В BITBUS используется *подсистема определенных управляющих полей*, в которых биты опроса и окончания всегда установлены. Это означает, что на кадры, посылаемые задатчиком, всегда ожидается ответ от адресуемого исполнителя (бит опроса установлен), а кадры, посылаемые исполнителем, всегда возвращают задатчику управление каналом (бит окончания установлен).

Для синхронизации могут использоваться две нумерованные команды (SNRM и DISC) и два нумерованных ответа (UA и FRMR). *Команда отказа от кадра* (FRMR) передается задатчику исполнителем, который обнаружил неправильное поле управления в кадре с правильными остальными полями. Эта команда используется для ответа на любой нумерованный кадр в режиме НОР, любой супервизорный или информационный кадр в режиме НРР, любое недопустимое управляющее поле или же в случае невозможности ошибки счета последовательности. При приеме этой команды задатчик инициирует повторную синхронизацию исполнителя. Ответ с помощью нумерованного подтверждения (UA) используется исполнителем для подтверждения приема правильной нумерованной команды в режиме НРР.

Команда разъединения (DISC) посылается задатчиком исполнителю для инициирования повторной синхронизации. По этой команде исполнитель переходит из НРР или остается в нем. Команда используется в тех случаях, когда он обнаруживает необходимость повторной синхронизации (например, после установки в исходное состояние, после невозможности ошибки счета и т.п.) или же ответ на команду FRMR от исполнителя. Если задатчик в ответ на DISC получает UA, он знает, что адресуемый исполнитель находится в НРР.

Команда установки нормального ответного режима (SNRM) посылается задатчиком для синхронизации исполнителя. Если исполнитель находится в HPP, то по этой команде он переходит в HOP, после чего может обмениваться сообщениями с задатчиком. Если исполнитель уже находится в HOP, то эта команда считается неправильной.

Супервизорные кадры используются в магистрали для передачи состояния. Эти кадры задатчик использует для опроса, а исполнители — для подтверждения приема правильного кадра от задатчика.

На магистрали выполняются две супервизорные операции: "приемник готов" (кадр RR) и "приемник не готов" (кадр RNR). Задатчик использует кадр RR для опроса исполнителя о наличии информационного кадра. Исполнитель использует кадр RR для подтверждения правильного приема (т.е. совпадение адреса, правильный КЦК и свободный буфер) предыдущего супервизорного или информационного кадра, если сообщение не подготовлено. Когда сообщение подготовлено, посылается информационный кадр, если только принятый кадр не был супервизорным типа RNR.

Супервизорный кадр NR используется для сообщения о том, что буфер в данный момент не готов к приему передаваемого кадра, правильность которого проверена. Задатчик использует кадр RR для опроса исполнителя только о состоянии канала данных. Исполнитель использует супервизорный кадр RNR для сообщения о том, что последний кадр был воспринят, однако для его запоминания в буфере нет места. В этом случае задатчик должен повторить кадр.

Оба кадра RR и RNR содержат значение счетчика (например, k) СчПр. Передачей k подтверждается прием $(k - 1)$ -го кадра (т.е. текущее k равно номеру следующего ожидаемого кадра). Приемник супервизорного кадра всегда сравнивает это значение со значением счетчика СчПр.

Протокол обмена сообщениями основан на структуре команда/ответ в условиях многозадачной работы. Каждая команда требует соответствующего ответа; ответы, однако, могут не передаваться в том же порядке, что и команды. Например если задатчик выдает команды А, В, С исполнителю, то ответы на них могут быть переданы в последовательности А, В, С, или В, С, А, или С, А, В и т.п. В соответствии с этим задатчику нужно лишь опросить исполнителя, если ему была передана одна или несколько команд. Такое состояние имеет место тогда, когда значения счетчиков СчПр и СчПд в данном исполнителе не совпадают, значит, ему нечем отвечать и нет необходимости его опрашивать. Такой алгоритм исключает ненужные опросы и повышает производительность системы.

Протокол канала данных предусматривает использование разрядных значений счетчика последовательностей. Это ограничивает число передаваемых сообщений любому из исполнителей до семи.

Протокол обмена сообщениями обеспечивает управление для маршрутизации команд и ответов. Такая возможность допускает использование локальных сообщений внутри узла с общим шлюзом. Кроме того, многоуровневые иерархические структуры легко реализуются при использовании одного и того же программного обеспечения и задатчика.

В протоколах обмена сообщениями предусматривается возможность появления нескольких источников ошибок. Примерами могут служить невозстановление ошибки протокола или отсутствие задач. Во всех случаях протокол обмена сообщениями обнаруживает ошибки и одинаковым образом обрабатывает их. Если ошибка

возникает при передаче команд, вся команда немедленно преобразуется в ответ и возвращается пославшей ее задаче. Ответ при этом будет идентичен команде, за исключением кода ошибки в поле ответа. Если ошибка обнаружена в ответе, то он просто отбрасывается (необходимо отметить, что это бывает очень редко, кроме случаев катастрофических ошибок, поскольку ответ повторяет путь команды). В любом случае вероятность невозврата ответа очень мала. Задача, передавшая команду, должна учитывать это, задавая время тайм-аута для восстановления ошибки. Необходимо отметить, что этот тайм-аут не связан с тайм-аутом в канале данных. Он определяется пользователем.

Формат сообщения. Структура сообщения унифицирована и реализуется в информационном поле информационных кадров. Все описываемые ниже поля, кроме поля данных, необходимы во всех сообщениях.

Поле длины сообщения определяет его полную длину; 8-битовое поле может иметь значения 7...255. Значение в этом поле равно числу байтов в поле данных плюс семь. Оно позволяет использовать в протоколе два байта для манипуляции над локальными сообщениями, например для управления буфером или очередью. Во всех реализациях должна обеспечиваться обработка поля данных минимум из 13 байт, что соответствует величине 20 в поле данных.

Поле типа сообщения (ТС) используется для определения сообщения как команды или как ответа. Задатчик всегда посылает команду, устанавливая этот бит в 0. Исполнитель всегда посылает ответ, устанавливая его в 1.

Поле расширения источника (РИ) указывает, является ли источником команды или приемником задатчик или его расширитель. Он равен 1 при указании на расширитель или 0 при указании на задатчик. Этот бит остается неизменным в команде и ответе на нее.

Поле расширения приемника (РП) указывает, является ли задатчик или его расширитель приемником команды или источником ответа.

Поле направления (НП) используется для управления сообщениями, что может потребоваться в некоторых реализациях. Этот бит должен гаситься при передаче сообщения и устанавливаться в 1 при приеме сообщения из магистральной. Четыре бита зарезервированы для возможных в будущем дополнений. Они должны гаситься при передаче сообщения, а при приеме их значения не гарантируются.

Поле адреса узла идентифицирует узел-приемник для команд и узел-источник для ответов. Это 8-битовое поле содержит то же значение, что и адресное поле в формате кадра канала данных.

Поле задачи-источника идентифицирует задачу, которая либо передала команду, либо должна принять ответ. Это 4-битовое поле допускает передачу команд от 16 задач.

Поле задачи-приемника идентифицирует задачу, которая либо должна принять команду, либо передала ответ. Это 4-битовое поле допускает прием команд 16 задачами.

Поле команда/ответ используется прикладной задачей (в обычных условиях) и протоколом обмена сообщениями (только для сообщения об ошибках).

Поле данных определяется содержимым командного поля. Минимум обеспечения протокола должен предусматривать обработку до 13 байт в этом поле. В конкретных реализациях оно может иметь длину до 248 байт с учетом того, чтобы более длинные

сообщения не посылались тем узлам, которые не могут их обработать. Это поле является единственным, которое может в сообщении отсутствовать.

Дистанционный доступ и управление (ДДУ). Интерфейс ДДУ определяет систему команд и ответ высокого уровня для выполнения универсальных операций в исполнителе. Интерфейс ДДУ основывается на стандартном протоколе обмена сообщениями с более подробным определением полей задачи-приемника, команды/ответа и данных.

В магистрали принято, что задача с кодом 0 является задачей ДДУ. Это делает ее легко обнаруживаемой и допускает одинаковую адресацию во всех реализациях. Если в исполнителе задачи ДДУ отсутствует, ее номер может быть использован для другой функции.

Поле команды ответа используется для идентификации команды ДДУ в командном сообщении и ответа ДДУ в ответном сообщении. Содержимое поля данных определяется командой ДДУ. Поле длины используется для указания точного числа байтов данных. Согласно протоколу предусматривается обработка минимум до 13 байт в этом поле.

Команды ДДУ приведены ниже:

<i>Команда</i>	<i>Код</i>
Установка исполнителя в исходное состояние	00H
Создание задачи	01H
Удаление задачи	02H
Вызов функциональных идентификаторов	03H
Защита ДДУ	04H
Чтение ПВВ	05H
Запись в ПВВ	06H
Запись в ПВВ с последующим чтением	07H
Чтение памяти	08H
Запись в память	09H
"ИЛИ" ПВВ	0AH
"И" ПВВ	0BH
"Исключающее ИЛИ" ПВВ	0CH
Чтение состояния	0DH
Запись состояния	0EH
Резерв	0FH...0BFH
Определяется пользователем	0C0H...0FFH

П р и м е ч а н и е: ПВВ — порт ввода-вывода.

Команды 00H...0BFH являются универсальными (15 команд определены, остальные — резервные). Коды команд не стандартизируются. В конкретных реализациях ДДУ могут выполняться все или часть этих команд. Единственное требование заключается в том, чтобы в конкретных реализациях на невыполняемые команды выдавался ответ с ошибкой, а все выполняемые универсальные команды соответствовали приведенным.

Команда "Создание задачи" используется для инициирования и пуска выполнения задачи в исполнителе. Эта команда считает, что создаваемая задача уже находится в памяти исполнителя. Команда является тем механизмом, который используется для информирования операционной системы исполнителя о том, что данная задача в памяти должна быть создана. Поле данных в этом командном сообщении содержит

адресный указатель (значение поля длины равно 7 плюс значение длины указателя) дескриптора задачи в памяти исполнителя. Значение поля длины указателя зависит от требований, предъявленных к исполнителю.

После успешного выполнения команды "Создание задачи" пославшая ее задача в задатчике получает ответное сообщение, содержащее 00Н в поле ответа и неизменное поле данных (т.е. возвращается адресный указатель).

Команда "Удаление задачи" выполняет функцию, обратную функции команды создания задачи. Она применяется для прекращения на неопределенное время выполнения задачи в исполнителе. Это позволяет повторно использовать номер удаляемой задачи (с помощью команды "Создание задачи").

Функциональные идентификаторы являются логическими и используются для обозначения данной задачи по ее функции, а не по физическому адресу. Концепция функциональных идентификаторов позволяет закрепить за функциями постоянные идентификаторы, даже если они перемещаются в новые физические адреса. По команде вызова функциональных идентификаторов исполнитель отвечает списком кадров функциональных идентификаторов задач, имеющихся в исполнителе.

Командное сообщение вызова функциональных идентификаторов содержит незначащее поле данных, равное по длине числу идентификаторов, которые нужно получить в ответ. Поле длины используется для указания числа байтов (значение поля длины равно числу байтов плюс 7). Получение незначащего поля данных позволяет выделить один буфер, достаточно большой для приема как командного сообщения, так и ответного.

После выполнения команды вызова функциональных идентификаторов пославшая ее задача в задатчике получает ответное сообщение, содержащее 00Н в поле ответа и коды идентификаторов в поле данных. Первый байт данных соответствует задаче 0, второй байт — задаче 1, и т.д. Число байтов данных, полученных в ответе, всегда равно числу посланных в командном сообщении.

Команда "Защита ДДУ" позволяет задаче в задатчике разрешать и запрещать функции дистанционного доступа в исполнителе. В случае запрета функция ДДУ в исполнителе может распознать только команды дистанционного управления. После установки в исходное состояние функция ДДУ разрешается.

Команда "Установка исполнителя в исходное состояние" иницирует установку адресного устройства в исходное состояние. Она является единственной командой, после выполнения которой не передается ответное сообщение.

Команды обращения к памяти позволяют пересылать блоки данных. По команде "Чтение памяти" исполнитель считывает заданное число байтов данных из своей локальной памяти и передает их в ответном сообщении. Конкретное число читаемых байтов определяется в поле длины командного сообщения. Поле данных содержит 16-битовый адресный указатель и n незначащих байтов, где n — число запрашиваемых байтов. По команде "Запись в память" исполнитель записывает n байтов данных в свою локальную память. Конкретное число записываемых байтов указывается в поле длины командного сообщения. Кроме байтов данных в поле данных содержится 16-байтный адресный указатель.

Команды ввода-вывода позволяют обращаться к 256 портам ввода-вывода в каждом исполнителе. Они включают "Чтение ПВВ", "Запись в ПВВ", "Запись с последующим чтением ПВВ", "ИЛИ" ПВВ, "И" ПВВ ввода-вывода" и "Исключающее "ИЛИ" ПВВ".

Команды логических операций обеспечивают операции установки, гашения и инверсии бита. В полях байтов данных этих команд содержатся маски. По этим командам исполнитель читает содержимое адресуемого ПБВ, выполняет заданную логическую операцию с маской в поле байта данных, записывает результат операции в порт и затем опять считывает его содержимое. Окончательное значение вводится в поле байта данных ответного сообщения.

С помощью *команд состояния* задатчик может обращаться к 256 байт памяти каждого исполнителя для создания общей структуры данных. По команде *"Чтение состояния"* исполнитель читает содержимое адресуемых ячеек памяти. Поля байтов данных в командном сообщении не определены. Они передаются лишь для упрощения выделения буфера. Поля байтов данных в ответном сообщении содержат данные, считанные из адресуемых ячеек. По команде *"Запись состояния"* исполнитель записывает поля байтов данных в адресуемые ячейки. Записываемые данные содержатся в полях байтов данных командного сообщения. Поля байтов данных в ответном сообщении остаются неизменными.

В общем случае на командные сообщения ДДУ должны передаваться ответные сообщения ДДУ. К тем случаям, когда ответное сообщение не передается, относятся успешно проведенная установка в исходное состояние и ошибочное выполнение операций. Если ответное сообщение не получено, то это указывает на одну из трех возможных ситуаций: ошибки нет, ошибка протокола обмена сообщениями или ошибка ДДУ.

Ошибки ДДУ генерируют ответное сообщение, аналогичное ответу на ошибки в протоколе обмена сообщениями. Ответным сообщением для ошибок ДДУ является командное сообщение, в котором вместо команды дается ответ на ошибку. Поле данных возвращается неизменным. Ошибки ДДУ перечислены ниже:

<i>Ответ</i>	<i>Код</i>
Нет задачи	80H
Переполнение задачи	8TH
Переполнение банка регистров	82H
Дубликат функционального индикатора	83H
Нет буфера	84H
ДДУ защищен	95
Неизвестная команда ДДУ	96H

Ответ "Нет задачи" генерируется на команду удаления задачи, если удаляемая задача отсутствует. Ответ *"Переполнение задачи"* генерируется на команду создания задачи, если исполнитель не может обеспечить выполнение еще одной задачи. Этот ответ указывает на то, что прежде, чем создать еще одну задачу, следует удалить другую.

Ответ "Переполнение банка регистров" генерируется на команду создания задачи, которая не может быть выполнена из-за отсутствия ресурсов в банке регистров. Ответ *"Дубликат функционального идентификатора"* генерируется на команду создания задачи, если она имеет тот же функциональный дескриптор, что и задача, принятая операционной системой.

Ответ "Нет буфера" генерируется на команду создания задачи, которая не может быть выполнена из-за отсутствия ресурсов памяти. Ответ *"ДДУ защищен"* генерируется на команду дистанционного доступа, если функция ДДУ запрещена.

Ответ "неизвестная команда ДДУ" генерируется на любую неопознанную команду ДДУ.

Физическая реализация. В магистрали BITBUS используются два типа соединителей: один для соединения печатной платы с кабелем и второй — для соединения кабеля с кабелем. Четыре контакта используются для двух дифференциальных сигнальных пар, четыре — для питания маломощных узлов и один — для высокоимпедансной "земли" (100 Ом относительно "земли") в соответствии с требованиями стандарта RS-485.

Соединитель для подключения к печатной плате представляет собой 10-контактный замковый соединитель штырь/гнездо с ограничением усилия. В нем можно монтировать как плоский кабель, так и отдельные провода. Соединитель кабель-кабель представляет собой 9-контактный соединитель типа D. Плата ввода-вывода имеет габаритные размеры 100x220 мм.

Передатчик магистрали удовлетворяет требованиям генератора в соответствии со стандартом RS-485: работает на согласующее сопротивление 60 Ом (120 Ом на каждом конце кабеля) и на 32 стандартные нагрузки. Кабели магистрали согласованы на обоих концах. Согласующие резисторы размещены на концевиках кабеля. Сопротивление каждого согласующего резистора 120 Ом или больше и соответствует характеристическому импедансу кабеля. Пара управления приемопередатчиком должна иметь в узле с приемником и резисторы смещения с сопротивлением $470 \text{ Ом} \pm 5 \%$ один из них подключен к линии $+5 \text{ В} \pm 5 \%$, а другой — к "земле".

Сигналы в линиях имеют фронт и срез 25...100 нс. В синхронном режиме период синхроимпульсов 417 нс...2 с. Минимальные длительности импульса и паузы 200 нс. Данные устанавливаются не менее чем за 80 нс до фронта данных синхроимпульсов и удерживаются не менее 120 нс.

В режиме с самосинхронизацией стабильность синхроимпульсов в приемнике и передатчике составляет $\pm 1 \%$ для обеих стандартных скоростей передачи (375 и 62,5 Кбит/с).

BSC

Протокол BSC, известный также как BISYNC, применяется для передачи данных между ЭВМ фирмы IBM, пакетными- и видеотерминалами. Механизмы, используемые в BSC для выполнения необходимых функций, описываются ниже.

Управление передачей данных. Формат блока, передаваемый в рамках BSC, следующий:

[SYN] [SYN] [SON] [Заголовок] [STX] [Поле данных]
[EXX или ETB] [BCC]

Заголовок необязателен. При наличии заголовка он начинается символом SON (начало заголовка) и заканчивается символом STX (начало текста). Содержимое заголовка определяется пользователем.

Адресация и опрос в многоточечных линиях осуществляются с помощью специальных управляющих сообщений, в которых не используется поле заголовка.

Поле данных, или текстовое поле, имеет переменную длину и может обеспечивать прозрачность (прозрачность) передачи. В таком прозрачном режиме поле данных

ограничивается парами символов DLE STX и DLE ETX (или DLE ETB). Последнее поле (концевик сообщения) содержит только контрольную сумму (BCC).

Обнаружение и исправление ошибок осуществляется с помощью продольного, поперечного и циклического контроля VRC/LRC, CRC-16 (EBCDIC) или CRC-12 (6-разрядный Transcode). При обнаружении ошибки запрашивается повторная передача блока.

Ошибки последовательности поступления блоков обнаруживаются с помощью различных сигналов подтверждения получения данных. Так, в ответ на четные и нечетные блоки сообщений посылаются соответственно подтверждения ACK0 и ACK1.

Кодирование информации. Протокол BSC для представления информации допускает использование трех типов кодов, включая ASCII. При этом некоторые комбинации разрядов зарезервированы для управляющих символов: STX (начало заголовка), ETS (начало текста), ITB (конец текста), ETB (промежуточный текстовый блок), EOT (последний блок в группе блоков), NAK (конец передачи), DLE (отрицательное подтверждение), SON (перевод линий в режим использования расширенного набора управляющих символов), ENQ (запрос запланированного сообщения от принимающей станции).

В протоколе BSC используются двухбайтовые последовательности: ACK0 и ACK1, WACK (блок принят без ошибок, приемник временно не готов к принятию следующих блоков), RVI (положительное подтверждение принятого блока и прерывание для изменения направления передачи в полудуплексной линии), TTD (временная задержка передачи или инициация аварийного завершения текущей).

Транспарентность информации. В прозрачном режиме начало текстового блока задается парой символов DLE STX. При этом любой передаваемый символ должен предваряться символом DLE. Для передачи данных, совпадающих по кодировке с DLE, необходимо передавать два DLE подряд. При этом один из них представляет пользовательскую информацию, а другой должен быть проигнорирован. Такая процедура называется байт-стаффингом.

Использование линии. Протокол BSC ориентирован на полудуплексную линию, что приводит к необходимости ее двукратного переключения при передаче блока данных и последовательности подтверждения. Этот протокол может быть использован в соединениях точка-точка и в многоточечных. Полудуплексный режим ограничивает коэффициент использования канала связи при обмене в соответствии с протоколом BSC, что существенно, в частности, для спутниковых каналов.

Синхронизация. Осуществляется при наличии перед любым блоком BSC двух (как минимум) символов SYN. В некоторых типах коммуникационных устройств выполняются автоматические вставка и удаление этих управляющих символов.

Зависимость от АПД. Первоначально протокол BSC был разработан для линий синхронной передачи данных, однако возможно его применение на асинхронных и параллельных линиях.

Начальная загрузка. В ЭВМ фирмы IBM стандартно не предусматривается выполнение начальной загрузки программ с помощью протокола BSC. Однако в сети ARPANET модифицированная версия BSC обеспечивает выполнение этой процедуры.

CAMAC

Система CAMAC (Computer Automated Measurement and Control — измерение и управление, автоматизированное с помощью ЭВМ), KAMAK в русской транскрипции, разработана и предложена комитетом ESONE, подготовившим подробные спецификации и выпустившие стандарты, которые приняты международными и многими национальными организациями по стандартизации:

<i>Краткое наименование стандарта</i>	<i>EUR</i>	<i>Обозначение IEEE</i>	<i>IEC</i>	<i>ГОСТ</i>
Модульная цифровая интерфейсная система CAMAK (KAMAK)	4100e	583	516	26.201-80**
Блочная передача данных	4100s*	683	45B-201	26.201-80
Интерфейс параллельной ветви. Крейт-контроллер типа A1	4600e	596	552	26.201.1-84
Последовательная магистраль. Крейт-контроллер типа A2	6100e	595	640	26.201.2-84
Многоконтрольный крейт. Дополнительные крейт-контроллеры	6500	675	729	27079-86 (СТ СЭВ)
Язык IML	IML/01	-	-	-
Бейсик реального времени	RTB/03	726	-	-
Подпрограммы	SR/01	758	713	-
Терминология	-	SH08482	678	-

Примечание. * — supplement (дополнение). ** Переиздан в виде ГОСТ 27080-86 (СТ СЭВ 4919-84).

Основные особенности системы CAMAC: модульный принцип построения; конструктивная однородность, обеспечиваемая использованием унифицированных конструкций, включая крейт для размещений функциональных модулей; магистральная структура информационных связей между функциональными блоками; применение принципов программного управления.

В системе CAMAC стандартизованы: конструктивные элементы, электрические сигналы и логика, терминология. Стандарт на электрические сигналы определяет напряжение питания, уровни логических сигналов и допустимые нагрузки на входе и выходе сменных блоков. Стандарт на логику нормализует функции сигналов, их временные зависимости и расположение на контактах соединителей.

Основным конструктивным элементом системы является крейт (каркас), который имеет следующие габаритные размеры (мм): ширина — внешняя 477, внутренняя 430; высота — внешняя 221,5, внутренняя 200; длина (глубина) — минимальная 360, рекомендуемая 525. Он содержит не более 25 станций с шагом установки сменных блоков 17,2 мм. На каждой станции имеются верхняя и нижняя направляющие для соответствующих полозьев сменного блока, розетка 86-контактного соединителя и отверстие с резьбой для фиксирующего винта сменного блока.

Функциональные блоки (модули) — сменные, устанавливаются в крейт. Каждый сменный блок занимает одну или несколько станций. Станция обеспечивает его прямое подключение к магистрали крейта. Сменный блок состоит из следующих

частей: задней и передней панелей с фиксирующими винтами; стяжек; верхних и нижних полозьев; вилки 86-контактного соединителя, являющейся обычно частью печатной платы или устанавливаемой на задней панели.

Для сменных блоков, занимающих более одной станции в крейте, допускается использование одного набора полозьев и более одной вилки. Контакты вилки расположены с шагом 2,54 мм с двух сторон печатной платы (по 43 контакта с каждой стороны).

Спецификации модульных приборов CAMAC и цифровой системы интерфейса имеются в нескольких стандартах IEC (МЭК).

IEC 516 — основной стандарт, определяет механическую конструкцию вставных блоков в крейте, установленном на шасси, и протокол системы сообщений через магистраль крейта (Dataway). Возможности системы по IEC 516 расширены в других перечисленных ниже публикациях МЭК.

IEC 552 — определяет параллельную магистраль ветви (Branch Highway), которая служит для передачи данных в системе, содержащей до семи крейтов CAMAC и локальные межсоединения.

IEC 640 — определяет последовательную магистраль (Serial Highway), используемую для конфигураций, содержащих до 62 крейтов CAMAC и распределенные соединения в условиях помех.

IEC 678 — определяет основные термины, формально описанные в вышеперечисленных стандартах IEC, а также дополнительные термины, используемые в различных стандартах на систему CAMAC, и прочно установившиеся термины общего употребления.

IEC 729 — определяет совместную работу в одном крейте многих контроллеров.

Основные специфические термины. *Крейт CAMAC* — блок или корпус для установки сменных блоков, включающий магистраль крейта и соответствующий требованиям IEC 516.

Совместимый (сборочный) крейт CAMAC — блок или корпус, соответствующий требованиям IEC 516 и магистрали крейта, но не соответствующий полным требованиям, предъявляемым к крейту CAMAC.

Комплектный крейт CAMAC — крейт и установленные в крейт (или совместимый крейт) CAMAC контроллер крейта и один или более модуль CAMAC, управляемые в соответствии с требованиями IEC 516.

Модуль — общий термин, относящийся к модулям CAMAC и NIM. Тип модуля уточняется в контексте.

Сменный блок — общий термин для модульных блоков, включая модули CAMAC и контроллеры крейта, устанавливаемые в крейтах CAMAC и соответствующие требованиям IEC 516.

CAMAC IEC 516

Общая организация. Магистраль крейта (МК) содержит шины сигналов питания. Шины сигналов подразделяются на сквозные и индивидуальные. Сквозные связывают одноименные контакты соединителей (розеток) всех рабочих станций (с 1-й по 24-ю), индивидуальные — один контакт соединителя рабочей станции с одним контактом соединителя управляющей станции (25-й). Управляющая станция

находится справа от всех рабочих станций. От нее по 24 радиальным линиям N и L идут связи к остальным 24 станциям.

Шины питания соединяют соответствующие контакты соединителей всех станций. Обратный провод питания (О В) связывает параллельно по два контакта на всех станциях.

Все команды отдает контроллер крейта (КК), который является единственным блоком, имеющим доступ к линиям N и L, он и определяет программу работы крейта. В операции (цикле) на магистрали крейта участвуют, как правило, контроллер (в качестве управляющего) и некоторый блок (в качестве управляемого). Выполняются *два вида операций*: командные (адресные) и безадресные. Во время безадресных операций команды не генерируются.

Синхронизирующие сигналы "Строб 1" (S1) и "Строб 2" (S2) последовательно генерируются во время командных операций. Сигнал S2 обязателен при безадресных операциях, однако, допускается и генерация сигнала S1.

Данные из модулей передаются по 24 линиям чтения R, а к модулю — по 24 линиям записи W. При операции чтения адресуемый модуль устанавливает сигналы данных на линии R, которые используются контроллером с момента прихода сигнала S1. При операциях записи адресуемый модуль принимает от контроллера данные с линий W во время прохождения сигнала S1.

Адресуемый модуль сообщает о возможности выполнения действия по требуемой команде с помощью сигнала X и о своем состоянии с помощью сигнала Q, которые принимаются контроллером во время прохождения сигнала S1.

Сигнал L, который должен генерироваться любым модулем, указывает контроллеру на требование обслужить модуль. Линии, по которым передаются сигналы, подается питание и осуществляются нестандартные соединения (названия линий и сигналов совпадают), даны ниже:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Шина "Команды"		
Номер станции	N	Выбор модуля
Субадрес	A1, A2, A4, A8	Выбор функционального узла в модуле
Код операции	F1,F2,F3,F8, F16	Определение кода операции (одной из 32), подлежащей исполнению в модуле
Шина "Синхронизация"		
Строб 1	S1	Управление первой фазой операции. Сигналы на магистрали крейта должны изменяться
Шина "Данные"		
Запись	W1,...W24	Занесение информации в модуль
Чтение	R1...R24	Извлечение информации из модуля
Шина "Состояние"		
Запрос на внимание	L	Требование на обслуживание
Занято	B	Указание о прохождении

Ответ	Q	операции на магистрали Указание о состоянии объектов, выбранных ко- мандой
Команда принята	X	Указание о готовности модуля выполнить действия, требуемые командой

Шина "Общее управление"

Пуск	Z	Приведение модуля в определенное состояние. Сопровождается сигналами S2 и В
Запрет	I	Запрещение определенных действий элементов, соединенных с шиной I, в присутствии сигнала на магистрали
Сброс	C	Очистка регистров. Сопровождается сигналами S2 и В

Обязательные шины питания

+ 24 В, + 6 В (пост.)	+ 24, + 6 - 6, - 24, 0	Подключение источников "-"
--------------------------	---------------------------	-------------------------------

Дополнительные шины питания

+ 200 В, + 12 В (пост.)	+ 200, + 12	Подключение слаботочных источников питания
12 В (пост.)	- 12	"-"
117 В (перем.)	ACL, ACN	"-"
"Чистая"	E	Для схем, требующих "чистую" землю
земля	Y1, Y2	Резервные

Шина "Нестандартные объединения"

Свободные сквозные линии	P1, P2	Для нерегламентируемых соединений
Индивидуальные дополнительные линии	P3...P5	"-"

Логическая организация. Команды разделяются на виды, как показано ниже:

Код операции F(k) Операция (команда)

F16 - F8 - 0

1	Чтение регистра группы 1*/2**
2	Чтение и сброс регистра группы 1
3	Чтение обратного кода регистра группы 2

F16 - 1; F8 - 0

16/17	Перезапись регистра группы 1/2
18/19	Селективная*** установка регистра группы 1/2

F - 0

8	Проверка запросов
9	Сброс регистра группы 1

10	Сброс запроса
11	Сброс регистра группы 2
23	Селективный сброс регистра группы 2
24	Запрещение
25	Исполнение
26	Разрешение
27	Проверка состояния

Вспомогательные

5, 7, 13, 15, 21,	Резервные
23, 29, 31	
4, 6, 12, 14, 20,	Не стандартизованы
22, 28, 30	

П р и м е ч а н и е. * — в регистр группы 1 заносятся данные; ** — регистр группы 2 используется для запоминания сигналов управления или данных; *** — некоторые разряды регистра установлены заранее с помощью регистра маски, содержащегося в модуле.

Основными командами являются адресуемые команды: $N(i) A(j) F(k)$, где $N(i)$ — номер станции, $1 \leq i \leq 23$; $A(j)$ — субадрес внутри модуля, $0 \leq j \leq 15$; $F(k)$ — код операции (функция), $0 \leq k \leq 31$.

Субадрес $A(i)$ и код операции $F(k)$ выдаются в двоичном параллельном коде на обшие для всех модулей шины. Коды операций подразделяются на три группы: стандартные, которым соответствуют определяемые стандартом действия в модулях и в контроллерах; резервные — для последующего расширения совокупности стандартных кодов; нестандартные, использование которых не регламентируется. Каждый код операции должен полностью декодироваться в модуле, т.е. используются все пять сигналов на линиях F.

Информация о состоянии объекта передается по линиям L, B, Q, X. Сигнал L может исходить от нескольких источников запроса в модуле. Модули, занимающие несколько станций, генерируют сигналы на соответствующих линиях L.

Индивидуальный сброс каждого источника запроса производится с помощью команд $F(10)$ "Сброс запроса" и $F(23)$ "Селективный сброс регистра группы 2". Все источники запроса должны одновременно сбрасываться сигналом Z "Пуск". Модуль, выработавший сигнал $L = 1$, не сбрасывает источники запросов до получения соответствующей команды или сигнала Z.

В модуле должны быть средства для проверки сигнала L с помощью операции $F(8)$ "Проверка запроса" по субадресу, отличающемуся от адресов, используемых при проверках требований от источников запросов.

Сигнал B применяется для блокировки различных модулей, способных конкурировать в использовании магистрали крейта. Сигнал $B=1$ должен генерироваться во время каждой командной операции на магистрали крейта одновременно с сигналом N, а также во время безадресных операций одновременно с сигналами Z, C.

Сигнал Q применяется контроллером по линии S1 от адресуемых модулей при операциях чтения и записи. Модули устанавливают сигнал Q до появления S1 и поддерживают его до появления S2 во время каждой командной операции. Сигнал Q генерируется модулем и при передачах блоков данных во время операций "Чтение" и "Запись": в режиме адресного сканирования ($Q = 1$ для всех субадресов, имеющих адресуемые регистры, и $Q = 0$ для первого субадреса, по которому нет такого

регистра); в режиме повторения ($Q = 1$, если регистр готов принять участие в передаче данных, и $Q = 0$ в противном случае); в стоп-режиме ($Q = 1$ во время передачи блока данных и $Q = 0$ при ее окончании); в других режимах, допускающих использование блоков передачи данных.

Сигнал X генерируется адресуемым модулем при распознавании команды, для выполнения которой имеются средства либо в самом модуле, либо во внешнем оборудовании. Сигнал $X = 0$ указывает на серьезный сбой: модуль отсутствует или не имеет питания; нарушены внешние соединения; модуль не предназначен для выполнения требуемых действий. В ответ на сигнал $X = 0$ контроллер обычно формирует запрос на прерывание ЭВМ.

Сигналы общего управления Z , C , I действуют на все станции крейта (Z — пуск всех блоков, C — сброс регистров данных, I — запрет обусловленных действий, например приема данных). Сигналы Z и C сопровождаются сигналами B и $S2$, однако допускается включение в эту последовательность сигнала $S1$. Сигнал I может генерироваться в любое время и приниматься каждым блоком, если не связан с операциями на магистрали крейта.

Сигнал Z используется при запуске системы и имеет абсолютный приоритет над другими. Блоки, генерирующие сигнал Z , должны также инициировать и последовательность, содержащую сигналы B , $S2$, $S1$.

Сигнал $I = 1$ запрещает работу всех элементов модуля, связанных с линией I . Все блоки, генерирующие сигнал I и способные поддерживать состояние $I = 1$, должны реагировать на сигнал $Z/S2$ генерированием и поддержанием состояния $I = 1$ до специального сброса.

Функциональная организация. Временные характеристики цикла магистрали устанавливаются контроллером, который определяет три интервала: 400 нс — начало цикла, когда команда NAF , сигнал B и данные (при записи) поступают на магистраль; генерация строб-сигналов $S1$ и $S2$ (200 нс); 100 нс — конец цикла, когда сигналы снимаются с магистрали.

Цикл полностью определяется контроллером, и отдельный модуль не может влиять на длительность цикла. Наименьшая длительность цикла 1 мкс, но допустимы циклы большей длительности.

В предельном случае последовательно идущих операций с одними и теми же командами могут полностью отсутствовать переходы между снятием и установлением сигналов NAF и W . Сигнал B может поддерживаться непрерывно.

Физическая реализация. Уровни сигналов на магистрали выбраны исходя из требований, обусловленных интегральными микросхемами типа ТТЛ, которые в настоящее время наиболее широко применяются в системе САМАС. Высокий уровень сигнала соответствует нулю, низкий — единице.

Сигналы с выходом всех сменных блоков должны поступать на шины магистрали через внутренние схемы ИЛИ. Каждая шина имеет индивидуальный источник тока смещения, чтобы восстанавливать сигнал лог.0 в отсутствие приложенного сигнала лог.1.

Фронты и срезы выходных сигналов на шинах магистрали крейта должно быть не менее 10 нс.

Уровни напряжений сигналов на магистрали крейта:

Сигнал	Лог.0	Лог.1
Принимаемый на входе, В	2,0...5,5	0...0,8
Принимаемый на выходе, В	3,5...5,5	0...0,5

Источники тока всех сквозных шин (кроме свободных), а также линий N и L должны находиться в контроллере. При этом допускается подключение в каждой линии N и L дополнительных блоков через коммутационные точки и вспомогательные соединители.

Минимальные токи (мА), отбираемые на линии контроллером (блоком), генерирующим сигналы (шина в состоянии лог.1):

N	64
L,Q,X,R	16
A,F,W,B,Z,I.S1,S2	1,6(25 - m),

где m — число станций, занимаемых блоком.

Обязательные шины питания. Максимальные токовые нагрузки (A) не должны превышать следующих значений:

	Блок	Крейт
+ 24 В	1	6
+ 6 В	2	25
- 6 В	2	25
- 24 В	1	6

Пропускаемый каждым контактом соединителя ток — не более 3 А. Рассеиваемая на каждой рабочей станции мощность не должна превышать 8 Вт в обычных условиях и 25 Вт — в особых.

САМАС IEC 552

Общие сведения. Интерфейс магистрали предназначен для организации многокрейтовых систем САМАС на основе параллельной магистрали с асинхронным обменом информацией. Стандарт IEC 552 (ГОСТ 26.201.1-84) устанавливает требования к составу линий и структуре интерфейса, электрическим сигналам и логике обмена информацией, которые обеспечивают совместимость крейтов КАМАК, содержащих сменные функциональные блоки и контроллер, с одним устройством управления МВ (далее драйвером ветви ДВ) и между собой, а также основные требования к унифицированному ветвевому контроллеру крейта (ВКК), обеспечивающему совместимость крейта с МВ.

Общая организация. Аппаратная часть интерфейса: ВКК для МВ; драйвер ветви (ДВ); устройства согласования (УС). Число ВКК, подключаемых к магистральному каналу и доступных при обмене информацией ДВ, не более семи. Обмен информацией осуществляется при последовательной передаче бит-параллельных слов с разрядностью слова не более 24 бит по двунаправленной шине данных МВ.

Подключение ВКК и ДВ к магистрали производится через 132-контактный соединитель (каждый контакт имеет определенное назначение), обеспечивающий подсоединение 65 сигнальных линий, 65 соответствующих им обратных линий и двух линий экрана кабеля.

В ВКК предусмотрено два режима работы: системный и автономный. В автономном режиме ВКК, оставаясь физически подключенным к магистральному каналу, не участвует в операциях ветви и не оказывает влияния на их прохождение. Драйвер ветви должен иметь средства для идентификации контроллеров, находящихся в системном режиме.

Операции, выполняемые на магистрали: командные и обработки требований. Во время командных операций ДВ генерирует команду, содержащую в общем случае адресную информацию для выбора одного или нескольких ВКК, данные (при записи) и информацию о функции, подлежащей исполнению. Каждый адресованный ВКК осуществляет прием команды с ВМ и генерирует соответствующую операцию на магистрали крейта по ГОСТ 26.201-80. При использовании команды чтения адресуемый модуль устанавливает на шине "Чтение" магистрали крейта данные, которые ретранслируются ВКК на шину данных МВ и принимаются ДВ. При исполнении команды записи ДВ генерирует на шину "Данные" МВ данные, которые ретранслируются ВКК на шину "Запись" магистрали крейта и принимаются адресуемым модулем. Во время других командных операций передача данных по магистральному каналу не производится.

Операция обработки требований выполняется для обслуживания ДВ запросов от модулей крейтов по сигналам L. Устанавливаются два способа требований: 1) без идентификации запросов — ДВ фиксирует сигнал "Запрос ветви", образованный КК объединением сигналов L от модулей; 2) с идентификацией запросов, ДВ инициирует (как правило, в ответ на получение им сигнала "Запрос ветви") установку на МВ сигнала "Сортировка запросов", адресованного всем КК, находящимся в системном режиме работы. При получении этого сигнала каждый ВКК должен сформировать из своих L — сигналов 24-разрядное слово запросов. Слова запросов от всех КК объединяются на шине "Данные" МВ и передаются в ДВ для идентификации 24 различных запросов от модулей.

Передача информации для всех видов операции на МВ осуществляется по принципу запрос-ответ с использованием специальных синхронизирующих сигналов, обеспечивающих автоматическое управление операцией с учетом реальных временных задержек в работе устройств системы. Запуск системы производится по единственному сигналу общего управления, поступающему на магистраль крейта через соединитель МВ.

Логическая организация. Шины, подводимые к определенным контактам соединителя МВ, используются в соответствии с данными, приводимыми ниже:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Шина "Команды"		
Адрес крейта Номер станции	BCR1...BCR7 BN1...BN16	Выбор крейта Кодирование номера станции для выбора модуля
Субадрес	BA1...BA8	Выбор функцио- нального узла в модуле
Функция	BF1...BF16	Определение функции, подлежащей исполне- нию в модуле

Шина "Данные"		
Чтение/запись	BRW1...BRW24	Передача и прием информации
Шина "Состояние"		
Ответ	BQ	Указывает состояние объектов, выбранных командой
Команда принята	BX	Указывает готовность модуля выполнить действия, указанные командой
Шина "Синхронизация"		
Синхронизация	ВТА	Указывает, что команда установлена. Каждый контроллер указывает, что данные установлены
Шина "Управление запросами"		
Запрос ветви	BD	Указывает о требовании на обслуживание
Сортировка запросов	BG	Инициирование операции обработки требований
Шина "Общее управление"		
Пуск	BZ	Запуск системы (приведение модулей в определенное состояние)
"Специальные"		
Резервные	BV6, BV7	Резервированы для будущего назначения
Свободные	BV1...BV5	Для нерегламентированных применений

Линии (сигналы) шин MB обозначаются с помощью префикса В, чтобы отличить их от соответствующих шин магистрали крейта.

Шина "Команды" используется для передачи сигналов команды, управляющих командными операциями. При исполнении командной операции сигнал на линии BG должен быть в состоянии лог.0.

Команда состоит из сигналов, генерируемых ДВ: "Адрес крейта" (на индивидуальных линиях) BCR; "Номер станции" (на пяти линиях) BN; "Субадрес" (на четырех линиях) BA; "Функция" (на пяти линиях) BF.

Сигналы "Адрес крейта" служат для адресации к каждому из семи ВКК при выполнении операции на линиях BCR_i (i = 1...7). Каждый КК имеет средства переключения адресных линий для выбора соответствующей линии BCR.

Порядок размещения крейтов на MB не обязательно должен совпадать с их адресами, соответствующими номерам подключений линий BCR. Драйвер ветви должен иметь возможность генерировать сигналы одновременно более чем на одной линии BCR с тем, чтобы передавать одинаковую команду нескольким крейтам. Не

допускается подсоединение более одного ВКК, находящегося в системном режиме работы, и одной и той же линии ВСР.

Сигналы на линиях ВN используются для передачи двоичного кода номера станции в адресуемом крейте (крейтах). Эти сигналы декодируются в ВКК. Назначение номеров станций следующее:

<i>Код</i>	<i>Назначение</i>	<i>Примечание</i>
N(1)...N(23)	Выбор рабочей станции	Обращение к рабочей станции, занимаемой контроллером, не требуется
N(24)	Выбор рабочих станций, указанных ранее	Обращение к рабочим станциям, номера которых указаны в содержимом регистра контроллера
N(26)	Выбор всех рабочих станций	Одновременное обращение ко всем рабочим станциям
N(28)	Выбор контроллера	-
N(30)	Выбор контроллера	Операция на магистрали крейта не выполняется
N(25,27,29,31)	Резервные	-

При исполнении командной операции сигналы на линиях ВА, ВF ретранслируются на линии А и F магистрали крейта адресуемым ВКК, находящимся в системном режиме работы.

Шина "данные" (линии "Чтение/запись" BRW) при исполнении командной операции чтения используется для передачи данных от адресуемых ВКК к ДВ, причем по линии BRW1 передается сигнал, соответствующий состоянию линии R1 магистрали крейта и т.д. При исполнении командной операции записи эти же 24 линии используются для передачи данных от ДВ к ВКК, причем состояние линии BRW1 передается на линию W1 магистрали крейта и т.д. При исполнении операции обработки требований линии шины "Данные" применяются для передачи ДВ информации о запросах от всех ВКК, находящихся в системном режиме работы.

Выдача сигналов на линии шины "данные" осуществляется только ДВ при исполнении командной операции записи адресуемыми ВКК, находящимися в системном режиме работы, при исполнении операции обработки требований и командной операции чтения.

Шина "состояние" (линии ВQ и ВХ). При исполнении командной операции, сопровождаемой операцией на магистрали крейта, каждый адресованный ВКК, находящийся в системном режиме, должен генерировать на линии ВQ сигнал "Ответ" (ВQ), соответствующий сигналу Q на магистрали крейта ($BQ = Q$). При исполнении командной операции, не сопровождаемой операцией на магистрали крейта, адресованный контроллер, находящийся в системном режиме работы, должен генерировать сигнал ВQ, соответствующий состоянию его функциональных элементов. Во всех других случаях, кроме указанных выше КК, должны генерировать сигнал $BQ = 0$. Сигнал "Ответ", принимаемый ДВ по линии ВQ, является логической суммой сигналов "Ответ" от всех ВКК.

При исполнении командой операции, сопровождаемой операцией на магистрали крейта, каждый адресуемый ВКК, находящийся в системном режиме работы, должен генерировать на линии ВХ сигнал "Команда принята" (ВХ), соответствующий сигналу X на магистрали крейта. При исполнении всех других командных операций ВКК должен генерировать сигнал $BX = 1$, если команда им принята, и сигнал $BX = 0$,

если команда им не принята. Сигнал "Команда принята", принимаемый ДВ по линии ВХ, является логической суммой сигналов "Команда принята" от всех КК.

В ВКК и ДВ, имеющих средства для контроля ответных сигналов Х и ВХ, должен быть предусмотрен режим функционирования, в котором игнорируется отсутствие сигналов Х и ВХ ($X = 0$ или $VX = 0$). Этим обеспечивается нормальная (без автоматических аварийных прерываний) работа системы, в состав которой могут входить модули, не обеспеченные средствами генерирования сигналов Х и ВХ.

При передаче блоков данных в режиме адресного сканирования наличие комбинаций $Q = 0$, $X = 0$ также не должно приводить к автоматическому аварийному прерыванию в системе.

При исполнении операции обработки требований с идентификацией запросов сигнал ВХ, получаемый ДВ в ответ на сигнал ВG, не регламентируется.

Шина "Синхронизация" (линии ВТА, ВТВ_i). Управление передачей информации по МВ при исполнении командных операций и операций обработки требований осуществляется с помощью синхронизирующих сигналов по одной общей линии ВТА и по семи индивидуальным линиям ВТВ .

Драйвер ветви инициирует операции на МВ на общей линии ВТА, а каждый адресуемый ВКК в ответ устанавливает сигнал на одной из семи подключенных линий ВТВ_i. Номер линии ВТВ_i соответствует номеру линии ВСR_i, посредством которой выбирается КК. Контроллер крейта, находящийся в системном режиме работы, должен генерировать сигнал ВТВ_i = 1, если к нему нет обращений по адресу линии ВСR_i.

Драйвер ветви должен генерировать сигнал ВТА = 1 для указания на то, что им на МВ установлены сигналы команды или сортировки запросов. Сигнал ВТА = 1 должен поддерживаться до тех пор, пока ДВ не примет ответную информацию о том, что сигналы на линиях ВRВ или ВQ установлены. При выполнении операций на МВ каждый ВКК должен генерировать сигнал ВТВ_i = 0, когда он установит сигналы на шину данных ВRВ или на линию ВQ.

Синхронизирующие сигналы с выходов ДВ или ВКК поступают на соответствующие линии МВ через внутренние схемы ИЛИ и имеют 10...90 % времени нарастания: 100 ± 50 нс.

Шина "Управление запросами" (линии ВD и ВG). Каждый ВКК должен иметь возможность генерировать сигнал запроса на обслуживание при наличии сигналов L на магистрали крейта. Сигнал запроса на обслуживание формируется как некая логическая функция сигналов и через внутреннее соединение ИЛИ поступает на общую линию МВ.

Сигнал ВD может генерироваться в любое время и должен иметь 10...90 % времени нарастания: 100 ± 50 мс.

Задержка между моментом, когда сигнал L по управляющей станции ВКК достигает установившегося состояния "1" или "0", и моментом, когда сигнал ВD на соединителе МВ того же самого контроллера крейта достигает соответствующего установившегося состояния "1" или "0", не должно превышать 400 нс.

Драйвер ветви инициирует операцию обработки требований с идентификацией запросов, генерируя сигнал "Сортировка запросов" по линии ВG и адресные сигналы по линиям ВСR ко всем крейтам, находящимся в системном режиме работы. Каждый адресуемый ВКК при получении сигнала ВG генерирует 24-битовое слово запросов на

шину "Данные" МВ. Драйвер ветви принимает логическую сумму слов запросов от всех ВКК.

В каждом крейте сигналы L от модулей могут быть подвергнуты сортировке для того, чтобы связать необходимые запросы с состоянием тех или иных битов слова запросов.

Шина "Общее управление" (линия ВZ). Сигнал "Пуск" (ВZ) генерируется ДВ, используется при запуске многокрейтовой системы и должен иметь абсолютный приоритет над всеми другими сигналами на МВ. Синхронизирующие сигналы ВТА и ВТВ совместно с сигналом ВZ не используются. Длительность сигнала ВZ не менее 10 мкс. Драйвер ветви не должен инициировать командные операции или операций обработки требований в течение 5 мкс после снятия сигнала ВZ. При получении по линии ВZ сигнала с длительностью не менее 3 ± 1 мкс ВКК инициирует генерацию сигнала Z на магистрали крейта вместе с последовательностью сигналов В и S2. Допускается включение в эту последовательность сигнала S1. Все ВКК для МВ должны включать средства генерирования сигналов С и I на магистрали крейта.

Функциональная организация. Обмен информацией по шинам МВ организуется в виде операций на МВ. Управление последовательностью действий во время каждой операции осуществляется с помощью сигналов синхронизации ВТА и ВТВ1...ВТВ7. Каждая операция на МВ разделяется на четыре фазы. Последовательность действий во время выполнения операций на МВ и на магистрали адресуемого крейта приведена ниже:

ДВ

ВКК

Фаза 1

Установление номера ВКК
(и данных записи)
Задержка сигналов для
установления их уровня

Фаза 2

Перевод сигнала ВТА из
лог.0 в лог.1
Ожидание сигнала ВТВ_i = 0
от всех адресуемых ВКК

Инициирование операции на МК

Установление сигналов ВQ и ВХ
(и данных чтения на МВ или
данных записи на МК)
Перевод сигнала ВТВ из лог.1 в лог.0

Фаза 3

Задержка сигналов для
установления их уровня
Прием сигналов ВQ и ВХ
(и данных чтения)

Фаза 4

Перевод сигнала из лог.1
в лог.0
Ожидание сигнала ВТВ_i = 1
от всех адресуемых ВКК

Завершение операции на МК

Снятие сигналов ВQ и ВХ (и
данных чтения) с МВ
Перевод сигнала ВТВ_i из лог.0 в
лог.1

Для унифицированного ВКК временные соотношения между сигналами синхронизации S1, S2 и ВТА, ВТВ на магистрали крейта удовлетворяют соответствующим требованиям. При выполнении *командной операции* может иметь место адресация к одному или нескольким крейтам.

Операция чтения имеет следующую последовательность действий. В течение фазы 1 на шине "Команды" ДВ устанавливает сигналы BCR, BN, BA, BF и после задержки на время установления уровней сигналов генерирует сигнал ВТА = 1, что инициирует фазу 2 операции чтения. В течение фазы 2 каждый адресуемый ВКК, получив сигнал ВТА = 1, должен выполнять действия, связанные с проведением на магистрали крейта командной операции чтения или с чтением его регистров. При завершении фазы 2 ВКК должен выставить сигналы на линиях BRW, BQ и BX и затем сгенерировать сигнал ВТВі = 0. Драйвер ветви инициирует фазу 3 после получения от всех адресуемых ВКК последнего из сигналов ВТВі = 0.

При выполнении фазы 3 после задержки, необходимой для установления уровней сигналов, ДВ должен провести действия, связанные с приемом информации с линий BRW, BQ и BX. После приема этой информации ДВ генерирует сигнал ВТА = 0, чем инициируется фаза 4 операции чтения.

В течение фазы 4 каждый адресуемый ВКК, получив сигнал ВТА = 0, должен выполнить действия, необходимые для завершения командной операции на своей магистрали крейта и снятия сигналов. Для унифицированных ВКК сигналы BRW, BQ и BX должны быть сняты позже момента окончания операции на магистрали крейта. Для неунифицированных ВКК допускается снятие сигналов BRW и BQ в течение 400 мс после окончания операции на магистрали крейта. После снятия всех сигналов с линий BRW, BQ и BX, а также сигналов с линий В и N магистрали крейта ВКК генерирует сигнал ВТВі = 1.

Драйвер ветви заканчивает фазу 4 операции чтения и может снять сигналы команды после получения сигнала ВТВі = 1 от всех адресуемых крейтов. Фаза 1 следующей командной операции или операции обработки требований может быть начата сразу после фазы 4.

Операция записи выполняется аналогично операции чтения, с тем отличием, что сигналы данных записи генерируются ДВ в момент установления и поддерживаются в течение всего времени действия сигналов команды.

Командные операции управления. При выполнении командных операций с кодами функций F(8)...F(15) и F(24)... F(31) информация по линиям "Чтение" и "Запись" магистрали крейта не передается. По линии BQ магистрали ветви в ответ на любую из этих команд может передаваться информация о состоянии модуля. Изменение сигнала BQ как следствие сигнала Q допускается в любое время.

Операции обработки требований. Последовательность действий во время этой операции следующая:

ДВ

ВКК
Фаза 1

Установка сигналов BG BCR
для всех системных ВКК
Задержка для установки
уровней сигналов

-
-
Фаза 2

Перевод ВТА из лог.0 в лог.1

Установка сигналов GL
на MB

Ожидание сигнала ВТВі=0
от всех адресуемых ВКК

Перевод сигнала ВТВ из лог.1 в лог.0

Фаза 3

Задержка для установления
уровня сигналов
Прием сигналов GL

-

-

Фаза 4

Перевод сигнала ВТА из лог.1
в лог.0

Снятие сигналов GL

Ожидание сигнала ВТВ_i=1
от всех адресуемых ВКК

Перевод сигнала ВТВ из лог.0 в лог.1

Драйвер ветви устанавливает сигнал $BCR_i = 0$ на линиях, соответствующих ВКК, которые отсутствуют и находятся в автономном режиме работы, и сигнал $BCR_i = 1$ на линиях, соответствующих ВКК, которые находятся в системном режиме. Сигналы BCR сопровождаются сигналом BG = 1. После установления сигналов BCR и BQ драйвер ветви генерирует сигнал ВТА = 1. Сигналы на шинах "Команды" в данной операции не используются и игнорируются ВКК.

При получении сигналов BQ, BCR_i и ВТА каждый КК, находящийся в системном режиме работы, должен выставить на линию BRW через внутренние выходы ИЛИ свое слово запросов. Генерирование сигналов В, S1 или S2 на магистрали крейта при этом не производится.

Формирование слова запросов из сигналов магистрали крейта не обязательно должно производиться в КК. Для этой цели в крейте может быть использован функциональный модуль "Сортировщик запросов", подключаемый к КК через специальный разъем, как это предусмотрено для унифицированного КК.

Каждый адресуемый КК генерирует сигнал ВТВ_i=0 после установки своего слова запросов на линии BRW. Драйвер ветви после получения последнего из сигналов ВТВ_i = 0 от всех адресуемых КК и после задержки, необходимой для установления уровней сигналов, производит действия, связанные с приемом слова запросов с линии BRW и затем генерирует сигнал ВТА = 0. Каждый адресуемый КК, получив ВТА = 0, снимает слово запросов с линии BRW, и генерирует сигнал ВТВ_i = 1. Драйвер ветви заканчивает операцию обработки требований и снимает сигналы ВС и BCR после получения сигналов ВТВ_i=1 от всех адресуемых КК.

Идентификация режима работы контроллеров крейтов. В период между окончанием фазы 4 некоторой операции на МВ и началом фазы следующей операции ДВ может идентифицировать режимы работы ВКК по сигналам на линиях ВТВ: ВТВ_i = 1 - поступает от ВКК, находящихся в системном режиме работы; ВТВ_i = 0 — поступает от ВКК, находящихся в автономном режиме работы, указывает на отсутствующие крейты. Драйвер ветви должен использовать возможность такой идентификации непосредственно перед выполнением каждой операции обработки требований для того, чтобы установить сигналы $BCR_i=1$ на всех адресных линиях, соответствующих ВКК, которые находятся в системном режиме работы, т.е. ДВ должен генерировать сигналы $BCR_i = 1$, если ВТВ_i = 1.

Физическая реализация. Магистральный соединитель. Для подключения устройств к МВ должен использоваться 132-контактный соединитель. Розетка соединителя, устанавливаемая на ДВ, ВКК и УС, должна иметь 132 гнезда, вилка соединителя, закрепляемая на кабеле, — 132 штырька. Распределение линий МВ относительно контактов соединителя показано ниже:

<i>Сигнальный контакт</i>	<i>Обратный контакт</i>	<i>Обозначение линии (сигнала)</i>	<i>Наименование линии (сигнала)</i>
32...35, 67...69	13...16 17...52	BCR1...BCR4, BCR5...BCR7	Адрес крейта
36...40	17...21	BN1...BN16	Адрес станции
41,23...25	1...4	BA1...BA8	Субадрес
70...74	53...57	BF1...BF16	Код функции
93...110,112, 114...130	76...91,113, 115...131	BRW1...BRW16 BR17...BRW24	Линии чтения/записи
61	44	BQ	Ответ
63	46	BT A	Синхронизация
31,11,58,132, 132,123,120	10,12,22, 92,102, 101,122	BTB1...BTB4, BTB5...BTB7	
121			
60,59	43,42	BD, BG	Запрос сортировки
62	45	BZ	Пуск
26...29,39, 64; 65	5...9,47, 48	BV1...BV5, BV6, BV7	Свободные линии
66	49	BX	Команда принята
111	75	BSC	Экран кабеля

На передней панели каждого ВКК устанавливается не менее двух розеток соединителя. В контроллере обеспечивается соединение одноименных контактов розеток для образования непрерывных линий распространения сигналов МВ. Розетки ориентируются при установке таким образом, чтобы контакт 1 у расположенного вверху соединителя был сверху, а у расположенного внизу соединителя — снизу.

На ДВ устанавливается по крайней мере одна розетка соединителя, если он включает устройства согласования линий МВ, и не менее двух розеток, если такие устройства в ДВ не содержатся.

Характеристики сигналов на магистральных соединителях всех устройств, подключенных к МВ, должны соответствовать приведенным ниже:

<i>Характеристика</i>	<i>Логическое состояние</i>	<i>Абсолютный предел</i>	<i>Номинальное значение</i>
Входы			
Диапазон напряжений, принимаемых блоком, В	0; 1	2,4...5,5	-
Максимальная токовая нагрузка, создаваемая блоком, мА	0; 1	0...1,2 $\pm 0,3$; $\pm 1,6$	$\pm 0,3$
Выходы			
Напряжения, генериру- емые блоком, В	1	0...0,5	0...0,3
Минимальная токовая способность, мА	1	127	133
Устройства согласования			
Напряжение разомкну- той цепи, В	0	+ 4,5	+ 4,1
Ток при коротком замыкании, мА	1	50	-
Оконечное сопротив- ление, Ом	-	-	100

Магистраль ветви должна иметь характеристики, аналогичные характеристикам кабеля из крученной пары с волновым сопротивлением не менее 70 Ом.

Ток нагрузки — это суммарный ток, подаваемый устройством в сигнальную линию МВ (с учетом других выходных схем, подключенных к той же линии). К каждой сигнальной линии разрешается подключать не более восьми устройств. Все устройства, которые передают сигналы на МВ, должны быть источниками, позволяющими объединять свои выходы по схеме "монтажное ИЛИ".

Устройства согласования. Все 65 сигнальных линий должны быть согласованы на одном конце МВ с помощью схем, обеспечивающих ток смещения для восстановления на линии лог.0 и нагрузку для ограничения эффектов отражения сигналов. Все обратные линии и линии, подключенные к экрану кабеля, должны заземляться в УС. Ток, отдаваемый каждой согласующей схемой в линию МВ, находящуюся в состоянии лог.1, не должен превышать ток короткого замыкания, приведенный выше.

Рекомендуется согласовывать все 65 сигнальных линий на обоих концах МВ, а также предусматривать выполнение УС в виде отдельного модуля, который может устанавливаться на любом конце МВ и подсоединяться к ней через второй магистральный соединитель последнего ВКК или ДВ.

Унифицированный контроллер крейта типа ВКК-А1. Соответствует требованиям стандарта IEC 552: не имеет особенностей в аппаратных средствах или программном обеспечении, оказывающих влияние на его взаимозаменяемость с любым другим унифицированным ВКК-А1, а также ВКК, выполняемым по требованиям ГОСТ.201-84 в части общих характеристик. Рекомендуется, чтобы унифицированные ВКК занимали управляющую станцию и не более одной рабочей станции.

На передней панели ВКК размещаются две розетки магистрального соединения устройства индикации выбранного адреса крейта (от 1 до 7), переключатель системного и автономного режимов работы, коаксиальный разъем ввода на МК сигнала "Запрет", две кнопки для выдачи вручную на МК сигналов "Пуск" и "Сброс". На задней панели ВКК предусмотрен соединитель для дополнительного функционального модуля "Сортировщик запросов" (СЗ — соединитель).

Условия при автономном режиме работы и отключенном питании: КК, находящийся в автономном режиме работы и получающий нормальное питание, не должен генерировать лог.1 на линии МВ. Рекомендуется, чтобы КК, находящийся в автономном режиме с отключенным питанием, не оказывал влияния на выполнение операций на МВ.

САМАС. IEC 640

Общие сведения. Интерфейс последовательной магистрали (ПМ) предназначен для организации многокрейтовых пространственно распределенных систем САМАС, в которых используется побайтно- или пораздельно-последовательный синхронный обмен информацией по однонаправленной замкнутой линии передачи. В стандарте на интерфейс IEC 640 (ГОСТ 26.201.2-84) установлены требования к его структуре, логике обмена информацией, форматам сообщений и электрическим сигналам.

обеспечивающим совместимость крейтов, содержащих последовательный контроллер крейта (ПКК), с драйвером последовательной магистрали (ДПМ) и между собой. В стандарте установлены требования к унифицированному ПКК типа L2, обеспечивающему совместимость с ПМ и взаимозаменяемость ПКК.

Логическая организация. Объединение унифицированных ПКК с ДПМ и между собой осуществляется посредством ПМ, начинающейся на выходном разъеме ДПМ, проходящей последовательно через каждый ПКК и оканчивающейся на выходном разъеме ДПМ. Число программно-управляемых ДПМ не более 62. Подсоединение ПКК к ПМ производится не в строгом соответствии с предписанными им адресами.

Интерфейс ПМ должен обеспечивать подключение к ДПМ унифицированных ПКК типа L2 и ПКК с расширенными возможностями устройств, выполненных не в конструктивах САМАС, но использующих ПМ.

Допускается использование в ПМ средств обхода устройств и отключения частей линий передачи информации вместе с подсоединенными к ним устройствами.

Сообщение. Все сообщения, передаваемые по ПМ, состоят из последовательности 8-разрядных байтов. Разряды 1...6 каждого байта образуют информационное поле байта, разряд 7 используется для разграничения (идентификации) первого и последнего байтов сообщения, разряд 8 — это бит нечетности байта (для лог.1). Биты нумеруются справа налево. Бит 1 соответствует меньшему значащему биту (МЗБ), бит 8 — большему значащему биту (БЗБ).

Формат сообщений приведен ниже:

8	7	6	5	4	3	2	1
	0	Адрес (заглавный байт)					
	0	Текст					
		Длина текста переменная					
	0	Текст					
	1	Разграничительный байт					

Каждое сообщение начинается с заглавного байта, содержащего адрес устройства, в частности адрес крейта для ПКК, в сообщениях от ДПМ он содержит адрес принимающего ПКК. В сообщениях для ДПМ заглавный байт содержит адрес источника сообщения. Длина и содержание сообщения, заключенного между заглавным и разграничительным байтами, определяются типом сообщения и спецификой устройств.

Передача байтов. Передача байтов производится в одном из двух режимов: поразрядно-последовательном с использованием одного сигнала данных и сопровождающего его битового сигнала (каждый байт передается, начиная с 1-го разряда); побайтно-последовательном с использованием восьми сигналов данных и сопровождающего их байтового тактового сигнала. Структура сообщений и протокол обмена информацией одинаковы для обоих режимов:

Следующий байтовый кадр	Возможная пауза	10-разрядный байтовый кадр	Возможная пауза	Предыдущий байтовый кадр
0	1 1 1 1	1 БЗБ МЗБ	0 1 1 1 1	1
Стоповый бит		Стартовый бит	Стоповый бит	Стартовый бит

Прием и передача байтов устройствами синхронизируются сопровождающими байтовыми тактовыми сигналами, выделяемыми с помощью стартового и стокового битов в поразрядно-последовательном режиме передачи. В течение каждого байтового периода, выделяемого байтовыми тактовыми сигналами, каждое устройство принимает и передает по одному байту информации, содержание которых может при этом различаться.

Системные тактовые сигналы. Битовые и байтовые тактовые сигналы генерируются обычно ДПМ и ретранслируются каждым ПКК, подсоединенным к ПМ. Частота следования тактовых сигналов одинакова и не превышает 5 МГц.

Соединение с ПМ. Подсоединяемые к ПМ устройства имеют два разъема: входной и выходной, обозначаемые как D-разъемы. Секции линии передачи ПМ между выходным D-разъемом одного устройства и входным разъемом другого устройства должны быть образованы кабелем из витых пар проводника с волновым сопротивлением 100 Ом. Каждый из сигналов данных и тактовый сигнал должны передаваться отдельной парой проводников.

Допускается включение в ПМ секций, образованных другими линиями связи (телефонными, оптическими и т.п.). Схемы приема-передачи и их разъемы обозначаются как входной/выходной U-разъемы.

Драйвер ПМ и ПКК подключаются к ПМ посредством входного и выходного D-разъемов. В стандарте установлены требования к драйверу ПМ только в части характеристик на его входном и выходном разъемах, а также структуры и последовательности принимаемых и передаваемых им сообщений.

Функциональная организация. Обмен информацией до ПМ организуется в виде сообщений следующих типов: командных, ответных, требований обслуживания.

Командные сообщения. Разделяются на полные и сокращенные. Полное сообщение генерируется ДПМ и адресуется одному из ПКК для организации им операции на МК:

Байт	Б3Б	Информационное поле						М3Б
	8	7	6	5	4	3	2	1
Заглавный	b	0	SC32	SC16	SC8	SC4	SC2	SC1
2	b	0	0	0	SA8	SA4	SA2	SA1
3	b	0	1	SF16	SF8	SF4	SF2	SF1
4	b	0	1	SN16	SN8	SN4	SN2	SN1
5	b	0	SW24	SW23	SW22	SW21	SW20	SW19
6	b	0	SW18	SW17	SW16	SW15	SW14	SW13
7	b	0	SW12	SW11	SW10	SW9	SW8	SW7
8	b	0	SW6	SW5	SW4	SW3	SW2	SW1
Контрольный	0	C	C	C	C	C	C	C
Пробелы, если требу- ется	1	0	1	1	1	1	1	1

	1	0	1	1	1	1	1	1
Конечный	1	1	1	0	0	0	0	0

Примечание. Байты 2...4 — команда (субадрес, функция, номер станции); 5...8 — данные для записи, если требуется (SF16 = 1, SF = 0); b — биты нечетности байта; C — биты вертикальной четности.

Сокращенное командное сообщение выдается в ПМ адресуемым ПМК при распознавании им номера своего крейта в заглавном байте проходящего командного сообщения:

Байт	БЗБ		Информационное поле					МЗБ	
	8	7	6	5	4	3	2	1	
Заглавный	b	0	SC32	SC16	SC8	SC4	SC2	SC1	
Конечный	1	1	1	0	0	0	0	0	

Примечание. Заглавный байт — адрес крейта, конечный байт — конец.

При выдаче команд чтения и управления байты 5...8 полного командного сообщения пропускаются.

Ответное сообщение. Генерируется адресованным ПМК как результат выполнения ими действий, указанных в полном командном сообщении, и передается ДПМ. Структура ответного сообщения приведена ниже:

Байт	БЗБ		Информационное поле					МЗБ	
	8	7	6	5	4	3	2	1	
Заглавный	b	0	SC32	SC26	SC8	SC4	SC2	SC1	
Состояние	b	M2	M1	1	DERR	SQ	SX	ERR	
3	b	0	SR24	SR23	SR22	SR21	SR20	SR19	
4	b	0	SR18	SR17	SR16	SR15	SR14	SR13	
5	b	0	SR12	SR11	SR10	SR9	SR8	SR7	
6	b	0	SR6	SR5	SR4	SR3	SR2	SR1	
Конечный	b	1	C	C	C	C	C	C	
контрольный									

Примечание. Байты 3...6 — данные для считывания, которые включаются, если SF16 = 0 и SF8 = 0; M1, M2 — байты поля "Идентификация типа сообщения"

Сообщение о требовании обслуживания. Может генерироваться любым ПМК для указания ДПМ, что на МК присутствует конкретный сигнал L. Структура этого сообщения такова:

Байт	БЗБ		Информационное поле					МЗБ	
	8	7	6	5	4	3	2	1	
Заглавный	b	0	SC32	SC16	SC8	SC4	SC2	SC1	
2	b	0	1	SGL5	SGL4	SGL3	SGL2	SGL1	
Конечный	b	1	C	C	C	C	C	C	
контрольный									

Примечание: Байт 2 — обработанный запрос.

Поля сообщения. Поле "Адрес крейта" SC1...SC32 содержит код номера адресуемого крейта в полном командном сообщении и код номера крейта источника ответного сообщения или сообщения с требованием обслуживания. Каждый ПКК реагирует на любой из 62 приписанных ему номеров от 01₈ до 76₈ и не реагирует на сообщения с номерами 00 и 77.

Длительности командных и ответных сообщений, а также минимальные длительности циклов команда/ответ, соответствующих различным значениям битов SF16 и SF8, приведены ниже:

Операция	Операция		Число байтов		
	F16	F8	Команда *1	Ответ *2	Цикл обмена *3
Считывание	0	0	5	7	12*4
Управление	0/1	1/1	5	3	8*4
Запись	1	0	9	3	12*4

П р и м е ч а н и е. *1/*2 — команда/ответ от заглавного байта до контрольного байта включительно соответственно; *3 — цикл обмена команда/ответ; *4 — минимальная длительность при условии, что ПКК передает заглавный байт при получении первого байта "Пробел" и конечный контрольный байт при получении конечного байта.

Поле "Идентификация типа сообщения" (2 бита; M1 M2) содержит код типа сообщения и используется ДПМ и ПКК для идентификации типа принимаемого сообщения:

Сообщение	Поле	
	M2	M1
Команда	0	0
Ответ	0	1
Запрос	1	—

Поле "Состояние" в ответном сообщении содержит информацию о реакции ПКК на принятую команду и включает следующие биты: "Ошибка" (ERR) — указывает на наличие/отсутствие ошибки в принятом командном сообщении; "Задержанная ошибка" (DERR) — указывает на наличие/отсутствие ошибки в предыдущем сообщении; SX — соответствует сигналу "Команда принята" (X) от адресуемого устройства крейта; SQ — соответствует сигналу "Ответ" (Q) от адресуемого устройства крейта.

Поле "Обработанный запрос" (SGL1...SGL5) в сообщении о требовании обслуживания содержит информацию, необходимую для идентификации сигналов L на МК. Код 1111₂ в поле "Обработанный запрос" используется ПКК только для указания состояния "Необслуженное требование".

Формирующие байты. В эту совокупность входят следующие байты: разграничительные, контрольный, "Пробел". *Разграничительные байты:* конечный, конечный контрольный и ожидания. Они используются только для указания последнего байта каждого сообщения при образовании последовательности байтов между сообщениями.

Конечный байт генерируется ДПМ в качестве последнего байта полного командного сообщения и ПКК в качестве последнего байта сокращенного командного сообщения. Код конечного байта 340₈. Все адресуемые ПКК без изменений ретранслируют принимаемые ими конечные байты. Адресуемый ПКК должен либо ретранслировать конечный байт принятого полного командного сообщения, либо заменить его конечным контрольным байтом.

Конечный контрольный байт генерируется ДПМ в командном сообщении. Биты 1...6 контрольного байта, образующие поле контроля вертикальной четности, используются для дополнения до четного числа логических единиц в шести колонках, составленных одноименными битами 1...6 по всем байтам сообщения между заглавными и контрольными. Адресуемый ПКК перед выполнением предписанной команды использует контрольный байт для проверки отсутствия ошибки в принятом командном сообщении.

Байт ожидания генерируется ДПМ между командными сообщениями и адресуемым ПКК (в ответ на принимаемые байты) между сокращенным командным сообщением и заглавным байтом ответного сообщения. При необходимости этот байт генерируется ПКК между конечным контрольным байтом ответного сообщения и конечным байтом полного командного сообщения. Код байта ожидания 340₈. Байты, генерируемые ДПМ и ПКК в интервалах между сообщениями, должны быть только байтами ожидания.

Байт "Пробел" является неразграничительным. Последовательность таких байтов генерируется ДПМ между контрольным и конечным байтами командного сообщения для резервирования пространства (пространства ответа), необходимого ПКК для подготовки и генерации ответного сообщения. Адресуемый ПКК генерирует ответное сообщение вместо нескольких (или всех) байтов "Пробел". Рекомендуемый код байта "Пробел" 277₈. Последовательный контроллер крейта, ожидающий поступления резервирующего пространство ответа байтов "Пробел", должен принять любой неразграничительный байт в качестве замены байта "Пробел" с произвольным кодом и кодом нечетности.

Последовательность командных и ответных сообщений. Эта последовательность возникает, если ПКК получает командное сообщение, выполняет САМАС-операцию чтения, записи или управления и передает ответное сообщение, причем ошибки в передаче и буферизации информации в ПКК отсутствуют. Для поразрядно-последовательного и побайтно-последовательного режимов передачи она такова:

Операция	Командное сообщение	Ответное сообщение
Чтение	1, Разграничитель), [(0, Заглавный), (0, Субадрес), (0, Функции), (0, Номер станции), (0, Контроль), (0, Пробел), (0, Пробел)....., (0, Пробел), (0, Пробел), (1, Конец)], (? , Байт ожидания или заглавный)	(1, Разграничитель), [(0, Заглавный), (1, Конец), (1, Ожидание) ¹, (1, Ожидание), (1, Ожидание), (0, Заглавный), (0, Состояние), (0, Данные чтения), (0, Данные чтения), (0, Данные чтение

Запись

(1, Разграничитель), [(0, Заглавный), (0, Субадрес), (0, Функция), (0, Номер станции), (0, Данные записи), (0, Данные записи), (0, Данные записи), (0, Контроль), (0, Пробел), (0, Пробел), (0, Пробел), (0, Пробел), (1, Конец)], (? , Байт ожидания или заглавный)

ния), (0, Данные чтения), (1, Конечный контроль)]^{*2}, (1, Ожидание), (? , Байт ожидания или заглавный), (1, Разграничитель), [(0, Заглавный), (1, Конец)]^{*3}, (1, Ожидание), ..., (1, Ожидание), (1, Ожидание), [(0, Заглавный), (0, Состояние), (1, Конечный контроль)]^{*2}, (1, Ожидание)^{*4}, (? , Байт ожидания или заглавный)

Примечание. *1 — командное сообщение. *2 — ответное сообщение. *3 — сокращенное командное сообщение. *4-Байты, необходимые для выполнения команды (минимальное число — 0). *5 — байты, необходимые для размещения добавочных байтов "Пробел".

Поиск заглавного байта осуществляется ПКК после получения им одного или более разграничительных байта. В этом состоянии ПКК должен ретранслировать каждый получаемый им байт и, кроме того, проверять содержимое каждого байта с целью совершения определенных действий.

При приеме команды адресуемый ПКК осуществляет передачу сокращенного командного сообщения с последующей за ним паузой, заполненной байтом ожидания, необходимой для подготовки ПКК ответного сообщения. Если ПКК не передает сокращенное командное сообщение, то он должен передать по крайней мере один разграничительный байт (в ответ на полученный байт) непосредственно перед передачей им заглавного байта ответного сообщения.

Адресуемый ПКК использует состояния битов SF16 и SF8 в поле "Функция" командного сообщения для определения контрольного байта как пятого (если SF16 = 0 и SF8 = 1) или как девятого (если SF16 = 1, SF8 = 0) байта принимаемого сообщения. Адресуемый ПКК проверяет вертикальную четность всех байтов полученного командного сообщения от заглавного до контрольного и нечетность каждого байта командного сообщения.

Команда выполняется адресуемым ПКК при следующих условиях: а) вертикальная четность и нечетность по каждому байту реализуются; б) содержимое поля ИС = 00 (если такая проверка проводится); в) ПКК находится в системном режиме работы "На линии с магистралью крейта", или же команда адресуется внутренним функциональным узлам самого ПКК, если он находится в автономном режиме "Вне линии с МК"; г) ПКК не находится в режиме "Обход" или, если он находится в режиме "Обход", данная команда является командой, сбрасывающей этот режим. При выполнении перечисленных условий адресуемый ПКК не должен исполнять команду.

Ответное сообщение посылается адресуемым ПКК при условии, что данный ПКК находится в состоянии синхронизации сообщения (байта). Формат ответного сообщения определяется кодом операции принятого командного сообщения, а содержание — результатами выполнения требуемой операции. Передача ответного

сообщения не должна начинаться до тех пор, пока не будут установлены ответные сигналы Q и X (и при необходимости данные чтения).

Ответное сообщение посылается адресуемым ПКК на каждый принятый им байт. После получения контрольного байта и перед посылкой заглавного байта ответного сообщения ПКК должен принять любые поступающие к нему неразграничительные байты и передать байты ожидания. При передаче каждого байта ответного сообщения, исключая конечный контрольный байт, ПКК должен принять любые поступающие к нему неразграничительные байты. При передаче конечного контрольного байта ПКК должен принять любой поступивший байт, включая разграничительный.

Длительность интервала, заполненного байтами "Пробел" (верхняя оценка необходимого числа байтов S), определяется формулой $S = N_{оп} + N_{отв} + 1$, где $N_{оп}$ и $N_{отв}$ — числа полученных байтов "Пробел", выделяющих интервалы, необходимые для выполнения команды и передачи ответного сообщения соответственно, причем $N_{оп}$ — наименьшее число, большее $T_{оп}/T_c$, где $T_{оп}$ — время максимального цикла МК для данного ПКК и T_c — минимальный байтовый период конкретной системы на базе ПМ. Для команд записи и управления $N_{отв} = 2$ байт и для команд чтения 6 байт.

Генерирование сообщения о требовании обслуживания. Допускается, что любой ПКК может генерировать сообщения о требовании обслуживания (как правило, в ответ на L — сигнал на МК). Сообщение вставляется в поток принимаемых ПКК байтов между двумя произвольными сообщениями. Генерирование сообщений определяется значением разрядов регистра состояния ПКК и значением битов-разграничителей принимаемых ПКК байтов: лог.1 — разрешение, а лог.0 — запрещение генерации.

Для исключения потерь информации в определенных ситуациях АКК должен иметь буферную память, что дает возможность сохранить поступающие байты, пока идет передача сообщения о требовании обслуживания. Управление запуском сообщения о требовании обслуживания производится ПКК при выполнении следующих условий: а) генерация сообщения о требовании разрешена; б) имеется запрос на обслуживание, который либо появился после передачи данных ПКК последнего сообщения о требовании, либо уже существовал, когда ПКК перешел в состояние разрешения генерации требования; в) при генерировании сообщения о требовании обслуживания данный ПКК способен принять три приходящих к нему байта; г) предшествующий сообщению о требовании байт, переданный на выходной разъем ПКК, был разграничительным.

Буфер задержки (три байта) принимает поступающие в ПКК байты, когда ПКК начинает генерировать 3-байтовое сообщение о требовании обслуживания. После этого ПКК продолжает проводить через буфер задержки поступающий поток байтов до тех пор, пока не окажется возможным удалить три байта ожидания из байтового потока. После удаления буфер задержки отключается от линии прохождения потока байтов. После генерации сообщения о требовании обслуживания ПКК не может начинать генерацию другого аналогичного сообщения до тех пор, пока он не получит соответствующее число байтов ожидания, которое позволяет ему отключить буфер задержки.

Идентификация типа сообщения. Идентификация типа сообщения и выполнение различных форм неполных и ложных сообщений осуществляются ДПМ и ПКК в результате анализа поля "Идентификация поля сообщения" (ИС), поля "Функция", длины сообщения.

Полные командные сообщения (минимальная длина 8 байт, ИС = 00) при нормальных условиях получают только ПКК. Как правило, адекватная идентификация полного командного сообщения выполняется ПКК путем сравнения крейта данного сообщения с приписанным данному ПКК номером. В ДПМ полное командное сообщение может быть отделено от сокращенного командного сообщения по его длине, а от всех других сообщений — по его полю ИС.

Сокращенное командное сообщение (два байта, поле ИС отсутствует) в ДПМ может быть идентифицировано только по его длине, а ПКК не может получать ему адресованные сокращенные командные сообщения.

Ответное сообщение (три или семь байт, ИС = 01) в ДПМ без данных чтения может быть отделено от сообщения о требовании обслуживания только в результате анализа поля ИС, а ПКК не может получать адресованные ему ответные сообщения.

Сообщение о требовании обслуживания (три байта, ИС = 01) в ДПМ может быть выделено по анализу поля ИС, а ПКК не может получать адресованные ему сообщения о требовании обслуживания.

Контроль и индикация ошибок передачи осуществляются на основе геометрического кода обнаружения ошибок (ГКОО). Драйвер последовательной магистрали должен генерировать правильный ГКОО во всех командных сообщениях, посылаемых ПКК, а каждый ПКК должен проверять ГКОО во всех адресованных ему командных сообщениях, а также генерировать правильный ГКОО во всех ответных сообщениях о требовании обслуживания, которые передаются. Он проверяет ГКОО во всех ответных сообщениях и сообщениях о требовании обслуживания, получаемых от ПКК.

Индикация ошибок в ответных сообщениях осуществляется ПКК установкой лог.1 в битах "Ошибка", SX — в поле "Состояние" при обнаружении соответствующих ошибок.

Физическая реализация ПМ. D-разъемы устройств ПМ. Все ДПМ и ПКК должны иметь входной и выходной D-разъемы, через который осуществляется передача в поразрядно- и побайтно-последовательном режиме. Любой ПКК для этого имеет средства для выбора требуемого режима, осуществляемого переключателем внутри ПКК, который не должен выводиться на переднюю панель и для которого не требуется индикации режима передачи.

Драйверу ПМ и ПКК допускается дополнительно иметь U-разъем. Через D-разъем передаются сигналы данных и тактирующие сигналы, а также управляющие выходные сигналы для ВУ обхода ПКК и отключения секций ПМ. Входной и выходной D-разъемы имеют по 25 контактов, распределение которых приведено ниже:

<i>Контакт</i>	<i>Входной/выходной D-разъем</i>
1	Общий (земля)
2, 3	Шина 1 (свободное использование)
4, 5	Бит-последовательные данные или наименьший значащий бит байт-последовательных данных (вход/выход)
6, 7, 16, 17	Бит 2...7 байт-последовательных данных (вход/выход)
18, 19	Наибольший значащий бит байт-последовательных данных (вход/выход)
20, 21	Линия 2 (свободное использование)

22, 23	Битовые (байтовые) тактовые сигналы (вход/выход)
24, 25	Резервируется для сигнала "Управление устройством отключения"

Примечание. Каждая балансная входная или выходная линия занимает одну пару контактов. Контакты с четным номером передают "Сигнал", а с нечетным — "Сигнал".

Контакты 2 и 3, 20 и 21 входного и выходного разъемов соединяются непосредственно и предназначены для свободного использования. Семь пар контактов от 6,7 до 18,19 используются только в побайтно-последовательном режиме для передачи битов 2...8 байта. Передача сигналов данных и тактовых сигналов осуществляется по двухпроводной сбалансированной линии, согласованной по крайней мере на приемном конце. Для передачи сигналов данных и тактовых сигналов используются балансные передатчики. Для приема сигналов данных и тактовых сигналов используются дифференциальные приемники, на входе которых имеются согласующие резисторы с сопротивлением, равным волновому сопротивлению кабеля. Сигналы управления имеют один контакт D-разъема и один общий обратный провод, подсоединенный к контакту "Земля" разъема.

Частота следования системных тактовых сигналов ПМ в каждый момент не должна превышать 5 МГц. Каждый ДПМ и ПКК должен обеспечивать прием и передачу информации через свой D-разъем при любой тактовой частоте, не превышающей 5 МГц. Поток байтов на выходном разъеме ДПМ синхронизируется системными тактовыми сигналами. Последовательный контроллер крейта, получая один байт, должен передавать только один байт. Байты не должны распространяться по ПМ в отсутствие системных тактовых сигналов. Для реализации соотношений при ретрансляции полученных данных ПКК в тракте между входным и выходным разъемами необходимо буферное ЗУ, которое обуславливает задержку прохождения данных на время до одного такта.

В побайтно-последовательном режиме 8 бит байта сообщения передаются параллельно, каждый через отдельную пару контактов D-разъемов, в течение каждого системного тактового периода. Драйверу последовательной магистрали разрешается генерировать системные тактовые сигналы, номинальный период которых может передаваться байтовыми паузами произвольной длительности. При этом тактовый сигнал поддерживается в состоянии лог.1, а полный тактовый период удлиняется. ДПМ и ПКК должны принимать системные сигналы с различными байтовыми периодами.

В поразрядно-последовательном режиме 8 бит байта сообщения передаются последовательно через одну пару контактов D-разъемов. Сообщению предшествует стартовый бит, а его завершает стоповый бит, при этом образуется байтовый кадр из 10 бит. В течение каждого системного тактового периода передается один бит. Передача последовательности байтовых кадров может осуществляться непрерывно, когда за стоповым битом одного кадра следует пауза, заполненная произвольным числом битовых тактовых периодов, в течение которых сигнал данных удерживается в состоянии лог.1; стартовый бит следующего кадра следует за этими битами паузы. Драйвер последовательной магистрали может генерировать последовательности байтовых кадров как непрерывно, так и раздельно. Пауза между двумя байтовыми кадрами на выходном D-разъеме ПКК должна воспроизводить паузу, полученную в то же время на его входном разъеме.

Каждый ПКК обеспечивает выделение байтового тактового сигнала из полученных 10-битовых байтовых кадров вне зависимости от вида принимаемой последовательности. Стоповый бит полученного байтового кадра инициирует обработку этого байта в ПКК, а стартовый бит того же кадра инициирует пораздельно-последовательную передачу байта выходным D-разъемом. Поэтому в некоторых случаях получаемый байт ретранслируется прежде, чем его содержимое будет проанализировано в ПКК.

Синхронизация устанавливается, поддерживается и проверяется ДПМ и каждым ПКК относительно формата сообщений, принимаемых в виде потока байтов с ПМ и, кроме того, относительно формата байтового кадра в принимаемом потоке битов при работе в поразрядно-последовательном режиме передачи.

Синхронизация сообщений обеспечивается принимающим устройством, которое после получения сообщения, заканчивающегося разграничительным байтом, должно воспринимать следующий неразграничительный байт как заглавный байт нового сообщения. После его идентификации принимающее устройство должно воспринимать следующий разграничительный байт как конец этого сообщения. Для повышения вероятности восстановления синхронизации сообщений рекомендуется, чтобы ПКК предварительно обнаруживал более чем один разграничительный байт.

Синхронизация байтов обеспечивается проверкой начала 10-битового байтового кадра и десятого бита каждого принимаемого байтового кадра. При лог.0 десятого бита* ПКК должен перейти в состояние "Потеря синхронизации байтов". Восстановление состояния синхронизации байтов осуществляется ПКК при поиске байта ожидания одним из двух способов.

При потере синхронизации байтов ПКК отключает буфер задержки, а при потере сообщений он не должен ни включать, ни отключать буфер задержки.

Средства обнаружения и устранения ошибок. *Отказы в линии передачи информации* обеспечиваются подключением устройств обхода в случае отказа в ПКК и отключением секций ПМ в случае отказа в ПМ. При использовании дублирования (резервирования) секций ПМ возможно восстановление всей ПМ при отказе одной секции вследствие включения ее дублирующей секции. С помощью управляющего сигнала, подводимого к зарезервированному контакту 25 входного D-разъема, могут быть реализованы и более сложные переключения секций ПМ.

Потеря синхронизации происходит из-за ошибок в тактовых сигналах или из-за сигналов данных; ПКК или ПМ распознают потерю синхронизации сообщений, когда они получают разграничительные байты не в установленной последовательности. Синхронизация восстанавливается определенными способами.

Ошибки передачи выявляются в основном посредством геометрического кода, а также с помощью анализа форматов принимаемых сообщений. При формировании геометрического кода блок данных представляется в виде матрицы размера m строк и n столбцов. Каждая строка снабжается одним добавочным битом, значение которого сохраняет нечетность строки, а каждый столбец — одним добавочным битом, сохраняющим четность столбца, в результате чего образуется расширенный блок размера $m + 1$ строк и $n + 1$ столбцов.

Геометрический код обнаруживает: местонахождение одной, двух или трех ошибок в расширенном блоке; любое нечетное число ошибок независимо от их распределения внутри данного блока; все последовательности ошибок с длиной последовательности до $n + 2$ битов; большую часть ошибок, не подпадающих под это описание.

Обнаружение ошибок по контексту обеспечивается установленной структурой сообщений. Обнаружение ошибок модулями в особых ситуациях обеспечивается добавочными средствами защиты от ошибок.

САМАС IEC 729

Общие сведения. Интерфейс крейта IEC 729 САМАС предназначен для построения однокрейтовых систем распределенного управления с несколькими дополнительными контроллерами на основе технических средств САМАС. Он обеспечивает согласование операций основного контроллера крейта (ОКК) с операциями одного или нескольких дополнительных контроллеров крейта (ДКК), каждый из которых размещен в одной или нескольких станциях.

Любой ДКК имеет средства доступа к линиям N и L для управления операциями магистрали крейта МК, а также для участия в арбитраже захвата управления МК. Доступ к линиям N и L обеспечивается через магистраль ДКК (МДКК), ОКК и управляющую станцию, для чего каждый КК имеет на задней панели соединитель для подключения МДКК.

Логическая организация. Интерфейс МДКК содержит следующие линии:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Размещение</i>
Запрос	RQ	ПП, МДКК
Размещение-вход	GI	ПП
Размещение-выход	GO	ПП
Запрет запроса	RI	МДКК
Отключение	ACL	"
Код номера станции	EN1, EN2, EN4, EN8, EN16	"
Заявка	AL1...AL24	"
Условно свободен		"
	OV	"

Примечание. ПП — передняя панель.

С МДКК также связаны гнезда, выведенные на передние панели каждого КК и предназначенные для организации цепи последовательного сигнала "Разрешение" G через все КК.

Сигнал "Запрос" используется для захвата управления МК с помощью способа "Запрос/Разрешение" R/G путем его установки в лог.1. При приеме сигнала "Запрет запроса" (лог.1) или сигнала "Отключение ДКК" КК снимает сигнал "Запрос" в течение 50 нс.

Сигнал "Разрешение" формируется КК, участвующим в арбитраже по способу R/G : 1) сигнал GO устанавливается в лог.0, если GI = 1; 2) со входа на выход транслируется сигнал GI = 1 при условии, что до момента его поступления не осуществлен запрос; 3) поддерживает состояние GO = 0, если воспринят сигнал GI=1 и до момента его поступления осуществлен запрос.

Сигнал "Запрет запроса" используется КК для захвата управления МК и удерживается им не менее 350 нс (при отсутствии сигнала "Отключение ДКК"). Контроллер крейта, захвативший управление МК, может: 1) удерживать сигнал "Запрет запроса" между операциями команды с целью выполнения некоторого набора операций за минимальное время; 2) освобождать МК после каждой операции

команды, осуществляя перевод сигнала из лог.1 в лог.0, чтобы дать возможность другим КК захватить управление.

Сигнал "Отключение ДКК" в общем случае генерируется только перед началом проводной операции и поддерживается до ее завершения. Контроллер крейта, генерирующий этот сигнал, не должен начинать операцию на МК, если не прошло минимум 200 нс после установки сигнала; не сброшен сигнал "Запрет запроса".

Код номера станции (двоичный) генерируется ДКК, получившим управление крейта, на линиях EN МДКК. Основной контроллер крейта осуществляет дешифрацию кодов станции непрерывно, за исключением времени, когда он управляет крейтом. Каждый код номера станции $[N(1)...N(24)]$ передается на соответствующую шину МК не позднее чем через 100 нс.

Сигналы "Заявка" передаются ОКК от управляющей станции МК, по соответствующим линиям AL1...AL24 на контакты соединителя МДКК. Линия "Условно свободен" зарезервирована для передачи сигнала байт-такта в системах с последовательной магистралью CAMAC.

Функциональная организация. Основным контроллер крейта по крайней мере должен: осуществлять дешифрацию сигнала EN в 24 индивидуальных сигналах N; подавать все 24 сигнала L на 24 линии AL МДКК; иметь соединитель с МДКК и источники тока для МК и шин МДКК.

Арбитраж осуществляется так, чтобы в любой момент МК управлялась только одним КК. Арбитраж может осуществляться с помощью способа R/G либо способа "Отключение ДКК" (ACL). Способ R/G предпочтительнее, при этом используются сигналы "Запрос", "Разрешение" и "Запрет запроса".

При реализации способа R/G сигнал "Запрос" передается по сквозной шине МДКК на входы всех КК и выводится на их передние панели. На КК с наивысшим приоритетом гнездо "Запрос" должно быть соединено с гнездом GI, гнездо GO — с гнездом GI следующего по приоритету КК и т.д., пока не образуется последовательная цепь до гнезда GI низшего по приоритету КК.

Контроллер крейта выдает сигнал "Запрос" для захвата управления МК и ожидает прихода сигнала "Разрешение". Остальные КК, не выдавшие "Запрос", должны пропустить сигнал GI на гнездо GO. Контроллер крейта, выдавший сигнал "Запрос", не должен пропускать сигнал "Разрешение".

Контроллер крейта, выдавший сигнал "Запрос" и принявший сигнал "Разрешение", формирует сигнал "Запрет запроса" (RI), снимает сигнал "Запрос" и начинает предусмотрительную операцию (или последовательность операций) МК. В ответ на сигнал RI остальные КК должны снять сигнал "Запрос", вызвав таким образом сброс сигнала "Разрешение". После окончания предусмотренных операций на магистрали крейта КК снимает сигнал для того, чтобы дать возможность другим КК захватить управление МК.

При реализации способа ACL рекомендуется его применять в том случае, когда один из КК не может ожидать предоставления ему управления МК по способу R/G. В этом случае используется сигнал "Отключение ДКК", который выдается только одним определенным КК и передается по МДКК на входы всех КК. Все КК, на входы которых подается этот сигнал, не должны выдавать сигнал "Запрос".

Контроллер крейта, управляющий МК в момент получения сигнала "Отключение ДКК", должен прервать или завершить текущую операцию МК, прежде чем КК, выдавший этот сигнал, начнет свою операцию.

После окончания предусмотренных операций на МК (или последовательности операций) КК, выдавший сигнал "Отключение ДКК", снимает его для того, чтобы дать возможность другим КК захватить управление МК по способу R/G. Контроллер крейта предусматривает выполнение без адресуемых операций сброса и пуска, перед выполнением операций осуществляет захват управления МК несмотря на то, что эти операции не требуют применения сигналов EN. Сигналы "Сброс" и "Пуск", выдаваемые одним КК, не должны нарушать работу других КК.

Генерация сигнала МК "Запрет" может осуществляться всеми КК или модулями без ограничений в любое время. Контроллеры крейта, способные устанавливать сигнал "Запрет", не должны реагировать на совпадение сигналов Z и S2 установлением и поддержанием сигнала "Запрет" на МК. Для управления многоконтроллерным крейтом через МВ предназначен контроллер крейта типа КК-А2, а через последовательную магистраль САМАС — типа КК-Л2. Для этого используется соединитель сортировщика заявок (SGL): подсоединяется линия RI к контакту 17 соединителя СЗ и к нему же в КК — L2 — источник смещения (если это не сделано).

Физическая реализация. Характеристика сигналов. Сигналы с выходов КК поступают на все шины МДКК через внутренние схемы ИЛИ. Время нарастания и спада выходных сигналов на шинах МДКК не менее 10 нс. Каждая шина имеет индивидуальный источник тока смещения.

Значения токов смещения I_p для всех сигналов МДКК находятся в диапазоне 6...9,6 мА при напряжении сигнала 0,5 В. Источники токов смещения для линий R и GO располагаются в ОКК, а для линии GI — на входе GI дополнительных КК. Рекомендуется подключать к МДКК не более восьми ДКК. При подключении соединителя СЗ число ДКК (принимающих сигналы AL) еще меньше. Допустимое число ДКК, обусловленное требованием к сигналам R, Q, X, равно 12. При наличии в крейте модулей, принимающих от МК сигналы Q, X, число ДКК уменьшается в соответствии с нагрузкой.

С целью предотвращения захвата вследствие помех управления крейтом более чем одним КК рекомендуется входы линий GI, RI защищать, учитывая специфику построения каждого КК (обычно с помощью интегрирующих цепочек с постоянной времени 50 нс).

Соединитель. Каждый КК для соединения с МДКК должен иметь 40-контактный соединитель с двухрядным расположением контактов. Расстояние между контактами 2,54 мм, ширина контакта 0,635 мм. Соединитель размещается на задней панели КК над соединителем МК. Контакт 1 является правым нижним (со стороны штырей), и его местоположение отмечается на задней панели.

Линии МДКК подсоединяются к контактам соединителя следующим образом:

<i>Контакт</i>	<i>Линия МДКК</i>
1, 7, 9, 11, 13, 15	0V
2, 3, 4, 5, 6	EN1, EN2, EN4, EN8, EN12
8	ACL
10	Условно свободен
16...39	AL1...AL24
40	0V

Контроллер крейта, предназначенный для арбитража по способу R/G, должен иметь на передней панели три гнезда для подключения коаксиальных кабелей: REQUEST (Запрос), GRANT-IN (Разрешение-вход), GRANT-OUT (Разрешение-выход).

CSMA/CD

Общие сведения. Локальная сеть CSMA/CD шинного типа со случайным доступом (ШСД) регламентируется стандартами IEEE 802.3, ISO 8802.3 и ЕСМА-80, -81, -82, которые определяют протоколы и услуги подуровня управления доступом к среде (УДС) и физического уровня.

Стандарт ISO 8802.3 на основе стандарта IEEE 802.3 в целом ориентирован на использование нескольких типов физической среды. Редакция стандарта 1987 г. определяет спецификации и параметры ЛВС только на основе коаксиального кабеля для скорости 10 Мбит/с в основной полосе частот. Последующие редакции этого стандарта расширяют его применимость к более широкому набору физических сред и к диапазону скоростей 1...20 Мбит/с.

В стандарте ЕСМА указанные протоколы и услуги определены тремя стандартами: ЕСМА-80 — параметры физической среды (коаксиального кабеля), ЕСМА-81 — протокол и услуги физического уровня и ЕСМА-82 — протокол и услуги уровня звена данных.

Протокол подуровня УДС, определяемый перечисленными стандартами, основан на методе CSMA/CD множественного доступа с опознаванием несущей и обнаружением конфликтов (МДОН/ОК). Метод позволяет двум или более станциям коллективно использовать общую физическую среду, организованную в виде шинной магистрали. Каждая станция, имеющая данные для передачи, отслеживает состояние физической среды и при обнаружении отсутствия передач от других станций (период незанятости) помещает свое сообщение в физическую среду последовательно по битам. Если после передачи сообщения оно сталкивается с сообщением другой станции, то каждая из этих станций преднамеренно посылает несколько дополнительных байтов, чтобы обозначить для всей системы наличие конфликта. После этого станция выжидает в течение случайного промежутка времени, прежде чем повторить попытку передачи.

В архитектуре предусмотрены четыре вида интерфейсов: между подуровнями УДС и управления логическим звеном (УЛЗ) (передача и прием кадров, выдача процедуры обработки ошибок вышерасположенным уровням информации о состоянии текущих операций); между физическими уровнями и подуровнями УДС (передача сигналов опознавания несущей, инициация передачи, а также передача двух потоков битов — передаваемого и принимаемого) между двумя уровнями и функции синхронизации); интерфейс с устройством доступа (ИУД) и интерфейс, зависящий от среды (ИЗС).

Структуры и форматы кадра. Кадр данных подуровня УДС содержит 8 полей, расположенных в перечисленной ниже последовательности: преамбула, начальный ограничитель кадра (НОК), адрес получателя (АП), адрес отправителя (АО), длина кадра, данные УЛЗ, заполнение (ЗАП) и контрольная последовательность кадра (КПК).

Каждый октет поля преамбулы имеет битовую комбинацию 10101010. Преамбула используется для того, чтобы дать время схемам подуровня "Передача физических

сигналов" (ПФС) придти в устойчивый синхронизм с принимаемыми тактовыми сигналами подуровня УДС.

Поле НОК представляет собой двоичную комбинацию 10101011, продолжает выполнение функций преамбулы и означает начало кадра. Поле АП может указывать индивидуальный адрес станции-получателя кадра или групповой адрес нескольких (возможно, всех) станций кольца, которым предназначен данный кадр. Поле АО указывает адрес станции-отправителя данного кадра. В зависимости от применения каждое поле адреса (АП и АО) может иметь длину 16 или 48 бит, однако во всех станциях каждой конкретной ЛВС в определенный момент поля АП и АО должны иметь одинаковую длину. Первый слева (младший по значимости) бит поля АП служит для различения индивидуального (бит равен 0) и группового или глобального (бит равен 1) адресов. В поле АО этот бит установлен в нуль. В 48-битовых полях АП и АО второй слева бит служит для различения локально администрируемого адреса (бит равен 1) и глобально (или универсально) администрируемого адреса (бит равен 0). В случае групповой адресации второй бит установлен в единицу. При широковещательной (глобальной) адресации всех станций кольца все биты поля АП установлены в единицу.

Поле "Длина кадра" указывает число октетов кадра УЛЗ, содержащегося в поле данных. Поле "Данные УЛЗ" имеет целое число (k) октетов данных. Минимальное и максимальное значения k зависят от конкретной реализации и не определяются стандартами. Если число октетов кадров УЛЗ меньше установленного минимального значения k , поле данных расширяется необходимым числом октетов, которые образуют поле ЗАП. Максимальное значение зависит от максимально допустимого размера кадра и от длины полей АП и АО (16 или 48 бит), принятых в конкретной реализации.

Поле КПК образуется с помощью циклической проверки полей АП, АО, "Длина кадра", "Данные УЛЗ" и ЗАП с использованием стандартного образующего полинома 32-й степени и служит для проверки безошибочности принятого кадра. Правила формирования КПК определены в НМ МПК по ВТ 55-82 и одноименном проекте СТ СЭВ.

Кадр УДС считается недействительным, если поле "Данные УЛЗ" не вписывается в кадр данных по всей длине, в кадре содержится нецелое число октетов, сформированная на приемной станции КПК не совпадает с принятой в кадре КПК. Недействительные кадры УДС не должны передаваться подуровню УЛЗ, но могут быть переданы диспетчеру сети.

Параметры, которым должна соответствовать система, реализующая метод МДОН/ОК и использующая в качестве физической среды коаксиальный кабель, рассчитанный на скорость передачи 10 Мбит/с в основной полосе частот, приведены, ниже:

<i>Параметр</i>	<i>Значение</i>
Интервал усечения кадра, битовый интервал	512
Минимальная длина кадра, бит (октет)	512 (64)
Межкадровый интервал, мс	9,6
Максимальное число попыток повторной передачи	16
Максимальное число возражений отсрочек	10
Длина дребезга, бит	32
Максимальная длина кадра, октет	1518
Длина адреса, бит	48

Отклонение от этих параметров могут привести к системной реализации, не соответствующей стандарту.

Формат кадра ИУД. Кадр, передаваемый через ИУД, имеет следующую структуру. Поле "Молчание" обеспечивает "окно наблюдения", в течение которого никакой передачи не происходит. Длина этого поля не определена стандартом. Поле "Конечный ограничитель кадра" указывает окончание передачи и служит для выключения передатчика. Сигналы этого поля должны иметь постоянный высокий уровень и передаваться в течение не менее двух битовых периодов. Приемник должен обнаруживать этот сигнал за 1,6 битовых периода. Остальные поля кадра физического уровня аналогичны соответствующим полям кадра УДС.

Интерфейс ИУД может работать в двух режимах: нормальном, когда ИУД логически подключен к ИЗС и ООД всегда функционирует в соответствии с алгоритмом доступа к среде, и мониторингом, когда передатчик УСС логически отключен от среды и УСС лишь следит за состоянием среды, но выполняет функции ввода и обработки ошибок качества сигнала.

При включении питания станции, а также при приеме от диспетчера (ДИСП) сигнала "Запрос сброса" подуровень "Передача физических сигналов" ПФС выполняет функции сброса и идентификации, инициирующей выполнение пяти основных функций ПФС, выполняемых асинхронно и независимо друг от друга: вывод, ввод, режим работы, обнаружение ошибок и опознавание несущей. При выполнении этих функций ПФС обменивается последовательностью стандартных сообщений с УДС, модулем доступа к среде (МДС) и ДИСП, передаваемых через ИУД. Основная цель этих функций — обеспечить по возможности независимость УДС от различающихся типов физической среды.

Для передачи сигналов данных через ИУД используется манчестерский код. Каждый битовый сигнал исходного двоичного кода разбивается на две половины, при этом полярность второй половины сигнала всегда обратна полярности первой его половины. Первая половина битового сигнала "1" имеет отрицательную полярность (низкий уровень), а битового сигнала "0" — положительную (высокий уровень).

Спецификация УСС и физической среды. Подуровень УСС реализует следующие возможности: подключение ПФС через ИУД к коаксиальному кабелю, обеспечивающему работу в основной полосе частот; передачу трафика со скоростью 50 Мбит/с (с возможностью расширения набора скоростей в будущем); передачу данных по кабелю длиной до 500 м без повторителей; тестирование ООД узла сопряжения со средой (УСС) и самой среды; построение шинной конфигурации ЛВС с использованием метода МДОН/ОК в основной полосе частот.

Для выполнения перечисленных возможностей МДС производит передачу и прием сигналов, обнаружение конфликтов, переход в мониторинг режим и прерывание слишком длинного потока данных.

В начале передачи МДС не может принять из ПФС более двух бит до их передачи в физическую среду, а в начале приема — не более пяти бит до их передачи в ПФС.

При отсутствии конфликта из среды должен поступать сигнал ПУСТО, при наличии конфликта — периодический синусоидальный сигнал, поступающий в течение не более 9 битовых интервалов с частотой, соответствующей номинальной битовой скорости $\pm 15\%$.

Функция прерывания данных потсков данных устанавливает "окно передачи" в пределах 20...150 мс. Если длина передаваемого кадра вписывается в окно, этот кадр обрывается.

Повторитель обеспечивает передачу сигналов по кабелю на дальность 500 м. Максимальное расстояние между двумя УСС при использовании нескольких повторителей 2,5 км.

Узел УСС рекомендуется размещать не далее 30 м от магистрального кабеля с целью минимизации емкости шунтирующего конденсатора УСС и сохранения линейных характеристик кабеля.

Каждый 500-метровый сегмент кабеля должен заканчиваться терминатором с целью согласования импедансов и минимизации отражения сигналов от концов кабеля. К одному сегменту кабеля может быть подключено до 100 станций.

Подсоединение станций к кабелю может выполняться путем разрыва кабеля или путем его прокалывания контактной иглой. Во втором случае используется коаксиальный отводной соединитель.

Для соединения терминаторов отдельных участков кабеля между собой, а также для подключения УСС к кабелю методом разрыва используются соединители N-типа, стандартизированные ИЕС 169/16.

Принципы и пример построения сети. Сеть может строиться на основе двух типов сегментов: коаксиального и канального. Магистральный коаксиальный кабель длиной 500 м с терминаторами на концах образует коаксиальный сегмент. Максимальная задержка распространения сигналов в таком сегменте составляет 2165 мс. Для построения сети из нескольких сегментов и для взаимосвязи сегментов используются повторители. Двухпунктовое звено с повторителями на каждом конце образует канальный сегмент. Максимальная задержка распространения сигналов в канальном сегменте 2570 мс. К канальному сегменту не разрешается подключать станции. При построении двухразмерной сети с тремя сегментами (двумя коаксиальными и одним канальным) тракт между двумя станциями может содержать в крайнем случае пять сегментов, в том числе три коаксиальных и два канальных. Суммарная задержка кругового обхода в сети должна быть менее 51,2 мкс. При построении сети и расчете ее характеристик следует учитывать, что максимальное расстояние между передатчиком и приемником ИУД составляет 50 м, скорость распространения сигналов по кабелю ИУД — минимум 0,65С (С = 300 000 км/с), а максимально допустимая задержка в кабеле ИУД — 275 мс.

Изложенные выше правила и принципы положены в основу построения унифицированной сети *Ethernet*, основные характеристики которой приведены ниже:

Параметр	Значение
Скорость передачи, Мбит/с	10
Размер пакета (кадра), байт:	
максимальный	1526
минимальный	72
Длина адресного поля, бит	48
Длина поля данных, байт	46...1500
Минимальный межкадровый интервал, мс	9,6
Время распространения сигнала от передатчика к приемнику и обратно, мс	51,2
Длительность битового интервала, нс	100±0,01 %

DDCMP

DDCMP (Digital Data Communication Message Protocol) — байт-ориентированный дуплексный протокол, разработанный фирмой DEC в качестве стандарта для организации одновременной двухсторонней передачи данных между ЭВМ и терминалами. Протокол допускает синхронный и асинхронный способы передачи.

Управление передачей данных. Формат кадра протокола следующий (поля в битах):

SYN (8), SYN (8); Заголовок [SOH, Счетчик (14), Флаг (2), Ответ (8),

Последовательный номер-ПН (8), Адрес (88), CRC1 (16)];

Поле данных (информация, максимальное число 16383 8-разрядных символов);

CRC2 (16).

Любой из узлов перед началом передачи данных должен первоначально послать запрос и получить на него подтверждение ACK. После этого возможна передача сообщений в виде нумерованных блоков. Протокол предусматривает подтверждение до 255 ранее принятых нумерованных сообщений одной операцией подтверждения. Простая процедура обмена с помощью протокола в дуплексном режиме приведена ниже (по этапам):

ЭВМ1

1. Сообщение Start с номером 1
3. Сообщение данных.
ПН = 1. Ответ равен 4.

Последовательный номер n, ответ 1.

5. Принят ответ NAK с номером 0 (в сообщении 1 ошибка CRC)

Повторная передача.

сообщения с ПН = 1

6. Принят ответ ACK с номером 1, сообщение 1 передано.

7. Ошибка по тайм-ауту, если не получено подтверждение на сообщение 1. Повторная передача сообщения с ПН = 1.

ЭВМ2

2. Сообщение Stack o подтверждения приема сообщения Start, ПН = 5.
4. Ошибка CRC.
 - a. Нет, переход к этапу "Ошибка последовательности": нет — переход к этапу 8. да — к этапу 10.
 - б. Да — к этапу 9.
9. Ошибка CRC. Посылка ответа NAK с номером 0
8. Послано ACK, ответ 1.
10. Ошибка последовательности. Послано ACK, ответ 0.
6. Выполнение процедуры этапа.

Обнаружение и исправление ошибок. В протоколе в поле заголовка и в поле данных применяется контрольная сумма CRC. При выявлении ошибки в передающий узел посылается сообщение с признаком NAK. При этом указывается последовательный номер последнего правильного сообщения. Благодаря дуплексному режиму DDCMP не требуется переключения линии и ошибочное сообщение просто становится в очередь готовых для отправки сообщений передатчика. Если в течение некоторого времени нет ответа от приемника или передатчик получил подтверждение на еще не переданное сообщение, производится повторная передача.

Кодирование информации. В протоколе три символа ASCII имеют специальное назначение: SON (начало заголовка), ENQ (запрос), DLE (переход в линии). В остальном заголовок допускает применение любых кодов.

Синхронизация. В целях синхронизации символам SON, ENQ, DLE всегда предшествуют два символа SYN (в коде ASCII). В том случае, если два и более сообщений следуют непосредственно друг за другом (без промежутка), синхронизации не требуется.

Транспарентность информации. Счетчик (в заголовке) позволяет в поле данных размещать до 16383 байт в произвольном виде, а также использовать любые коды как для заголовка, так и для текста сообщения. При этом перед работой с данными сообщениями сравниваются полученные и вычисленные значения CRC1 заголовка.

Использование линии. DDCMP допускает функционирование на полудуплексных и дуплексных каналах. В дуплексном режиме признак подтверждения принятого сообщения включается в поле ответа другого сообщения, идущего в обратном направлении. В результате линия используется оптимально и одним АСК можно подтвердить правильность приема до 255 сообщений. Протокол не предусматривает синхронизации байтов при работе последовательных асинхронных или параллельных линий.

Зависимость от АПД. Протокол не зависит от типа линии и может быть использован для синхронных, асинхронных или параллельных устройств.

Начальная загрузка. В рамках DDCMP возможно выполнение загрузки программ в удаленные процессоры. Для этого используются специальные сообщения, включающие DLE и содержащие в поле данных коды телезагружаемой программы.

DNA

Общие сведения. Архитектура сети DNA (Digital Network Architecture) разработана фирмой DEC и базируется на концепции, согласно которой различные ВС и ЭВМ фирмы, функционирующие под управлением различных ОС, могут быть объединены в территориально распределенные ИВС.

Программное обеспечение, производимое фирмой DEC и реализующее концепции DNA, получило название DECnet, которым также часто определяют и конкретные реализации сетей архитектуры. Развитие версий DECnet приведено ниже:

<i>Версия DECnet</i>	<i>Год</i>	<i>Особенности</i>
этапа I	1974-1975 гг.	Несовместима с другими версиями
этапа II	1978	Новая версия
этапа III	1980	Совместима с версиями этапа II
этапа IV	1982	Включены новые протоколы, в том числе ЛВС на нижних уровнях

Реализованные в последних версиях концепции DNA получили широкое распространение и рассматриваются в дальнейшем.

Общая организация. Узлы сетей DECnet в отличие, например, от других сетей, таких как SNA, являются равноправными и могут выступать в качестве любого функционального элемента информационно-вычислительной сети (магистрального

или оконечного центра коммутации, концентратора терминалов, процессора сопряжения, главной ЭВМ). При этом функциональное назначение узлов может изменяться при развитии сети (введении новых узлов) и соответствующем изменении в ней. Это обеспечивается не зависящим от функционального назначения узлов механизмом передачи данных в сети, полностью распределенными механизмами маршрутизации, административного управления сетью и ее технического обслуживания.

В зависимости от объема реализации сетевых функций различаются три типа узлов:

1. С маршрутизацией, выполняющие функции маршрутизации в полном объеме. Узлы такого типа могут располагаться в любом месте сети и образовывать сети любой топологии.

2. Без маршрутизации, адресующие и принимающие информацию любого узла сети, но функции маршрутизации не выполняющие. Эти узлы выступают в качестве оконечных узлов сети, связанных одним каналом с одним узлом типа 1.

3. Этапа II, реализующие программное обеспечение DECnet этапа II. Такие узлы могут вести обмен лишь с теми узлами сети, с которыми они имеют прямой канал связи. Транзитная передача через такой узел стандартными сетевыми средствами не обеспечивается, но она может быть осуществлена на уровне прикладных пользовательских программ.

Сети DECnet этапа III обеспечивают соединение узла этапа II с одним или несколькими узлами с маршрутизацией или другими узлами этапа II, при этом доступны из сети будут лишь те узлы этапа II, которые имеют непосредственную связь хотя бы с одним узлом типа 1.

Архитектура сети DNA. Для реализации большинства функций уровней сети DNA фирмой DEC разработаны специальные протоколы, реализуемые с помощью пакетов DECnet. Структура вертикального взаимодействия протокольных модулей одного узла DECnet приведена ниже:

<i>Уровень</i>	<i>Протокольный модуль</i>		
Пользовательский	Административного управления сетью	Пользователя, взаимодействия с удаленной программой	Пользователя, доступа к удаленному файлу
Управления сетью	Управления сетью	-	-
Применения	-	-	Доступа к удаленному файлу
Служба и управление сессией	Сетевой службы		
Транспортный	Транспортный		
Канал передачи данных (КПрД)	Управления КПрД		
Физический	Контроллеров канала связи		

Некоторые авторы объединяют верхние три уровня DNA в один прикладной уровень, хотя существуют и другие подходы к толкованию архитектуры DNA.

Физический уровень. Известные реализации сетей DECnet поддерживают практически все широко применяемые стандартные протоколы физического уровня.

Это обеспечивает работу сетей с различными каналами связи — от низкоскоростных последовательных асинхронных до высокоскоростных параллельных синхронных межмашинных каналов, в двухточечных соединениях, в дуплексных и полудуплексных режимах. Функции протоколов физического уровня реализуются аппаратурой сопряжения с каналами связи для различных системных интерфейсов ЭВМ (Unibus, Q-bus) и драйверами каналов связи ОС различного типа (семейств RSX-11, microRSX, VMS, microVMS и др.).

Уровень КПрД. Для выполнения функций уровня фирмой DEC был разработан байт-ориентированный протокол DDCMP. Протокол предусматривает три фазы функционирования КПрД: стартовую, рабочую и технического обслуживания. Стартовая фаза необходима для установления начальных значений внутренних счетчиков и полученных модулей DDCMP. Последовательность обмена в стартовой фазе следующая. Станция, желающая инициировать КПрД, передает кадр STRT, после приема которого удаленная станция запрашивает разрешение на инициализацию КПрД у протокольного модуля более высокого уровня и в свою очередь передает кадр STRT. По получении ответного кадра станция-инициатор переходит в рабочую фазу, о чем сообщает передачей кадра STACK, в ответ на который удаленная станция передает кадр ACK и также переходит в рабочую фазу.

В рабочей фазе осуществляется передача информационных кадров с использованием алгоритма повторной передачи с положительным квитированием. При передаче информационному кадру присваивается номер, помещаемый в поле циклического номера кадра (NUM) заголовка кадра, вычисляются контрольные суммы и запускается таймер ожидания квитанции. При приеме кадра проверяются его контрольные суммы и номер NUM. При обнаружении в кадре искажений и соответствии NUM ожидаемому номеру приемная сторона возвращает номер полученного кадра в кадре ACK, подтверждающем правильный прием. Если передатчик не получит такого подтверждения за время тайм-аута ожидания квитанции, он повторно передаст информационный кадр.

В фазе технического обслуживания происходит обмен кадрами соответствующего формата, как в рабочей фазе, только кадры не нумеруются, не квитируются и повторно не передаются. Этот упрощенный режим используется протоколом технического обслуживания.

Для улучшения вероятностно-временных характеристик КПрД в протоколе предусмотрены следующие возможности: передача квитанций в поле RESP информационных кадров ответного сообщения; непрерывная передача до 256 информационных кадров без получения на них квитанции; повторная передача информационных кадров до истечения времени тайм-аута с помощью отрицательных квитанций (NAK); обмен короткими управляющими кадрами при передаче информационных кадров большой длины.

Форматы кадров DDCMP (в байтах) трех типов (информационный, управляющий, обслуживающий) приведены ниже:

Байт	Информационный	Управляющий	Обслуживающий
0	SOH	ENB	DLE
1,2	COUNT	CODE,TYPE	COUNT
3	RESP	NR	0
4	NUM	0	0
	SYN,	SELECT	

5	ADDR	ADDR	ADDR
6	BLKCHK1	BLKCHK1	BLKCHK1
8	DATA	-	1, DATA
...			
K+1	BLKCHK2	-	BLKCHK2

Здесь:

SON, ENB,	—	знаки кода ASCII, указывающие тип формата;
DLE	—	длина поля данных (1...16383);
COUNT	—	квитанция обратного направления передачи, содержащая номер последнего правильно принятого упорядоченного кадра;
RESP	—	циклический номер кадра (0...255);
NUM	—	используется в многоточечных конфигурациях КПрД для идентификации станции, которой адресован этот кадр;
ADDR	—	контрольная сумма заголовка;
BLKCHK1	—	контрольная сумма поля данных;
BLKCHK2	—	поле данных (1...16383 байт);
DATA	—	код причины кадра NAK;
CODE	—	тип управляющего кадра (ACK, NAK, REP, STRT, STACK);
TYPE	—	номер подтвержденного или запрашиваемого кадра (для кадров ACK, NAK, REP);
NR	—	флаг, используемый при необходимости синхронизации станций;
SYNC	—	флаг, используемый для управления передачей в полудуплексных и многоточечных конфигурациях каналов
SELECT	—	

Управление передачей осуществляется с использованием флага SELECT. В режиме полудуплексной передачи станции передают кадры попеременно, причем в последнем передаваемом кадре этот флаг указывает на разрешение начать передачу противоположной станции.

Кадровая синхронизация в DDCMP осуществляется подсчетом принятых символов, а начальная — с помощью знаков SYN. После того, как приемник опознал два знака SYN подряд, он ожидает один из трех открывающих кадров, указывающих тип формата кадра: ENB — управляющего, DLE — обслуживающего, SON — информационного.

Заголовок кадра любого формата имеет фиксированную длину, а заголовок информационного и обслуживающего форматов содержит поле, указывающее длину поля данных. Для предотвращения сбоя кадровой синхронизации из-за искажений в канале связи заголовки кадра и длина поля данных защищены отдельной контрольной суммой. Такой метод кадровой синхронизации исключает необходимость применения процедуры обеспечения полупрозрачности данных. Раздельные контрольные суммы позволяют осуществлять обработку управляющей информации кадра до начала

приема поля данных, а при передаче определять контрольную сумму поля данных до формирования управляющего поля.

Транспортный уровень. Обеспечивает маршрутизацию и коммутацию пакетов в узлах сети независимо от других по наилучшему на данный момент маршруту. Протокол транспортного уровня сети DNA выполняет следующие основные функции: маршрутизацию пакетов, защиту от перегрузок, контроль времени жизни пакетов, инициализацию транспортного протокола, тестирование каналов.

Маршрутизация. Распределенный децентрализованный алгоритм маршрутизации DNA является модификацией метода рельефа. Маршруты адаптируются только к изменению топологии сети, а информация о загрузке сети не учитывается. При генерации конкретной конфигурации сети в базу данных каждого узла заносятся стоимости каналов сети, максимально допустимые стоимость и число узлов путей, разрешенных в сети, а также частоты корректировки маршрутных таблиц узлов. Все узлы рассчитывают и хранят в своих базах данных для каждого исходного канала и каждого узла сети минимальную стоимость и минимальное число узлов пути через данный исходящий канал до узла-получателя.

Корректировка маршрутных таблиц осуществляется после особого события в узле (отказы и восстановление каналов и др.), а также периодически по истечении заданного администратором интервала времени. При периодической корректировке (на основе полученных от соседних узлов за истекший интервал маршрутных сообщений) генерируются новые маршрутные сообщения, которые передаются соседним узлам.

Защита от перегрузок необходима для предотвращения буферных ресурсов узла и достигается в DNA с помощью метода пакетов-заглушек, позволяющего плавно снижать трафик при возникновении опасности перегрузки. Если перегрузка сети все же наступила, пакеты начинают сбрасываться в моменты, рассчитываемые по правилу квадратного корня.

Контроль времени жизни пакетов осуществляется с помощью имеющегося в транспортном заголовке счетчика пройденных узлов, значение которого увеличивается на единицу. Если счетчик превышает длину максимально допустимого пути, пакет сбрасывается.

Формат (в байтах) заголовка пакета транспортного уровня следующий: RTFLG(1) — флаги маршрутизации, DSTNODE(2) — адрес узла получателя, SRCNODE(2) — адрес узла отправителя, FORWARD(1) — счетчик пройденных узлов.

Управляющие пакеты передаются только между соседними узлами и поэтому не имеют заголовка. Формат у них таков: тип пакета, адрес источника, управляющие данные. Для передачи между соседними узлами таких параметров, как номер версии и размер буфера, а также для осуществления инициации базы данных транспортного протокола применяется управляющий пакет "Инициализация". Для проверки установленных параметров используется пакет "Верификация". Для тестирования канала и соседнего узла (в момент, когда отсутствует трафик между соседними узлами) применяется управляющий пакет "Тест".

EISA

Системный интерфейс EISA — это альтернативный вариант интерфейса Micro Channel, предложенным в 1988 г. рабочей группой девяти фирм-производителей 16- и 32-разрядных ПЭВМ (AST, Compag, Epson, HP, NEC, Olivetty, Tandy, Wyse, Zenith). Фирмы Intel и Microsoft также внесли существенный вклад в разработку и поддержку архитектуры EISA (интерфейсные СБИС и программное обеспечение соответственно). Магистраль применяется большинством фирм-изготовителей ПЭВМ на основе микропроцессоров 80286, 80386, 80486.

Общая организация. Наиболее важные технические возможности EISA:

полная совместимость (включая конструктивную) с промышленным стандартом ISA (AT-bus) для 8- и 16-разрядных ПЭВМ;

раздельные 32-разрядные шины адреса и данных;

высокая тактовая частота передачи данных (8 МГц);

аппаратная поддержка операций арбитража;

автоматическое конфигурирование системы;

ПДП для 32-разрядных данных по всему диапазону адресов основной памяти (4 Гбайт);

наличие СБИС задатчика магистральной;

15 установочных мест расширения.

Эти особенности EISA обеспечивают: продление цикла жизни периферийного оборудования, рассчитанного на работу с XT- и AT-bus, ISA; использование в будущем программного обеспечения для ПЭВМ, совместимых с IBM PC/XT/AT; совместимость оборудования различных поставщиков благодаря открытости архитектуры; совершенствование технических решений в подклассе 32-разрядных решений ПЭВМ.

Новые сигналы магистральной EISA (расширяющие магистраль AT-bus до EISA) приведены ниже:

<i>Сигнал</i>	<i>Функциональное назначение</i>
BEO-BE3	Разрешение байтов. Используются для МП типов 80386, 80486
M/IO	Память/Ввод/Вывод (признак типа цикла)
START	Идентификация начала цикла магистральной
CMD	Разрешение управления временной диаграммой цикла магистральной
MSBURST	Признак групповой передачи от задатчика
SLBURST	Признак групповой передачи от исполнителя
EX32, EX16	Признак 32-, 16-разрядных данных модуля
EXRDY	Идентификация окончания цикла магистральной текущим задатчиком
MREQ k	Признак запроса на захват магистральной от k-го потенциального задатчика (возможно объединение запросов по ИЛИ)
MACK k	Признак разрешения на захват магистральной k-му задатчику
D16-D31	Данные (разряды 16-31)
LA2-LA16,	Адреса (небуферизованные разряды)
LA24-LA31	

Распределение сигналов по контактам нижней части специально разработанного для EISA соединителя, верхняя часть которого совместима с соединителями интерфейса AT-bus, дано ниже (механические ключи, устанавливаемые в нижней части соединителя, обеспечивают возможность корректного использования AT и EISA-совместимых модулей):

62-контактная часть соединителя

Вывод	Обозначение	Вывод	Обозначение
<i>Сторона А</i>		<i>Сторона В</i>	
A1	CMD	B1	GRD
A2	START	B2, B3	+5
A3	EXRDY	B4, B5	X
A4	EX32	B6	Kod
A5	GRD	B7, B8	X
A6	Kod	B9	+12
A7	EX16	B10	M/IO
A8	SLBURST	B11	LOCK
A9	MSBURST	B12	Res
A10	W/R	B13	GRD
A11	GRD	B14	Res
A12-A14	Res	B15	BE3
A15	GRD	B16	Kod
A16	Kod	B17, B18	BE2, BE0
A17	BE1	B19	GRD
A18	LA31	B20	+ 5
A19	GRD	B21	LA29
A20-A23	LA30, LA28 LA27, LA25	B22	GRD
A24	GRD	B23, B24	LA26, LA24
A25	Kod	B25	Kod
A26-A29	LA15, LA13 LA12, LA11	B26, B27	A16, LA14
A30	GRD	B28, B29	+ 5
A31	LA9	B30	GRD
		B31	LA10

38-контактная часть соединителя

C1	LA7	D1-D3	LA8, LA6, LA5
C2	GRD	D4	+ 5
C3, C4	LA4, LA3	D5	LA2
C5	GRD	D6	Kod
C6	Kod	D7, D8	D16, D18
C7-C10	D17, D19 D20, D22	D9	GRD
C11	GRD	D10-D12	D21, D23, D24
C12-C14	D25, D26, D28	D13	GRD
C15	Kod	D14	D27
C16	GRD	D15	Kod
C17, C18	D30, D31	D16	D29
C19	MREQ k (1)	D17, D18	+ 5
		D19	MAACK k (1)

П р и м е ч а н и е: Kod — ключ, Res — резервный, X — географическая адресация, (1) — отдельные линии, подводимые от основной платы к каждому соединителю магистрали.

ESDI

Общие сведения. Расширенный интерфейс малых устройств ESDI (Enhanced Small Device Interface) предназначен для организации взаимосвязи контроллеров (К) ВЗУ с малогабаритными накопителями (Н) на магнитных (НМД) и оптических (НОД) дисках.

Интерфейс ESDI является дальнейшим развитием широко распространенных фирменных стандартов ST506/ST412 для НМД типа "Винчестер". Первоначально предполагалось использовать этот интерфейс для малогабаритных НМЛ, однако, в результате анализа возможного применения в промышленности было решено отказаться от включения НМЛ в стандарт. Интерфейс ESDI обеспечивает скорость передачи данных до 24 Мбит/с. Логическая организация интерфейса предусматривает секторное размещение данных, определяет состав и назначение команд, а также информацию о состоянии и ответах устройства.

Функциональная организация. Линии интерфейса распределены по двум соединителям кабелей управления и данных следующим образом:

Кабель управления

Источник		Сигнал НМД	Сигнал НОД	Номера контактов сигнал земля	
К	Выбор головки	2(3)	-	2	1
К	Выбор головки	2(2)	-	4	3
К	Строб записи		-	6	5
Н	Конфигурация/Данные	состояния	-	8	7
Н	Подтверждение передачи		-	10	9
Н	Внимание		-	12	11
К	Выбор головки	2(0)	-	14	13
Н	Сектор/Адресный маркер	найден	Сектор	16	15
К	Выбор головки	2(1)	-	18	17
Н	Индекс		-	20	19
Н	Готов		-	22	21
К	Запрос передачи		-	24	23
К	Выбор накопителя	2(0)	-	26	25
К	Выбор накопителя	2(1)	-	28	27
К	Выбор накопителя	2(2)	-	30	29
К	Строб чтения		-	32	31
К	Данные команды		-	34	33

Кабель данных

Н	Накопитель выбран	-		1
Н	Сектор/Адресный маркер	найден	Сектор	2
Н	Команда завершена		-	3
К	Адресный маркер разрешен		Резерв	4
	Земля		-	5
К	+/- Синхросигнал записи		-	7/8
	Земля		-	9
Н	+/- Синхросигнал чтения/		-	10/11
	синхросигнал контроля		-	12
К	+/- Данные записи		-	13/14
Н	+/- Данные чтения		-	15/16
Н	Индекс		-	17/18

Примечание. Знак - указывает, что сигнал НОД соответствует назначению сигнала НМД, +/- — дифференциальный сигнал, К — контроллер, Н — накопитель.

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	*	P
Функция				*	Модификатор				*	0	0	0	0	0	0	0	*	P
Функция				*	Модификатор												*	R
Функция				*					*								*	P

Функция	Команды НМД	Команды НОД	М	СИ	Пар
0000	Поиск	Поиск	Н	Н	Н
0001	Перекалибровать	Перекалибровать	Н	Н	Н
0010	Запрос состояния	Запрос состояния	Д	Д	Н
0011	Запрос конфигурации	Запрос конфигурации	Д	Д	Н
0100	Выбор группы головок*	Резерв	Н	Н	Д
0101	Управление	Управление	Д	Н	Н
0110	Смещение строки данных*	Смещение для восстановления данных*	Д	Н/Д	Н
0111	Смещение дорожки*	Смещение дорожки*	Д	Н	Н
1000	Запустить диагностику*	Запустить диагностику*	Н	Н	Д
1001	Установка байт/сектор*	Резерв	Н	Н	Д
1010	Установка старшего разряда команды*	Установка старшего разряда команды*	Д	Н	Д
1011	Резерв	Форматировать	Н	Н	Н
1100	Резерв	Резерв	-	-	-
1101	Резерв	Резерв	-	-	-
1110	Установка конфигурации*	Установка конфигурации*	Д	Д	Н
1111	Резерв для снапления	Резерв для снапления	-	-	-

Линии управления контроллера. Сигналы на линиях "Выбор накопителя" должны декодироваться для обеспечения выбора заданного накопителя и мультиплексирования остальных линий контроллера. Состояние линий 000 означает отсутствие выборки.

Сигналы на линиях "Выбор головки" позволяют выбрать номера головок в пределах 0...15. Сигнал на линии "Строб записи" разрешает запись данных на диск, создавая интервал между записями и помещая служебную информацию. Сигнал на линии "Строб чтения" позволяет читать данные с диска и может выдаваться во время нахождения головки над полем синхронизации декодеров чтения данных. При представлении команды по линии "Данные команды" передаются последовательно 16 бит команды и бит контроля по четности. Передача управляется взаимоблокируемыми сигналами "Запрос передачи" и "Подтверждение передачи", которые используются и при передаче данных конфигурации и состояния. Радиальная линия "Адресный маркер разрешен" используется как дополнительное средство для записи или чтения адресного маркера. Использование всех *линий управления* накопителя разрешается только для выбранного накопителя. Сигнал на радиальную линию "Накопитель выбран" выдается тем накопителем, адрес которого был указан сигналами на линиях "Выбор накопителя". Сигнал на линии "Готов" указывает, что шпиндель накопителя набрал необходимые обороты. По линии "Конфигурация/Данные состояния" в соответствии с запросом от контроллера передаются последовательно 16 бит данных и бит контроля по четности. Сигнал на линии "Подтверждение передачи" взаимоблокируется с сигналом "Запрос передачи" при сопровождении данных команды, конфигурации и состояния. Сигнал на линии "Внимание" выдается накопителем для того, чтобы контроллер выдал запрос на передачу стандартных данных состояния. Сигнал "Индекс" выдается накопителем один раз в начале каждого оборота. Сигнал "Сектор/Адресный маркер найден" должен выдаваться по обоим кабелям и указывать для диска с жестким сектором начало сектора, а для диска с мягким сектором — конец адресного маркера. Сигнал на радиальной линии "Команда завершена" позволяет передавать конечные данные состояния без переВыборки накопителя.

Все линии передачи данных являются радиальными и дифференциальными по исполнению. Данные для записи на дорожку передаются от контроллера по линиям "Данные записи" и побитно синхронизируются сигналами на линиях "Синхросигнал записи". Ранее записанные на диск данные считываются и передаются контроллеру по линиям "Данные чтения" в сопровождении сигнала "Синхросигнал чтения", который действителен при наличии сигнала на линии "Строб чтения". Сигнал "Синхросигнал контроля" действителен после выдачи сигнала "Готов". Изменение сигналов на линии "Синхросигнал чтения/Синхросигнал контроля" происходит без помех, но с возможным пропуском синхроцикла.

Физическая реализация. В интерфейсе используется три вида электрических соединений для линий: управления, данных и электропитания с 5 и 12 В постоянного тока. Для линий управления используются ТТЛ-передатчики с открытым коллектором и приемники на триггерах Шмитта. Уровни сигналов: лог.1 — 0 В и лог.0 — 2,5 В. Для линий данных используются дифференциальные передатчики и приемники (в том числе по стандарту RS-422).

В линиях управления и данных используется плоский кабель, обеспечивающий удаление накопителя от контроллера до 3 м. Рекомендуются двухрядные с шагом 2,54 мм торцевые соединители для печатных плат или экранированные соединители с запаиваемыми в плату контактами на 34 и 20 контактов. Для линий электропитания постоянного тока рекомендуются четырехконтактные соединители.

ESSS

Интерфейсная система ESSS — (ESONE Stady Small System) для гибких дешевых лабораторных и промышленных систем, в частности для автоматизации супермощных ускорителей, разработана группой по малым системам комитета ESONE на основе стандарта на интерфейс Eurobus. Система получила название ESSS, E3S. Проект системы был рассмотрен на сессии ESONE и принят для апробации в заинтересованных организациях. Он содержит спецификацию интерфейса, принцип компоновки и основы программного обеспечения.

Общая организация. Минимальной структурной единицей системы является крейт единичной высоты (3U) без арбитра с одним задатчиком и несколькими исполнителями, работающими в 16-разрядном адресном пространстве. Система может содержать максимум семь крейтов двойной высоты (6U), причем каждый имеет арбитра, модуль связи с крейтом (сегментатор) и несколько процессоров-задатчиков и исполнителей, работающих с 16-разрядными данными и 24-разрядными адресами.

Различные варианты компоновки (блочный, узловой, кассетный, с защищенным доступом и без него, с 16- и 24-разрядными адресами) позволяют оптимизировать конкретные реализации систем.

В интерфейсе предусмотрены два формата адресации: 16- и 24-разрядный. Для управления адресацией используются линии: две — признаков модификации адреса (16 и 24 разрядов); признака побайтной передачи адреса; две — для дополнительного уточнения байта при адресации байта в слове (младший или старший байт), а при полном слове — для уточнения отношения к области адресации (обычных адресов или псевдоадресного пространства); для сигнализации отказа питания.

Протокол интерфейса соответствует протоколу интерфейса Eurobus; значения кодов, управляющих адресацией, изменились; значение сигнала на линии признака старшего байта адреса зарезервировано.

В однокрейтовых системах область 24 разрядов адреса может использоваться полностью. В многокрейтовых системах область 16М делится между крейтами, причем три старших разряда определяют номер крейта. Векторная адресация используется только в области псевдоадресов. Для обеспечения совместимости модулей предусмотрены единая для всех модулей схема распределения адресов и векторов прерывания в области псевдоадресов и единый формат регистра управления и состояния (РУС) для каждого логического канала, под которым понимается функциональный узел модуля. Все модули должны иметь несколько переключателей для установки адресного поля Н8...Н12 модуля.

Из 256 регистров модуля самые младшие (R0...R7) резервируются для выполнения функций всего модуля. В модулях, где регистры R4...R7 не требуются, эти адреса используются в области векторов прерывания.

Каждый модуль имеет в общем случае не менее одного логического канала, представляющего собой последовательность адресуемых регистров, обозначаемых относительно начала адресного массива в канале. Некоторые модули содержат несколько идентичных или различных каналов, обычно не зависящих друг от друга. Все каналы должны иметь одинаковое число адресов, даже если они не используются.

Обязательно для каждого канала наличие РУС. Распределение регистров канала следующее: 0 — регистр РУС, 1 — регистр данных, 2 — регистр прерываний,

остальные последовательно адресуемые регистры (адрес памяти, счетчик слов, дополнительное состояние и т.д.).

Подпрограммы имеют полуформальное описание и предлагаются как вариант для использования в качестве основы для реализации будущих стандартов. Подпрограммы разбиты на следующие уровни:

цикла — описывает необходимые аппаратурные особенности модулей (циклы в канале и на магистрали);

модуля — описывает каждый процессорный модуль в подходящем формате, а также взаимодействие модулей в системе (функции операционного взаимодействия каналов и модулей в системе);

канала — описывает таблицу конфигураций системы, содержащую адреса РУС для каждого канала каждого модуля (функции резервирования и освобождения канала, подключения и отключения от регистра прерывания канала, активации канала, отправки и получения сообщения).

Для тестирования модулей используется минимальный вариант языка Бейсик со следующими рекомендациями: применяются символы ASCII с контролем четности: конец строки указывается символом "Возврат каретки", после которого следует символ "Перевод строки". Кроме того, определены типовые правила написания программ, а также состав каналов универсального тест-модуля общего назначения (АЦП, ЦАП, 24-разрядный регистр ввода-вывода, программируемый генератор импульсов и т.д.).

Физическая реализация. Интерфейс по основным конструктивным решениям аналогичен системе Eurobus со следующими ограничениями: две высоты печатных плат 100 и 233,35 мм и одна, глубина 220 мм; шаг модулей 20,32 мм; арбитр крейта имеет трехрядный разъем и занимает крайнюю левую позицию крейта (в обычных модулях используются разъемы, но без среднего ряда).

Eurobus

Стандарт на интерфейсную систему Eurobus разработан по заданию министерства обороны Великобритании. Британский институт стандартов перевел его в национальный стандарт и передал международной организации по стандартизации ISO в виде проекта ISO/TC97/SC13. Комитет ESONE (группа по изучению малых систем) одобрил данный проект в качестве основы базы для своего нового стандарта на мультимикропроцессорные системы, основанные на использовании унифицированных модулей, реализуемых на Европлатах, разъемов по МЭК 603-2 (1980 г.). Стандарт ориентирован на создание простых однопроцессорных, многопроцессорных систем для применения в промышленности и в лабораторных исследованиях.

Общая организация. Стандарт обеспечивает построение систем, использующих: 8-разрядные микропроцессоры и малые европлаты (100x160 мм) с передачей 8-разрядных данных, управляющие несколькими ПУ; 16-разрядные микропроцессоры и несколько интеллектуальных ПУ с логической связью, реализованных на средних европлатах; 24-разрядные системы третьего поколения и 32-разрядные системы следующего поколения. Минимальной структурной единицей системы, единичная высота которой 3И, является каркас, а максимальной — четырехкаркасные системы. Возможно применение специального кодирующего устройства, обеспечивающего

жесткую привязку модуля к определенному местоположению. В известной мере это решает проблему географической адресации.

Использование асинхронной системы передач и оригинальной процедуры централизованного арбитража позволяет эффективно взаимодействовать модулям с различными быстродействием и мощностью, а также сокращает среднее время обмена данными.

Отличительной особенностью стандарта является тщательное определение механических, электрических и временных характеристик, а также описание интерфейсных БИС.

Ниже приведены линии сигналов интерфейса Eurobus:

<i>Линия</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Число линий</i>	<i>Назначение</i>
Информационные			
Адрес/данные	H(00)...H(N)	$N = 8k + 2$ ($n = 1...4$)	Передача адреса и данных
Работа с байтами	Byt Wk	1	Идентификация слова на линиях H
Байт/адрес	Byt Ad	1	Уточнение адреса на линиях H
Синхронизации и управления обменом			
Синхронизация здатчика	CcBn	1	Указание о начале цикла
Синхронизация исполнителя	CcRes	1	Указание об опознании адреса исполнителем
Окончание цикла	CcFin	1	Управление оконча- нием цикла
Арбитража			
Запрос задатчика	Rq(k)	$k = 20$	Запрос доступа к арбитру
Разрешение доступа	BusGr	1	Доступ к магистрالي имеется, разрешен арбитраж
Подтверждение разрешения	BusAcq	1	Задатчик захватил магистраль
Прерывание	It	1	Запрос прерывания здатчика арбитражу
Системные			
Общий сброс	Rs	1	Общий сброс модулей на магистралах
Переключение магистрала	CcDeal	1	Устанавливает сегментатор каркаса
Приостанов цикла	CcAbort	1	Приостанов арбитраж неудачного цикла

В основном варианте используется 18 мультиплексируемых линий Адрес/данные. Разряд 0 соответствует младшему разряду слова. Все сигналы взаимодействуют по системе запрос-подтверждение. Арбитр управляет подключением к магистралам и прекращает запрещенные или идущие со сбоями циклы. Процедура арбитража совмещена по времени с циклом передачи данных.

Задатчик может проводить монопольный режим передачи до тех пор, пока арбитр не снимет разрешение или не истечет заданный интервал времени. Экстренный приостанов цикла производится по специальной линии (Приостанов цикла), управляемой арбитром.

Основные циклы связи модулей: чтение; запись; вектор (для передачи адреса исполнителя в задатчик); прерывание (между задатчиком и арбитром). Циклы чтения, записи и вектора могут проходить в режимах сохранения и удержания. Первый режим связан с монопольным владением магистралью и ее освобождением по требованию арбитра, второй — с модификацией данных между циклами чтения и записи и ограничен только по времени.

Приостанов цикла применяется обычно для вмешательства арбитра при различных нарушениях нормального процесса на магистрали: при изменениях протоколов обмена, формы сигналов и т.п.

Расширение системы до нескольких каркасов производится с применением сегментаторов каркаса. Сегментатор анализирует прямые связи каркасами и может запрашивать один из арбитров соседних каркасов для его отключения или прекращения связи между каркасами.

Поликанальные операции (при расширениях магистрали) осуществляются с помощью одноплатных сегментаторов в каждом каркасе, обеспечивающих одно-или двунаправленную связь. Основные протоколы позволяют одновременно в сегментаторах распознавать адреса на каждом из двух направлений, с которыми они связаны. Это дает возможность модулям, находящимся в разных каркасах, вступать в прямую связь.

Адресация. Предусмотрены режимы с различными полями: $8 + 2$, $16 + 2$, $24 + 2$, $32 + 2$ разрядов адреса. В основном 18-разрядном варианте 16 разрядов используются для указания адреса исполнителя, еще два разряда уточняют адрес. Область нормальных адресов (NAS) используется для адресации к ЗУ и идентификации 16- и 8-разрядных слов, а область псевдоадресов — для адресации ПУ или модулей ввода-вывода. Разряды H00...H15 определяют адрес в 64К-словном блоке, а разряды H17 и H18 — номер страницы в общем 256К-адресном пространстве. Следует заметить, что байтовые операции в области псевдоадресов невозможны.

Адреса векторов можно размещать в любой области адресов, однако существуют рекомендации относительно использования последних с целью защиты областей, предназначенных для программ и информации. Кроме того, при работе с ПУ упрощается расшифровка вектора.

Физическая реализация. Конструктивы системы соответствуют стандартам IEC 297, IEC TC48D, IEC 603-2. В основном варианте предложен размер европлаты 233, 35x160 мм и шаг установки в каркасе 20,32 мм. В каркасе можно использовать высоты 3U и 6U, а также смешанные варианты. Соединители — накладного типа по IEC 603-2 C64 (два крайних ряда из трехрядного соединителя C96). При расширении сигналов по двум разъемам платы нижний из них используется для интерфейса, а верхний — для связей с ПУ и для других специальных сигналов потребителя.

Уровни сигналов соответствуют уровням ТТЛ. Для магистрали регламентированы: длина связей (500 мм); максимальное число ответвлений (20); длина линии расширения интерфейса (пассивное - до 300 мм), ограничения на электрические характеристики, обусловленные синхронизацией. Для реализации требуемых характеристик предусмотрены варианты размещения интерфейсных БИС на плате.

Разработано два типа интерфейсных БИС: управления и байта данных. Каждая БИС реализована в 40-выводном корпусе со штыревыми выводами, имеет питание +5 В, потребляемую мощность 0,6 Вт, реализует протокол с предельным быстродействием. Интерфейсные БИС выполняют режим запрос-подтверждение во всех циклах, дешифрацию адреса модуля, прямой доступ к памяти и прерывание, взаимодействие задатчика с арбитром, формирование сигналов. Они содержат 16-разрядный счетчик, имеют выходы с тремя состояниями и автоматическим переключением при неисправностях питания и при опасных помехах на магистрали и другую логику для отказов.

Интерфейсные БИС данных — это 8-разрядный драйвер с входным и выходным буферами данных и дополнительными регистрами; БИС управления имеет схемы обработки двух дополнительных расширяющих адреса разрядов.

Eurobus ESONE

Интерфес Eurobus ESONE разработан в 1980 г. группой по малым системам комитета ESONE, которая, несколько переработав оригинал, предложила его для рассмотрения в качестве нового стандарта малых многопроцессорных систем. Число шин для адреса данных ограничено 18, а сигналы Adm (1) и Adm (0) исключены. В интерфейсе используются четыре размера печатных Европлат (две глубины 160 и 220 мм и две высоты 100 и 233,35 мм), пять типов конструктивной реализации модулей в виде плат и блочные варианты с передними панелями для размещения органов управления, индикации и коммутации.

FASTBUS

Общие сведения. При разработке интерфейсной системы Fastbus (IEEE P960) наиболее полно были учтены все новые тенденции: высокая скорость передачи данных в асинхронном и синхронном режимах с обеспечением последнего при блочных передачах; простота организации быстрого сканирования негруппированных данных; единый протокол операций во всей системе, в том числе возможность операций с несколькими исполнителями одновременно; 32-разрядное адресное пространство и 32-разрядные данные; гибкая логическая и географическая адресация; децентрализованный арбитраж; модульность конструкции; надежное тестирование системы; практически неограниченное развитие системы при производительной структуре.

Общая организация. Структурная схема системы состоит из отдельных сегментов, содержащих магистраль, к которой подсоединяются модули. Конструктивно сегменты могут быть выполнены в виде крейтов (крейтовый сегмент) или могут представлять кабель с соответствующими отводами для подключения отдельных устройств (кабельный сегмент). Связь между сегментами осуществляется межсегментными соединителями или сегментаторами. К сегменту подключаются устройства двух классов: задатчики (М), инициирующие операции, и исполнители (S), отвечающие на команды задатчиков. К одному сегменту может быть подключено несколько задатчиков.

Логическая и функциональная организация. Ниже приведены линии интерфейса. Линии адреса и данных объединены; синхронизация адреса и данных на них осуще-

ствляется парами сигналов AS и AK, DS и DK, которые сохраняются до конца операции. Во время цикла данных задатчик выставляет соответствующий сигнал на линию AD для операций чтения или данные на линии AD для операций записи, затем синхросигнал DS. Операция заканчивается снятием задатчиком всех сигналов с линий, включая AS. В ответ исполнитель снимает все свои сигналы с линий, включая AK.

Наименование	Обозначение	Число линий	Назначение
Информационные			
Адрес/Данные	ADO...AD31	32	Передача адресов в данных
Четность	PA	1	Разряд четности для информации
Разрешение четности	PE	1	Признак наличия разряда четности
Синхронизация	AS	1	Задатчик инициирует цикл адреса
Подтверждение адреса	AK	1	Ответ исполнителя во время цикла адреса
Синхронизация	DS	1	Задатчик инициирует цикл данных
Подтверждение данных	DK	1	Ответ исполнителя во время цикла данных
Управления обменом			
Управление	GLO...GL2	3	Указание типа и режима обмена
Чтение	RD	1	Указание направления передачи данных
Ожидание	WT	1	Задержка операции
Управления адресацией			
Разрешение географического адреса	EG	1	Разрешение географической адресации
Географический адрес	GA00...GA04	5	Задание адреса модуля согласно его расположению в каркасе
Арбитража			
Вектор арбитража	AL	6	Указание уровня приоритета задатчика
Запрос арбитража	AR	1	Запрос цикла арбитража
Подтверждение арбитража	GK	1	Установка управления сегментом
Запрет запроса арбитража	AI	1	Признак наличия необслуженных запросов
Разрешение	AG	1	Разрешение цикла арбитража
Системные			
Сброс шины	RB	1	Установка модулей сегмента в исходное состояние
Останов шины	BH	1	Удержание шины в неактивном состоянии
Последовательная передача	TX	1	Передача информации при диагностике
Последовательный прием	RX	1	Прием информации при диагностике
Вспомогательные: цепочка, левый/правый	DL/DR	3/3	Операции, не относящиеся к нормальному протоколу
Резервные	R	24	

В системе могут осуществляться следующие типы передач: блочные, в которых цикл адреса сопровождается несколькими циклами данных; смешанные, когда после одного цикла адреса следует несколько циклов с передачей данных в разных направлениях; параллельные на отдельных сегментах, причем задатчик одного сегмента во время операции может быть связан с исполнителем на другом сегменте.

Передача данных может осуществляться в двух режимах: асинхронном с использованием квитирования; синхронном без квитирования, причем при блочной передаче сигналы DS служат тактирующими для исполнителя, а для достижения максимальной скорости смена передачи данных на линиях AD осуществляется по фронту и срезу сигнала DK. При этом сигнал DK от исполнителя может служить для счета слов при записи или для стробирования данных при чтении.

Операция арбитража необходима для передачи управления задатчику, желающему инициировать операции и выставляющему сигнал запроса на линию AR. При определенных условиях контроллер таймирования арбитража или системный контроллер инициирует цикл селекции, выставляя сигнал AG. Задатчики, запрашивающие выход интерфейса, выставляют на шесть линий AL свой вектор прерывания (уровень приоритета). Далее задатчики производят поразрядное сравнение своего заданного вектора с кодом, присутствующим на линиях AL, и задатчики с меньшими уровнями приоритета снимают свои сигналы с линий AL. В результате интерфейс захватывает задатчик с высшим приоритетом из задатчиков, запросивших одновременно интерфейс. При условии, что интерфейс свободен, АТС снимает сигнал AG, а в ответ задатчик, получивший по приоритетному праву интерфейс, выставляет сигнал GK и становится текущим задатчиком магистрали.

В начале цикла арбитража системный контроллер выставляет сигнал AI и снимает его после того, как не останется ни одного не удовлетворенного запроса от задатчиков, участвующих в данном цикле арбитража. Этот сигнал может быть использован задатчиками, работающими в режиме "Гарантированный доступ", для запрета сигналов AR.

Сигналы GL (двоичный код) в цикле адреса определяют следующие типы соединения: 0 — отдельное устройство/область данных; 1 — отдельное устройство/область управления; 2 — несколько устройств/область данных; 3 — несколько устройств/область управления; 4...7 — резервные коды. Сигналы DL в цикле данных определяют следующие режимы передачи данных: 0 — произвольные данные; 1 — блочная асинхронная передача; 2 — расширенный адрес; 3 — блочная синхронная передача; 4...7 — резервные коды.

Основным видом адресации является логическая, при которой все адресное поле делится на внутренний адрес (IA) и адрес устройства (DA). Старшие разряды DA образуют адрес группы GP, а младшие — адрес модуля MA. Один сегмент содержит одну или более групп. При географической адресации используются линии GA. Выводы контактов на сегменте соединяются таким образом, чтобы сформировать двоичный код, совпадающий с номером места модуля в крейте или на кабельном сегменте. Специальный формат адреса используется для передач, когда одновременно адресуются несколько исполнителей ((групповая адресация).

При расширенной адресации во время цикла данных передается внутренний адрес выбранного исполнителя для последующего цикла передачи данных (ступенчатая адресация). Все адресуемое пространство системы разделено на области данных и управления, что обеспечивает дополнительную защиту наиболее важной информации,

смежное расположение областей данных отдельных модулей (сквозная адресация), а также стандартизацию назначения регистров управления и состояния и их отдельных разрядов. Расширенная (ступенчатая) адресация позволяет иметь в пространстве управления до 2^{32} регистров.

Физическая реализация. Конструкции модулей и крейтов зависят от вида охлаждения: тип А — при воздушном, типа W — при водяном. Основные размеры крейтов и модулей, мм:

	<i>Тип А</i>	<i>Тип W</i>
Габаритные размеры крейта	483х354, 8х438	483х400х406,4
Размер окна в крейте	431,8х323,3	431,8х323,3
Расстояние между модулями	16,51	21,8
Число мест в крейте	26	20
Размеры платы модуля	413х322,6	413х322,6

Используемые ЭСЛ-схемы способны работать на нагрузку 50 Ом. Это позволяет четко регламентировать динамические характеристики обмена по интерфейсу и получать при синхронных передачах предельное быстродействие 80 Мбайт/с. Применение ЭСЛ-схем привело к ограничениям на разводку кроссплат, ответвлений, сигнальных и обратных линий (не менее одной на четыре сигнальные).

Для обеспечения работы крейтов с полным заполнением модуля предусмотрено использование следующих номиналов питающих напряжений и соответствующих им токов:

<i>Крейты</i>	<i>Тип А</i>	<i>Тип W</i>
Основные	+ 5 В, 300 А - 5,2 В, 300 А - 2 В, 200 А	- 2 В, 5 А
Вспомогательные	+ 15 В, 50 А - 15 В, 50 А	+ 15 В, 20 А - 15 В, 20 А
Дополнительные	+ 28 В, 50 А	+ 28 В, 75 А

Мощность, рассеиваемая одинарным модулем, — не более 75 Вт, мощность, рассеиваемая крейтом, — не более 1920 Вт.

FDDI

Общие сведения. Разработанный комитетом Х3Т9.5 ANSI в 1985 г. интерфейс (в настоящее время МOC 9314) на ЛВС, названную распределенным волоконно-оптическим интерфейсом данных (FDDI, Fiber Distributed Data Interface), определяет кольцевую ЛВС с передачей маркера. Интерфейс предназначен для использования в следующих областях: организация взаимодействия высокопроизводительных ЭВМ между собой и с периферийными устройствами; применение в качестве магистральной высокоскоростной сети, к которой через мосты подключаются низкоскоростные ЛВС; автоматизация промышленных предприятий и учреждений.

Стандарт МOC 9314 основывается на IEEE 802.5 и отличается от него следующим: использование волоконно-оптического кабеля (ВОК) вместо КК; скорость передачи 100 Мбит/с; отсутствие диспетчера, выполняющего мониторинговые функции; использование

приоритетной схемы доступа, основанной на протоколе временного обращения маркера; наличие двуринного кольца, позволяющего повысить живучесть сети.

В FDDI используется ВОК с источником излучения на волне длиной 1300 нм и скоростью передачи информации 100 Мбит/с. Обеспечивается подключение до 500 станций на расстояние до 100 км (при расстоянии между станциями 2 км).

Для кодирования используется групповой код "четыре из пяти" (4B/5B), в котором каждая группа из четырех бит преобразуется в 5-битовый код (символов) для выдачи в канал. Данный код снижает эффективную скорость передачи данных и требует скорости передачи электрических сигналов в кабеле 125 Мбит/с.

Метод синхронизации символов, принятый в FDDI, ограничивает максимальную длину кадров размером 4500 октетов; при получении станцией права на доступ к среде может быть передано более одного кадра.

Для повышения надежности используются два кольца, передающих информацию в противоположные стороны. Одно из колец может быть запасным. Его можно использовать и для передачи информации. Станции, требующие повышенной надежности подключения (типа А), присоединяются непосредственно к двум кольцам FDDI. Высокая надежность обеспечивается применением обходных переключателей, позволяющих отключить неисправную станцию, и соединителей, реализующих непосредственное подключение к двум кольцам двух дуплексных ВОК. Для станций, не требующих повышенной надежности подключения (типа В), используется обычно один дуплексный ВОК. Для этого применяются концентраторы, обеспечивающие подключение нескольких станций типа В к двум кольцам с использованием обходных переключателей и соединителей. В случае обрыва одного из ВОК происходит автоматическая реконфигурация сети таким образом, что кольцо, соединяющее все станции, получается в 2 раза длиннее.

Общая организация. В стандарт входят следующие документы, определяющие:

9314/3 — PMD ("Интерфейс, зависящий от физической среды") — составную часть физического уровня, ВОК, соединители, электронно-оптический интерфейс;

9314/1 — PHY ("Физический уровень") — кодирование/декодирование информации и механизм восстановления тактовой частоты;

9314/1 — MAC ("Управление доступом к среде") — протокол передачи маркера по кольцу. Протокол основан на стандарте IEEE 802.5, адаптированном для работы в скоростной среде. Основным отличием протокола является стратегия передачи маркера после того, как станция закончила передачу. Для FDDI он передается немедленно после отправки последнего пакета. Согласно стандарту 802.5 станция высылает маркер только после возвращения по кольцу первого посланного пакета;

SMT ("Управление станцией") — процедуры административного управления работой кольца.

Выделяются два класса услуг протокола:

синхронные, используемые станциями для передачи информации в реальном масштабе времени и гарантирующие требуемое время доступа к каналу, при этом синхронная передача может начинаться сразу после получения маркера;

асинхронные для быстрой передачи маркера по кольцу (синхронные станции не ведут передачу).

Поддержка синхронных услуг реализуется за счет введения ограничений на время обращения маркера. В момент инициализации каждая станция запрашивает такое время обращения маркера, которое обеспечивает ее требования по синхронным

услугам. Наименьшее запрашиваемое станциями время является системным параметром и используется для поддержания требуемого для услуг времени. В действительности каждая станция должна запрашивать только половину требуемого времени обращения маркера. Как правило, для передачи синхронных данных выделяется лишь часть общей пропускной способности сети, так как при выделении всей полосы пропускания произойдет блокирование асинхронных станций. Одной из функций управления станциями является определение пропускной способности, доступной для передачи асинхронных и синхронных данных.

Режим функционирования кольца:

без ограничения (основной режим), при котором управление передачей осуществляется следующим образом: при своевременном поступлении маркера включается основной таймер и начинают передаваться синхронные пакеты в пределах выделенной полосы пропускания, затем запускается другой таймер контроля и передаются асинхронные пакеты до выключения этого таймера.

В пакетном режиме информация по кольцу передается в кадре, формат которого следующий (в символах): P(2) — преамбула, SD(2) — разделитель начала кадра, F(2) — поле управления кадром, SA(2 и 6) — адрес отправителя, DA(2 и 6) — адрес получателя, D — информация, FSC(8) — контрольная последовательность кадра, ED(1) — разделитель кадра, F(3) — поле состояния кадра.

Право на передачу кадра дает получение маркера, формат которого следующий (в символах): P, SD, FC, ED.

FDDI-II

Первоначально FDDI-I предназначалась в основном для передачи данных. Для использования FDDI в интегральных сетях передачи данных, речи и видеоизображений комитетом X3T9.5 предложена новая версия, названная FDDI-II, которая дополнительно регламентирует режим коммутации логических каналов и улучшение характеристик обслуживания данных и речи.

Для работы в режиме коммутации логических каналов в кабеле выделяется 16 изохронных каналов со скоростью передачи 6,144 Мбит/с. Каждый синхронный канал может подразделяться на несколько подканалов с шагом 8 Кбит/с (для 8, 64, 384 Кбит/с, 1,536 и 2,048 Мбит/с или их комбинации) с целью обеспечения требования на телефонные системы Америки и Европы. Несколько изохронных каналов могут объединяться для передачи информации в более широком частотном диапазоне (например, видеоизображения).

В режиме коммутации каналов данные передаются в формате цикла, создаваемого диспетчерской (главной) станцией с помощью внутренней или внешней синхронизации. Вначале кольцо иницируется в режиме коммутации пакета. Для работы в комбинированном режиме несколько станций конкурируют за право быть главной станцией и распределять циклы. Циклом является передающая последовательность, повторяемая через 125 мкс. В зависимости от размеров кольца в нем могут циркулировать несколько циклов. Цикл состоит из четырех основных частей (в символах): P(1) — преамбула, CH(20) — заголовок цикла; PDG(32) — пакетная группа данных; CGO(32) — CG96(32) — циклические группы 0...96. Длина цикла равна 15625 бит.

Заголовок имеет следующие форматы (в символах): CD(2), P0(1)...P15(1) — программируемая группа i ($i=0...15$), CS(1). Преамбула используется для синхронизации станций сети — заголовок цикла содержит информацию об отображении пропускной способности сети 98, 304 Мбит/с в пропускную способность в изохронных каналах 6,144 Мбит/с для организации службы коммутации пакетов и логических каналов.

Разделитель начала цикла состоит из уникальной последовательности символов, однозначно идентифицирующих начало цикла. Программируемые группы P(0)...P(15) обеспечивают индикацию использования тактов в 96 циклических группах в соответствии с режимами (коммутация пакетов или каналов).

Последовательность циклов указывает порядок следования циклов от 16 до 255) и используется при выделении каналов и управлении кольцевой сетью. Значения 0...16 используются для индикации нестандартных режимов работы (например, выбор новой главной станции взамен отказавшей).

Пакетная группа данных обеспечивает минимальные возможности коммутации пакетов и имеет полосу 1,024 Мбит/с.

Каждая циклическая группа состоит из 16 временных тактов (по 8 бит в байте), которые могут, внутри циклических групп назначаться под коммутацию как пакетов, так и каналов. Причем алгоритм выделения каналов требует, чтобы определенный байт (K) был одинаково назначен в каждой группе. Таким образом, назначение на каждый канал группы из 96 байт эквивалентно созданию канала с пропускной способностью 6,144 Мбит/с.

В режиме коммутации пакетов станции работают так же, как и в режиме, определенном стандартом на FDDI-I, и им может быть доступна полоса пропускания 100 Мбит/с (при условии неустановленных изохронных каналов).

Для перехода в режим гибридной коммутаций станция, ставшая главной (обычно с наибольшим номером), ожидает прихода маркера и генерирует последовательность цикла. Заголовок цикла при этом индицирует, что все изохронные каналы пакета подготовлены под коммутацию пакетов. Затем главная станция генерирует новый маркер в виде пакетной группы данных. Станции, распознавая начальную последовательность цикла, переходят в режим гибридной коммутации.

Для установления изохронного канала между двумя станциями станция-инициатор обращается к службе назначения каналов по протоколу станционного управления. Эта служба после получения запроса либо удовлетворяет его, уменьшая полосу пропускания за счет службы коммутации пакетов, и указывает расположение выделенного канала, либо отвергает запрос об указании причины отказа. После установления канала станция-инициатор вызывает запрашиваемую станцию путем послышки специального пакета по каналу коммутации пакетов. Установленный канал может использоваться в дуплексном режиме. Закончив обмен данными, станция-инициатор выдает соответствующую информацию службе распределения каналов, которая возвращает канал в общий пул каналов. Необходимо отметить, что в момент инициализации гибридного режима административная служба сообщает главной станции максимальную полосу, выделяемую службе коммутации каналов, которая не должна превышать, чтобы не ухудшить обслуживание станций, имеющих синхронную информацию.

Изохронный канал, имеющий полосу 6,144 Мбит/с, может дальше подразделяться на подканалы с более низкой скоростью. Так, для образования подканала со

скоростью 64 Кбит/с (например, для передачи речи по методу импульсно-кодовой модуляции) в выделенном изохронном канале используется 1 байт в каждом цикле. Несколько подканалов 64 Кбит/с могут находиться в одном изохронном канале.

Физическая реализация. Фирма AMD для FDDI-I разработала набор из пяти интегральных схем, названный Superset:

Am7984, Am7985 — схемы кодера-декодера для приемника-передатчика;

Am79C83 — схема контроллера доступа к волоконно-оптической линии связи (Fornac);

Am79382 — схема контроллера пути данных (DPC);

Am79C81 — схема контроллера буферной памяти (RBC).

Приемник-передатчик выполняет требования физического уровня FDDI и кодирует данные и управляющие символы, преобразует параллельный код в последовательный, синхронизирует принимаемые данные, определяет состояния среды и др. Контроллер Fornac реализует протокол доступа к среде, поддерживает таймеры, синхронную и асинхронную передачи и все типы маркеров, определенные в стандарте.

Схема DPC обеспечивает передачу данных между буферной памятью и контроллером и преобразование 8-разрядного слова контроллера в 32-разрядное слово ОЗУ с контролем по четности каждого байта.

Схема RBC генерирует адреса и необходимые управляющие сигналы для управления буферной памятью емкостью 256 Кбайт и содержит контроллер ПДП на пять каналов: два канала используются для приема-передачи данных контроллером Fornac, два - канала центральным процессором станции, пятый канал — дополнительным процессором типа 80XXX или 68XXX, который может устанавливаться в адаптере для реализации протоколов верхних уровней.

Fieldbus

CCS (Cable Concentrator System) — Интерфейс фирмы Moore Industries International (США) объединяет с помощью витой пары концентраторы, расстояние между которыми достигает 3200 м. Цифровые сигналы передаются по витой паре (ВП) с периодом 1 с. Контроллер обеспечивает установку до восьми модулей, каждый на 16 точек измерения аналоговых или дискретных сигналов, имеющих индивидуальный адрес (всего 128 адресов на контроллер). Концентратор после масштабирования сигналов преобразует их в последовательный код. Достоверность передачи проверяется по контрольной сумме, возвращаемой от ЭВМ передающей станции.

Интерфейс CCS обеспечивает существенную экономию при максимальных расстояниях и числе датчиков (3200 м и 128 точек измерения) при создании АСУ и систем сбора данных.

EUREKA. Проект интерфейса для стран ЕЭС рассчитан на создание устройства для малых локальных сетей, включая БИС. В проекте участвуют французские, британские, финские, итальянские, норвежские и германские фирмы. Предполагается разработать протоколы прикладного, канального и физического уровней архитектуры связи.

Основные требования к характеристикам интерфейса, использующего коаксиальный кабель (КК) и ВП:

Топология

Шина, звезда

Длина шины без ретранслятора, м	1200
Длина отвода от шины, м	15
Длина радиальных соединений звезды, м	50
Физическая среда передачи	КК, ВП
Число станций без ретранслятора	30
Скорость передачи, Кбит/с	19,2...1000
Время паерепдачи, Кбит/с	1...500
Тип магистрали	MAP

HPL (Home Product Link). Интерфейс для подключения бытовой техники. Стандарт на него ранее был известен под названием **CEBus (Consumer Electronic Bus)**, спецификация разработана под эгидой ассоциации **EIA** при активном участии приблизительно 50 основных изготовителей изделий бытовой электроники. Стандарт на интерфейс регламентирует общий сетевой протокол двустороннего обмена с использованием различных сред передачи, включая имеющиеся в домах сетевую электропроводку, скрученные пары, коаксиальные и волоконно-оптические кабели, высокочастотные и инфракрасные устройства.

В основу протокола положена эталонная модель **ВОС (ЭМВОС)**, что обеспечивает взаимодействие разнообразных изделий различных изготовителей (от простых переключателей и до сложных систем охраны). Протокол регламентирует автоматическое задание конфигурации изделия.

Стандарт **HPL** рассчитан на постепенную автоматизацию жилищ с использованием имеющихся бытовых приборов.

Profibus (Process field bus). Проект стандарта на интерфейс фирмы **Siemens DIN19245 (1980 г.)** охватывает физический и канальный уровень **ЭМВОС**, прикладной уровень разрабатывается в настоящее время. Разработку стандарта с 1987 г. ведут совместно 14 фирм и 5 институтов.

Интерфейс **Profibus** рассчитан на применение главным образом в машиностроении, химической промышленности, а также в системах автоматизации зданий.

Протокол доступа к магистрали основан на передаче маркера (типа **Token bus**). Аппаратура интерфейса базируется на однокристальных микропроцессорах типов **i80C51, V25 (NEC)**.

Основные характеристики интерфейса:

Физический уровень	RS-485
Физическая линия	1, 2 витые пары
Расстояние между отрезками МЛС, м	200...1200
Число ретрансляторов	3
Скорость передачи данных, Кбит/с	9,6...500

Проект стандарта рассматривается в качестве основы международного стандарта на малые локальные сети, рациональная область применения которых ограничивается расстоянием до 1000 м и пропускной способностью 1 Мбит/с.

S-net. Сеть фирмы **Schlumberger Instruments (1989 г.)** предназначена для сбора данных распределенных автономных изолированных блоков (серии 3595). Сеть **S-net** является высокоскоростной асинхронной системой передачи данных, осуществляющей передачу данных в прямом и обратном направлениях, а также подачу питания по одной ВП. Каждое соединение в сети, использующее трансформаторную связь между блоком и контроллером, является "многоточным" и обеспечивает функционирование всей сети при ошибке или выводе промежуточного узла из сети.

Сеть позволяет объединять до 50 узлов с максимальной длиной кабеля (экранированной витой пары) для одной сети длиной до 1000 м. Сеть работает с постоянной скоростью передачи 163 Кбит/с, скоростью опроса (выборки) в широком диапазоне: 20 Гц, 1, 10, 49, 100 кГц. Максимальная суммарная скорость передачи по всем каналам (1000) составляет 1,5 тыс.отсчетов/с. Для сети S-net разработаны интерфейсные карты IBM PC - совместимых ПЭВМ и системной магистрали Q-bus.

Futurebus

Общие сведения. Интерфейс разрабатывался для систем будущего в течение 1980-1983 гг. и получил название Futurebus или P986. Проект является одной из попыток института IEEE ввести единый для промышленных систем процессорно-независимый интерфейс. На проект оказали влияние интерфейсы систем Eurobus и Fastbus, а также рекомендации ISO/TC97/C13.

В интерфейсе реализованы: переменная разрядность данных 8/16/32, режим блочной передачи, асинхронный и синхронный принципы передачи данных, децентрализованный арбитраж по пяти линиям, супервизоры магистрали, последовательной магистрали, тщательная проработка физической реализации магистрали и ответвлений от нее.

Логическая и функциональная организация. Интерфейс рассчитан на однокрейтовые системы. Магистраль состоит из групп шин:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
	Данные	
Адрес/данные	FD0...AD31	Передача адреса/данных
Управление данными	C0...C3	Режим передачи данных
Управление супервизора	SC	Извещение о порядке работы
	Синхронизация	
Строб адреса	AS	Сопровождение адреса на линиях
Подтверждение	AK	Извещение о приеме адреса
Строб данных	DS	Сопровождение данных на линиях
	Арбитраж	
Приоритет магистрали	BP0...BP4	Передача кода уровня
Занятость магистрали	BB	Сигнал о захвате магистрали
	Управление ресурсами	
Межпроцессорная связь	IL	Передача сообщений для межпроцессорного взаимодействия
Тактовый сигнал	СК	Синхронизация цикла арбитража с частотой 10 МГц и передача по последовательному каналу
	Питание	
Постоянное напряжение	+ 5 В	
Земля	0 В	

Шина "Данные" содержит 32 мультиплексируемые параллельные линии (шины). При передаче адреса на шину выдается 32-разрядный физический адрес. При обмене данными передача может выполняться 8-разрядными байтами, 16 — (2 байт) и 32 — (4 байт) разрядными словами. Четыре линии шины "Управление" используются задатчиком для указания

длительности и режима работы. При передаче данных исполнитель выдает на эти линии результат операции.

Сигналы синхронизации AS и DS формируются задатчиком в то время, когда исполнитель формирует сигнал АК в момент опознавания своего адреса и снимает его в ответ на указание операции. Время передачи адреса и данных в совокупности не более 400 нс.

Пять параллельных линий шины "Арбитраж" и две линии шины "Управление" обеспечивают децентрализованный арбитраж до 32 управляющих устройств. Дополнительная линия с наиболее высоким приоритетом может возбуждаться устройствами с низким приоритетом в экстренных случаях, в том числе когда устройство не получило магистраль в обусловленное время. Арбитраж осуществляется в течение предыдущего цикла передачи по шине "Данные" за время около 400 нс.

Каждому задатчику присваивается при генерации системы уровень приоритета. Задатчик после окончания работы может сбросить значение своего приоритета в нуль.

Линии шины "Управление ресурсами" (последовательный канал) обеспечивают межпроцессорное взаимодействие в системе посредством передачи по ним сообщения установленного формата, синхронизируемого тактовыми сигналами с частотой 10 МГц (линия СК). Последовательный канал имеет гибкий протокол функционирования, подключается к процессору через устройство сопряжения как ПУ и может быть использован для дублирования шины "Данные" (рассматривается как вспомогательная шина для шины "Данные"). Процессор в этом случае физически подключается к магистрали с помощью устройства сопряжения, имеющего выход на обе шины с одной стороны и на канал процессора с другой.

В интерфейсе предусматриваются следующие функциональные устройства: задатчик, исполнитель, супервизор. Задатчик в процессе работы может находиться в одном из четырех состояний: "Работа", "Автономный", "Предоставление магистрали", "Арбитраж". Возможны два режима работы исполнителя: "Выбран", "Не выбран".

Супервизор может функционировать в качестве задатчика и исполнителя, кроме того, использоваться для контроля всех операций на магистрали, а также воздействовать на ход их выполнения изменением содержимого информационных линий, типа и очередности выполняемых на магистрали процедур. Супервизор может иметь два состояния: "Активный" и "Пассивный". В интерфейсе может не быть ни одного супервизора или быть несколько супервизоров, причем в последнем случае каждый из них в любой момент может перейти в состояние "Активный".

В интерфейсе предусмотрено выполнение двух типов операций обмена по магистрали: передачи данных и управления ресурсами. В операции передачи данных возможны три основных режима работы: чтение, запись и трансляция (широковещательная передача). Предусмотрены блочные передачи, когда после одного цикла адреса следует несколько циклов данных, что позволяет увеличить скорость передачи данных. Определена также операция типа "чтение-модификация-запись".

Адрес модулей не зависит от их расположения на магистрали. Способ задания адресов в модуле не детализирован. Различают адреса памяти и регистров управления и состояния (РУС). Регистры обеспечивают возможность работы в режиме трансляции. В пространстве адресов РУС первые восемь имеют стандартное назначение, восемь старших разрядов РУС задают номер модуля, а остальные определяют регистр внутри модуля.

В режиме передачи адресов коды на линиях C0...C3, A0 и A1 принимают значения в соответствии с операцией передачи одиночных слов/блоков данных:

C3	C2	C1	C0	A1	A0	Режим передачи
0	0	0	X	X		Чтение байта по адресу XX
0	0	0	1	Y	0	Чтение двух байтов слова по адресу Y
0	0	0	1	0	1	Чтение четырех байтов
0	0	0	1	1	1	Резервный
0	0	1	0	X	X	Запись байта по адресу XX
0	0	1	1	Y	0	Запись двух байтов по адресу Y
0	1	1	1	1	1	Резервный
0	1	0	0	X	X	Чт/Мод/Зап по адресу XX
0	1	0	1	Y	0	Чт/Мод/Зап двух байтов по адресу Y
0	1	0	1	0	1	Чт/Мод/Зап четырех байтов
0	1	0	1	1	1	Резервный
0	1	1	P	P	P	Режим для 2-го уровня
1	P	P	P	P	P	Для РУС при тех же режимах

П р и м е ч а н и е. Чт/Мод/Зап — чтение, модификация, запись.

В режиме приема задатчиком данных коды на линиях C0...C3 отражают признаки результата операции чтения:

C3	C2	C1	C0	Результат операции
0	0	0	0	Нормальное окончание цикла
0	0	X	X	Для всех X, кроме C1-C0-0, резервное
0	1	0	0	Занято (в любом виде)
0	1	0	1	Занято на время
0	1	1	0	Страница со сбросом
0	1	1	1	Буфер заполнен
1	0	0	0	Исправимая ошибка (любого вида)
1	0	0	1	Защита записи
1	0	1	0	Переполнение
1	0	1	1	Неисправимая ошибка (любого вида)
1	1	-	-	Продолжение для 2-го уровня (то же самое)

В операции управления ресурсами сообщения имеют фиксированный формат: приоритет/адрес источника/адрес приемника/режим работы /функции/ аргумент/ подтверждение приемника о достоверности приема. Здесь же может передаваться сигнал прерывания от одного процессора к другому. Сообщение передается независимо от обмена, выполняемого в ходе операции передачи данных, сразу после окончания арбитража. Подтверждение выставляется приемником сразу после его приема. В законченном варианте предполагается иметь несколько режимов работы, в том числе дублирование шины "Данные" и диагностику с возможностью отключения неисправного модуля от магистрали.

Различают три уровня систем: простые первого уровня, использующие только параллельную магистраль на разъеме C64, по которой передаются инструкции,

рассчитанные на немедленное выполнение, и запросы на прерывание; второго уровня, дополнительно имеющие последовательную магистраль на том же самом 64-контактном разъеме, что обеспечивает выполнение системных функций; третьего уровня, в которых предусмотрена реализация функции обнаружения и исправления ошибок посредством дополнительных шин, вводимых в параллельную магистраль (при использовании разъема C96).

Физическая реализация. На магистрали имеется четыре линии питания +5 В, десять линий земли с допустимым током 1 А на одной линии. При токе модуля 4 А рекомендуется использовать контакты дополнительного разъема. В каждом модуле предусмотрено применение накопителя энергии (емкости) для работы модуля в течение не менее 100 мкс при отключении питания. Драйверы магистрали рассчитаны на 32 единичные нагрузки (допустимый ток 100 мА) при входной емкости модуля не более 10 пФ. Фронты сигналов 5...50 нс.

В спецификации на интерфейс приведены подробные требования к переходным трактам от кроссплаты до интерфейсных БИС, допустимым токам, пробивным напряжениям, оконечным нагрузкам, заземлению шин, экранированию. Конструктивное исполнение модулей и крейтов в основном соответствует требованиям ИЕС. Выбрано два типа кроссплат: с шагами 20,32 и 15,24 мм. Приведены требования к задней панели, разъему, способам крепления модулей и т.п.

Futurebus+

Общие сведения. Проект интерфейса является развитием интерфейса Futurebus (IEEE P895), разрабатывается комитетом с аналогичным названием. Интерфейс Futurebus+ определяется двумя основными спецификациями:

P896.1/Draft 8.2 — логический уровень, линии магистрали, методы арбитража, параллельный протокол для обмена данными, регистры управления и состояния для управления магистралью, кеш-памятью и для передачи сообщений;

P896.2/Draft 4.0 — физический уровень, технические средства, электрические и механические характеристики.

В разработке версий спецификаций и изделий принимали участие крупные фирмы-производители ЭВМ и МП: DEC, Sun Microsystem, Unisys, Motorola.

Логическая и функциональная организация. Основные новые логические и функциональные особенности организации Futurebus+ (относительно P896):

- увеличение разрядности адреса и данных (64-разрядная шина Адрес/Данные);
- возможность использования 32-разрядного подмножества шин Адрес/Данные и 128- или 256-разрядных отдельных трактов данных;

- возможность использования двух и более параллельных магистралей Futurebus+ в одном каркасе;

- возможность создания многокаркасных систем с помощью межкрейтовых сегментаторов (кеш-повторителей);

- использование полного параллельного трехфазного протокола взаимодействия между модулями с различной организацией и быстроедействие;

- возможность передачи блоков данных (длиной 64 слова) с минимальной и максимальной скоростями передачи благодаря средствам идентификации быстрогодействия каждого модуля;

возможность эффективной широковещательной передачи с использованием взаимодействия задатчика с исполнителями, включая чтение данных с помощью операции, известной как *snarsing*;

возможность эффективного использования магистрали с помощью разрыва цикла операции при взаимодействии с медленным исполнителем (например, ОЗУ с большим циклом считывания) и передачи ему 16-разрядного идентификатора задатчика;

эффективное взаимодействие до 32 процессоров с общей памятью вследствие адаптации копии кеш-памяти системы, а не модификации общей памяти через систему;

простая и эффективная схема поддержки кеш-памяти в каждом модуле и в системе в целом;

эффективное взаимодействие крейта с помощью агентов кеш-памяти и оперативной памяти, управляемых иерархическим протоколом модификации кеш-памяти;

введение регистра возможностей (паспорта) модуля, идентифицирующего длину передаваемого блока, разрядность тракта данных, метод использования задатчиком магистрали, взаимодействие с прерыванием операции, команды блокировки, а также в ряде модулей выбор арбитража, максимального размера кадра для модулей, поддерживающих передачу сообщений;

использование схемы передачи сообщений по последовательной магистрали, основанной на принципе "почтового ящика", в качестве которого применяются регистры управления и состояния для хранения кадра, содержащего 2-байтовый заголовок и 64-байтовое поле данных;

поддержка широковещательного режима при передаче сообщений и соответственно регистров хранения адресов модулей.

Конфигурации системы. Архитектура Futurebus+ предполагает его независимость от типов используемых процессоров и технологии системной панели. В спецификации 896.2 определены четыре основные конфигурации, называемые профилем, для двух из которых А и В определены механические характеристики, источники питания, распределение сигналов по контактам, другие сопутствующие спецификации. Два других профиля С и D регламентируют кабельные соединители между Futurebus+-системами и EISA-оборудованием соответственно. Встраиваемые в общую системную панель платы, соответствующие этим профилям, гарантируют электрическое и механическое совместное взаимодействие.

Спецификации для профилей А и В унифицируют: 32- и 64-разрядные шины адреса данных; для профиля А — системные панели, поддерживающие 64-разрядный тракт данных (с дублированием 32-разрядного тракта); для профиля В — стандартный 128-разрядный тракт данных с дублированием 64- и 32-разрядного тракта данных.

Профиль В включает в себя в качестве подмножества логического уровня профиль А. Профиль В совместно с согласователем шины используется фирмой DEC в качестве подсистемы ввода-вывода для рабочих станций.

Физическая реализация. Конструктивные характеристики в настоящее время регламентируют для профилей А и В европлаты со следующими размерами: 233х280 мм, шаг между модулями 25,4 мм для дюймовой системы, называемой также "мягкой метрикой" метрической системы; 265х300 мм, шаг между модулями 30 мм для метрической системы, называемой "жесткой метрикой".

Комитет P896 отдает предпочтение 96-контактным евросоединителям с расстоянием между контактами 2 мм, а не с расстоянием 2,54 мм, используемым в Futurebus. Фирмы-производители компонентов Futurebus+ выпускают комплектные наборы для метрических профилей А и В.

Электрические характеристики. Для интерфейса разработаны комплектные наборы БИС: контроллер арбитра, протокольный, передатчиков данных (на 7 и 8 разрядов) и адресов/данных, блочной передачи с дисциплиной FIFO. Основные фирмы-производители БИС (NS, Philips/Signetec, TI) планируют повысить передачу данных на частоте 50 МГц в 1991 г. до 100 МГц к 1995 г., что обеспечит скорость передачи 32-разрядных данных около 100 Мбайт/с в 1991 г. и 256-разрядных данных в 3,2 Гбайт/с в 1995 г.

Передатчики системной панели имеют нагрузочную способность 100 мА и время задержки порядка 2...3 нс. Дифференциальные приемники работают с сигналами порядка 1...1,55 В. В настоящее время ведущие фирмы разрабатывают наборы БИС второго поколения, содержащие 9-разрядные передатчики (триггерного типа) и приемники сигналов синхронизации со стороны магистральных шин.

Взаимодействие с другими системами. Две рабочие группы VITA (VME-bus Trade Association) и MMG (Multibus Manufacturing Group) разработали спецификации на соединители (мосты) между Futurebus+ и соответствующими магистралями VME-bus и Multibus II, обеспечивающими скорость передачи 32-разрядных данных 40 Мбайт/с. Соединитель для VME-bus содержит плату адаптера (для каждого соединителя), связанную с ним гибким кабелем. Тракты данных и сигналов управления адаптера называются каналами. Адаптер содержит четыре канала и обеспечивает согласование различных протоколов двух магистралей. Для 64-разрядных конфигураций Futurebus+ разработана спецификация на устройство согласования для VME-bus, обеспечивающее передачу 256-байтовых блоков данных.

Согласователь для Multibus II благодаря многим общим с Futurebus+ механизмам (таким, как географическая адресация, автоматическая идентификация, передача сообщений) имеет более простую организацию. Обмен данными между двумя магистралями осуществляется через высокоскоростные кеш-памяти магистралей.

Система передачи данных производится в соответствии с 7-уровневой моделью ISO и трактует системную плату Multibus II в как локальную область памяти локальной сети, уровень которой реализуется программно. В транспортном уровне реализовано файл-ориентированное взаимодействие двух различных операционных систем и осуществлено необходимое преобразование данных.

HP-IL

Общие сведения. Интерфейс HP-IL предназначен для построения малых кольцевых последовательных систем и сетей с низкой потребляемой мощностью и стоимостью. Основные особенности HP-IL: используется одна двухпроводная линия, образующая замкнутую петлю, и миниатюрные импульсные трансформаторы; в случае применения качественных двухпроводных линий и трансформаторов расстояние между устройствами может достигать 100 м; архитектура — типа задатчик-исполнители, т.е. имеется один контроллер (диспетчер), а остальные устройства — исполнители; возможна работа с несколькими контроллерами в режиме разделения

времени; сообщение проходит последовательно через все устройства и возвращается в устройство-источник, где проверяется на отсутствие ошибок.

Логическая организация. Способы адресации: простая с адресацией до 31 устройства; расширенная (вторичная) с адресацией до 961 устройств, автоматическая, по функциям в закодированном виде.

Формат 11-разрядного кадра сообщения: первые три разряда (C2, C1, C0) — управляющая информация, следующие восемь разрядов — конкретное сообщение или данные. Кодирование разрядов осуществляется 3-уровневым кодом (импульсное биполярное кодирование).

Кодирование первого разряда C2 осуществляется двоичным импульсом. Первый импульс является признаком старта и обеспечивает синхронизацию во всех устройствах системы.

Основные классы сообщений кодируются разрядами C2, C1, C0:

<i>Класс сообщений</i>	<i>C2</i>	<i>C1</i>	<i>C0</i>
Данные	0	Конец записи	Запрос обслуживания
Команда	1	0	0
Готовность	1	0	1
Идентификация	1	1	Запрос обслуживания

Кодирование данных при C2 = 0 упрощает декодирование данных в петле с максимальной скоростью.

Сообщения данных и команд имеют такое же назначение, как в интерфейсе HP-IB. Сообщение "Готовность" является специальным для выполнения взаимодействия в последовательной петле, сообщение "Идентификация" — для выполнения функции параллельного опроса.

Функциональная-организация. В петле в каждый момент передается только одно сообщение. Контроллер или источник ожидает возврата посланного им сообщения, а затем посылает следующее сообщение. Адресуемый приемник запоминает текущий кадр, пока устройство подготовлено для приема следующего кадра. При этом устройства с различным быстродействием функционируют идентично. Скорость передачи в петле зависит от вида и числа включенных устройств, а также от алгоритма их работы.

При условии, что источник непрерывно посылает кадры данных, контроллер передает следующий кадр только после получения первого бита предыдущего кадра данных; проверка ошибок принятого кадра осуществляется параллельно с передачей следующего кадра; скорость передачи равна 20 Кбайт/с.

Наиболее быстро процесс взаимодействия осуществляется в случае, если в системе имеется один — два приемника. Если же сообщение адресуется всем устройствам (особенно характерно для командных сообщений), эффективная скорость работы интерфейса существенно снижается.

HSSB

Общие сведения. Проект стандарта IEEE P1394 на высокоскоростную последовательную магистраль (ПМ) HSSB (High Speed Serial Bus) разработан рабочей группой IEEE по последовательным интерфейсам. Основной целью проекта P1394

является создание спецификаций, обеспечивающих реализацию гибких высокоскоростных малых систем различной топологии и архитектурную совместимость с интерфейсом Superbus, известным в настоящее время под названием SCI (Scalabe Coherent Interface).

Стандарт P1394 оптимизирован для использования в качестве эффективного дополнения параллельных системных магистралей в отказоустойчивых системах, обеспечивающих диагностику в индивидуальных модулях и картах (платах). Последовательная магистраль может быть разделена несколькими параллельными магистральями, соединение между которыми определяется протоколом и физическим уровнем P. 394; при этом в локальных согласователях магистралей каждая стандартная магистраль определяется собственным физическим уровнем. Кроме того, ПМ может быть использована для подключения средне- и низкоскоростных периферийных устройств (принтеров, манипуляторов графической информации, сканеров), реализующих стандарт P1394.

Архитектура ПМ поддерживает конфигурации глобальных систем, содержащих множество ПМ и образующих единую систему. Большинство конфигураций систем, по-видимому, будут использовать иерархическую топологию. Архитектура глобальной системы предусматривает поддержку до 1024 ПМ, однако типичное число ПМ в системе не более 10.

Любая ПМ поддерживает до 64 отдельных модулей, а также повторителей ПМ, обеспечивающих общую емкость глобальной системы до 64К модулей.

Общая организация.

Терминология. В проекте используются следующие специфические термины. *Клиент* — инициатор операции, генерирующий запрос. *Сервер* — устройство, завершающее операцию и генерирующие ответ. *Задатчик* — инициатор операции, генерирующий адрес исполнителя (и данные при необходимости) на ПМ. *Исполнитель* — устройство, завершающее операцию пересылкой данных или состояния. *Монопольный период* — интервал, в течение которого шиной владеет один и тот же задатчик. *Монопольный интервал* — интервал, содержащий для синхронизирующего события один или более монопольных периодов. *Синхронизирующее событие* — минимальный интервал, в течение которого ПМ остается в свободном состоянии, а в конце его все счетчики арбитража сбрасываются. *В неразделенной операции ответа* клиент монопольно владеет ПМ до получения от сервера ответа. *В разделенной операции ответа* клиент освобождает ПМ, не дожидаясь ответа от сервера.

Логическая организация. Каждый модуль имеет независимый набор регистров, доступных для информации, сброса и управления работой модуля. Каждое физическое средство, подключаемое к ПМ, называется картой (платой), которая может состоять из одного или более модулей.

Каждый модуль на ПМ имеет индивидуальный идентификатор ID, который в карте назначается независимо. Значение ID модуля выбирается при инициализации оборудования с помощью специальных транзакций ПМ. Предыдущее значение ID сохраняется в неразрушаемой памяти и не изменяется даже при пропадании питания.

Начальная область физических адресов (IPA) каждого модуля имеет емкость 4 Кбайт; общая емкость адресуемой области адресов регистров управления — 256 Кбайт. Физический адрес любого модуля состоит из базового адреса ПМ и адреса модуля на i-м канале. Значение i-го адреса задается программным способом при записи

в соответствующий регистр управления. Это значение используется средствами начальной загрузки глобальной системы или системным программным обеспечением.

В ПМ предусмотрена возможность расширения физического адреса (обычно для модулей памяти или повторителей ПМ) посредством записи в специальный регистр управления модуля IPA значения базы и размера расширения области адресов.

По объединительной панели каркаса передача и прием сигналов ПМ между картами осуществляются по отдельным линиям, между панелями — по «крученной паре, используемой для передачи дифференциальных сигналов.

Операции на ПМ. На ПМ могут осуществляться операции двух типов: с неразделенным и разделенным во времени ответами.

В операциях с неразделенным ответом запрос и ответ являются частью одной транзакции ПМ, а с разделенным ответом — двумя отдельными транзакциями, которые реализуются монополюсно на ПМ. При запросе индицируется тип операции ответа в зависимости от готовности клиента (неразделенный ответ — для немедленно выполняемых, а с разделенным ответом — для ответов, которые задерживаются).

В ПМ используется метод доступа типа децентрализованного кодового управления (ДКУ) и способ 4В/5В кодирования чисел, используемый НГМД и обеспечивающий надежную работу в течение всей транзакции на ПМ:

Число	Код (5В)	Число	Код (5В)
0	00101	8	10001
1	00110	9	10010
2	01001	10	10011
3	01010	11	10100
4	01011	12	10101
5	01100	13	10110
6	01101	14	11001
7	01110	15	11010

В ПМ приняты обозначения размера передач, используемые в стандартах IEEE на шинах: два байта — дуплет, четыре байта — квадлет, восемь байтов — октет.

Формат транзакции задатчика имеет следующие поля (в битах): ARB (2х10, цикл арбитража плюс синхронизирующие биты); SADD (32, адрес исполнителя, в том числе область адресов, используемые байты); ACTION (10, действие); LABEL (22, идентификатор конкретного клиента и локального задатчика); DATA OUT (8хN, байты данных, посылаемые задатчиком); CRC (16, код циклического контроля); GAP (2, интервал). Общая длина транзакции 102 + 8хN байт.

Формат транзакции исполнителя: ACK (4, синхронизация взаимодействия); STATUS (4, состояние); DATA IN (8хN, байты данных чтения); CRC (16, код циклического контроля). Общая длина транзакции 24 + 8хN байт.

Разрешенные значения N: 0, 16, 32, 64, 256 и др.

Физический адрес исполнителя имеет два формата: полный 32-разрядный для байт-ориентированных транзакций и 28-разрядный для блочно-ориентированных транзакций с идентификацией с помощью четырех разрядов операций работы с буфером (предвыборка, игнорирование данных и т.п.). Старшие разряды адреса исполнителя определяют четыре пространства адресов регистров на ПМ: системные, доступные для всех модулей ПМ — системы и передаваемые через конвейеры ПМ во все ПМ системы; локальные, идентифицирующие начальный физический адрес модуля IPA на локальной ПМ; шины, доступные совместно для транзакций ПМ;

непосредственные, используемые в исполнителе, а также для доступа к области расширения физических адресов (ЕРА) исполнителя на локальной ПМ.

Формат поля ACTION: шесть старших разрядов определяют тип транзакции (чтение, запись, блокировка и т.п.); четыре младших — длину транзакции. **Формат поля LABEL:** базовый адрес конкретного клиента (10); адрес (смещения) конкретного клиента на ПМ (6); счетчик запросов, идентифицирующий текущее состояние операций на ПМ (3); уровень приоритета (1) (0 — безусловный, 1 — срочный); счетчик последовательностей задатчика (2), генерируемых задатчиком для идентификации числа повторных (со сбоями) транзакций.

Формат данных при передаче данных кратен 16 Байт. Состояние исполнителя (5 бит) посылается до начала передачи данных и используется в транзакциях запроса, ответа; в зависимости от состояния байта исполнителя передача данных может игнорироваться. Значение битов состояния в настоящее время уточняется.

Арбитраж. Он используется для двух целей: выбора нового ПМ и идентификации локального задатчика (6 бит) для передачи исполнителю. Поле приоритета имеет следующий формат (биты): класс приоритета (2, определяют четыре класса приоритета); приоритет локального задатчика (6, физический для безусловного уровня приоритета и логический — для срочного).

Высокий и низкий приоритетные уровни используются для обычных системных операций, специальный — для специальных системных транзакций (сброс модулей и назначение новых идентификаторов модулей), последовательный — при захвате ПМ для последовательности транзакций или множества транзакций, повторяемых в каждом логическом интервале.

Двухуровневый протокол арбитража имеет следующие особенности: безусловный приоритет используется для карт, имеющих быстроедействие, соответствующее пропускной способности ПМ, например процессора; срочный приоритет предназначен для карт, которые могут использовать большую часть пропускной способности ПМ; для любой карты на ПМ время задержки между арбитражем ПМ и захватом ПМ специализированно.

В проекте детализированы особенности функционирования ПМ в различных режимах, включая специальные транзакции, обработку сбоев (алгоритмы, последовательности попыток исправления ошибок, их обнаружение и фиксации). Производительность ПМ составляет (в проекте версии V.2.0): 2 Мбит/с — для фазы арбитража (для ПМ длиной 10 м); 8 Мбит/с — для передачи данных.

I²C, D²B

Общие сведения. Последовательные интерфейсы первого и второго уровней типа I²C, D²B реализуют основные функции подключения микропроцессорного периферийного оборудования на основе технологии современных локальных сетей, т.е. обеспечивают работу с разделением времени по каналу, произвольный доступ и распределенное управление.

Общая организация. Интерфейс первого уровня I²C с длиной связи до 10 м и скоростью передачи данных 10²...10⁴ байт/с служит для соединения совместимого периферийного оборудования внутри комплекса или промышленного аппарата, в том числе бытового назначения, с управлением от микроЭВМ или ПЭВМ.

Интерфейс второго уровня D²B с длиной связи до 150 м и скоростью передачи данных 10²...10³ байт/с характеризуется высокой помехоустойчивостью, позволяет объединять до 50 конструктивно законченных подсистем, в том числе в автономных измерительных системах и промышленных роботах, а также обеспечивает возможность объединения систем с интерфейсом I²C.

Европейская ассоциация изготовителей бытовых электронных систем и ряд организаций США стандартизуют и применяют эти интерфейсы для других приложений, главным образом в качестве малых локальных промышленных сетей. Основные характеристики интерфейсов приведены ниже:

Характеристика	I ² C	D ² B
Структура шин	Магистральная	
Длина магистрали, м	10	150
Число линий магистрали	2	1
Способ обмена данными	Однобитовый последовательный	
Принцип обмена данными	Синхронный	Временное уплотнение
Структура управления	Децентрализованная	
Принцип селекции	Последовательное сравнение приоритетов	
Число режимов передач	1	3
Скорость передачи, байт/с	10 ² ...10 ⁴	10 ² ...10 ³
Число подключенных абонентов	30	50
Протокол:		
формат рамки сообщения, бит	11	39
длина блока данных, байт	Произвольная	
Первичная адресация, бит	7	12
Вторичная адресация	-	+

I²C. Логическая организация. Информация по линии передается в байтах, первый байт — адрес источника. Только один из них остается ведущим после передачи первого байта. При равенстве адресов источника арбитраж продолжается на последующих байтах.

Формат сообщения (поле, число разрядов): стартовый разряд; адрес приемного (подчиненного) устройства, 7; признак операции запись/чтение для приемного устройства, 1; подтверждение, 1; сообщение, 8; стоповый разряд; аппаратурно сформированный сигнал подтверждения отрицательной квитанции. Приоритетность определяется схемой арбитра (проводная схема ИЛИ) с использованием адресного нуля.

Алгоритмы передачи можно реализовать программным способом. В этом случае за стартовым разрядом следует стартовый байт (01₁₆), обеспечивающий подчиненным устройствам больше времени для опроса линии данных.

Средние скорости передачи данных: 7500 байт/с при среднем размере сообщения 2,5 байт; 10900 байт/с при размере сообщения 64 байт в случае аппаратурной реализации алгоритма аппаратным способом; 110 и 135 байт/с соответственно при размере сообщения 2,5 и 64 байт и программной реализации. Эти скорости обеспечиваются в наихудшем случае при условии, что сообщения принимаются правильно (без отрицательных квитанций).

Передача разряда подтверждения из приемника в ведущее устройство может осуществляться программным способом после передачи каждого байта в виде девятого разряда и синхроимпульса из ведущего устройства.

I²C. Функциональная организация и физическая реализация. Интерфейс I²C обеспечивает надежную и эффективную работу при условиях: передача данных начинается только при незанятой шине; во время передачи данных сигнал на информационной линии остается стабильным все время, пока на линии синхронизации обеспечивается лог.0 (высокий уровень). Изменения сигнала на информационной линии при лог.0 на линии синхронизации интерпретируются как сигналы управления. Данные на линии изменяются при низком уровне на линии синхронизации. Каждому импульсу синхронизации соответствует один разряд данных.

Синхронизация синхроимпульсов во время процедуры арбитража обеспечивается свойством проводной схемы ИЛИ, предоставляющим приоритет устройству, первым генерирующим сигнал синхронизации. Самое медленное устройство удерживает сигнал синхронизации (низкого уровня), а самое быстрое устройство определяет длительность периода с высоким уровнем сигнала. После достижения синхронизации осуществляется арбитраж между конкурирующими ведущими устройствами на информационной линии. Логика включения/выключения выходного каскада ведущего устройства гарантирует стабильность арбитража на информационной линии.

При практическом использовании интерфейса I²C в системах автоматизации применяют следующий общий формат сообщений: начало/адрес источника/адрес приемника/код операции/код операции/длина блока/данные/окончание. Интерфейс используется для подключения к системной шине типа Q-bus различных функциональных устройств.

D²B. Логическая организация. В интерфейсе предусмотрены три операционных режима, дополнительные методы и средства для идентификации и управления подключенными устройствами, а также встроенные средства компенсации разбросов временных параметров. Три операционных режима обеспечивают следующие скорости передачи:

<i>Режим передачи</i>	<i>Число байтов</i>	<i>Скорость, байт/с</i>
Режим 0	1	110
Режим 1	22	2423
Режим 2	75	8282

Режимы работы комбинируют с целью оптимизации стоимостных и скоростных возможностей конкретного периферийного оборудования. Ведущие устройства могут переключаться из одного режима в другой для взаимодействия с ПУ, работающими в одном режиме, однозначно определяемом их функциями (для АЦПУ — режим 1, для НГМД — режим 2). Многорежимное подчиненное устройство может коллективно использоваться несколькими ведущими устройствами.

Формат передаваемого сообщения (поле, число разрядов):

стартовый, 1; операционный режим, 2; адрес источника, 12 плюс 1 четности; адрес приемника 12 плюс 1 четности; подтверждение, 1; поле управления, 4 плюс 1 четности; подтверждение, 1; байт/байты данных; конец сообщения плюс разряд четности; подтверждение, 1.

Управляющие разряды определяют следующее: код данных, адреса или состояния; признак операции записи или чтения; условие логического подключения приемного устройства к ведущему. Разряд "Конец сообщения" управляет завершением или продолжением асинхронной передачи.

Режимы адресации, используемые в D²B: первичная 12-разрядная, позволяющая однозначно идентифицировать подключение устройства с указанием, например, номеров моделей, типов селектора и т.д.;

вторичная, задаваемая разрядами в поле данных, дающая возможность обращения к памяти других устройств с целью определения выполняемых в них функций и т.д.

D²B. Функциональная организация и физическая реализация. Интерфейс D²B гарантирует высокую помехоустойчивость и малые уровни излучаемых помех при использовании одной линии в виде витой пары проводов и дифференциальных усилителей.

Операционные режимы реализуются следующим образом:

режим 0 — программным управлением подключенного к МП приемопередатчика линии; режим 1 — специальными аппаратными средствами, допускающими синхронизацию с помощью резистивно-емкостной схемы с погрешностью 25 %; режим 2 — с помощью специальных аппаратных средств, гарантирующих погрешность синхронизации 0,1 %. Предельное время передачи всех сообщений составляет около 9 мс, что гарантирует предотвращение монополизации интерфейса отдельными устройствами.

Для обеспечения высокой надежности, временных параметров и большой длины связи (до 150 м) в интерфейсе D²B используется разбивка периода передачи на пять фаз, длительность которых меняется от режима к режиму и которые отличаются для различных полей сообщения). Эти особенности учитывают допуски для худших случаев задержек, фронтов, временных параметров устройств и т.д.

Рекомендации по применению. Контроллеры интерфейса I²C встроены в МП и однокристальные микроЭВМ общего назначения типов 8048, 8051 с включением программных средств поддержки интерфейсов I²C и D²B. Средства программного обеспечения стимулируют разработку специализированных устройств более широкой номенклатуры, главным образом контроллеров индикаторов, АЦП, ЦАП, селекторов телевизионных каналов и т.д.

Интерфейс D²B используется в основном для соединения конструктивно завершенных систем, а также заменяет I²C в пределах стойки или шкафа в случае, когда требуются улучшенная помехозащищенность или более длинные связи. Помехозащищенность является критическим фактором при применении данных интерфейсов. Пропускная способность интерфейсов достаточна для удовлетворения скоростных требований систем на основе небольшого числа недорогих микроЭВМ и ПУ.

ИРІ

Общие сведения. Интеллектуальный периферийный интерфейс (ИРІ) предназначен для вычислительных систем высокой и средней производительности с целью подключения к центральным (периферийным) процессорам различных устройств, особенно высокоскоростных, в том числе НМД и НОД большой емкости, НМЛ, печатающих устройств, средств телеобработки данных и др. Интерфес

обеспечивает при ширине тракта обмена данными 16 бит скорость передачи данных до 10 Мбайт/с и расстояние между взаимодействующими устройствами 5...125 м в зависимости от типа используемых линий связи. Ведутся работы по повышению скоростных характеристик передачи данных до 50 Мбайт/с и выше. Интерфейс IPI за счет многоуровневой структуры команд обеспечивает простоту адаптируемости вновь разработанных ПУ, использование компонентов универсального применения, а также предоставляет широкие возможности диагностики и высокий уровень ремонтопригодности и готовности.

Архитектура интерфейса является многоуровневой:

Уровень 2	Зависящие от устройства команды	Уровень 3	Общие для конкретного типа устройств команды
			Ограниченное число специфических команд
Зависимость от времени	Физическая адресация	Физические тома	Независимость от времени
			Буферизация
Параметры команды	Команды управления шинами	Уровень 1. Обработка состояний и шинный протокол	Стек команды
			Очереди
Уровень 0. Кабели, соединители и передатчики/приемники			Логическая адресация
			Физические тома
			Пакеты сообщений

Уровень 0 представляет требования к электрическим и конструктивным характеристикам передатчиков/приемников, кабелей и соединителей. Уровень 1 определяет протокол управления интерфейсом, состояния интерфейса и содержание информации на шинах. Совместно уровни 1 и 2 составляют физический уровень интерфейса IPI. Уровни 2 и 3 определяют логическую организацию интерфейса, причем уровень 2 ориентирован на характеристики, зависящие от конкретного устройства, а уровень 3 задает характеристики, общие для всех устройств определенного типа. Логическая организация IPI, за исключением содержания информации на шинах, независима от физической реализации и определяет состав команд и ответных сообщений при операциях. Наличие интеллектуальных команд обуславливает минимальное влияние технических средств на системное программное обеспечение и незначительное влияние на программное обеспечение и техническую реализацию компонентов IPI. В дальнейшем предполагается определить концепции верхних уровней IPI: уровня 4, зависящего от данных и ориентированного на характеристики данных и их арбитров (например, произвольное или последовательное размещение, данные ввода или вывода), а также уровня 5 и выше, включающих концепции размещаемых в исполнителе файловых структур. Условные характеристики уровней представлены ниже:

Характеристика	Уровень			
	2	3	4	5 (и выше)
Область данных	Зависит от средства	Зависит от средства	Не зависит от средства	Зависит от данных
Время доступа	Зависимое, независимое	Независимое, зависимое	Независимое	Независимое
Адресация данных	Физическая	Логическая	Логическая	Запись, поле
Команды управления	Устройством	Средством	Данными	Записью, полями

Длина блока Тип данных	Постоянная Некоррек- тируемые	Постоянная Некоррек- тируемые	Постоянная Корректи- руемые	Переменная Корректи- руемые Имя файла
Другие	-	-	-	

IP1 предполагает функционирование следующих элементов системы обработки информации: задатчика, исполнителя и средства. Задатчик управляет интерфейсом, а также соответствующими исполнителями. Исполнитель может быть интеллектуальным или не интеллектуальным в зависимости от того набора команд, который он исполняет. Интеллектуальный набор команд ориентирован на общие характеристики устройства, такие как число и длина блоков данных. Команды, зависящие от устройства, учитывают такие параметры устройства, как число байтов на дорожке, дорожек в цилиндре, цилиндров на позиционере. Средство адресуется через исполнителя и может быть как отдельным так и раздельным устройством.

Физическая реализация интерфейса задается в стандарте на его физический уровень, а логическая организация — в стандартах на составы команд общего назначения, ориентированных на определенные типы устройств и зависящих от устройства.

IP1. Физический уровень. Стандарт унифицирует физический уровень с целью: обеспечения независимости операций на интерфейсе от содержимого передаваемой информации; управления интерфейсом в широком диапазоне временных характеристик; использования взаимоблокирующих сигналов в любой последовательности протокола, за исключением режима потоковой передачи данных.

Основные характеристики физического уровня интерфейса:

режим "задатчик-исполнитель"; наличие только одного задатчика; задатчик выбирает исполнителя; кабели для передачи 24 сигналов подключаются в виде цепочки; возможно подключение до восьми исполнителей, каждый из которых обслуживает до 16 устройств; посылки по магистрали и формирующие информационные кадры являются взаимоблокируемыми и однонаправленными; информационные посылки могут осуществляться либо по двум однонаправленным шинам, либо по магистральным двунаправленным 16-разрядным шинам; окончание передачи по инициативе задатчика или исполнителя; кроме выполнения выборки задатчик может передавать управление интерфейсными функциями ведущему исполнителю.

Организация интерфейса. В интерфейсе регламентированы: протокол с учетом использования шин, сигналов и режима обслуживания; состояния и последовательности операций на интерфейсе; кодирование байтов, передаваемых по шинам в различных последовательностях; режим самодиагностики и технического обслуживания для различных сценариев отказа оборудования интерфейса; логическая организация интерфейса, включая общие и специфические уровни для ПУ, общее кодирование данных; временные требования, в том числе синхронная передача данных в потоковом режиме, а также примеры и спецификации для различных типов приемопередатчиков, кабелей, режимов работы.

Линии интерфейса, которые приведены ниже, реализуют соединение задатчика и исполнителя с помощью двух двунаправленных информационных шин, А и В и минимального числа радиальных линий:

<i>Наименование</i>	<i>Назначение</i>
BUS A (7...0, P)	При обмене между задатчиком и исполнителем передача от задатчика управляющих последовательностей, байта данных в однобайтовом режиме, первого байта в 2-байтовом режиме
BUS B (7...0, P)	При обмене между задатчиком и исполнителем передача от исполнителя управляющих последовательностей, байта данных в однобайтовом режиме, второго байта в 2-байтовом режиме
SELECT OUT	Выбор ведущего исполнителя и диагностический выбор. При лог.0 все исполнители используют линию BUS A. Ведущий исполнитель использует линии MASTER OUT и SYNC OUT
SLAVE IN	Подтверждение исполнителем приема от задатчика последовательности управления или окончания передачи информации
MASTER OUT	Инициация или завершение задатчиком операций "Передача информации", "Запрос прерывания", "Режим передачи запросов", "Сброс исполнителя"
SYNC IN	Идентификация действительности данных исполнителя или управляющего байта на шинах
SYNC OUT	Идентификация действительности данных задатчика или инициации последовательности управления
ATTENTION IN	Сборный сигнал от всех исполнителей для информирования задатчика о требовании обслуживания. Сигнал действителен от любого выбранного исполнителя

Использование шин А и В обеспечивает: оптимизацию операций, связанных с обменом по шинам информационными посылками; информацию управляющих последовательностей от задатчика и соответствующее управление физическим интерфейсом; инициацию последовательности окончания работы от исполнителя и представление соответствующего байта состояния; симплексное использование шины А задатчиком при передаче от него управляющей информации или байта состояния (дополнительно) и шины В при вводе и задатчик информации идентификации и состояния источника; индикацию различных типов передаваемой через физический интерфейс информации (данных, кодов операций и т.д.), "прозрачной" для физического интерфейса; распознавание изменений состояний интерфейса и передачи информации, позволяющих микропроцессору общего назначения интерпретировать эти изменения; изменение в любой момент только одного сигнала управления, что обеспечивает эффективное взаимоблокирование всех функций управления, за исключением передачи данных в потоковом режиме; реализацию операционных команд от задатчика и ответов от исполнителя в передаваемой информации; передачу информации в одно- или двухбайтовом режиме: в однобайтовом режиме информация передается в симплексном режиме (например, шина А — ввод, шина В — вывод), в двухбайтовом — параллельно по 16 разрядам для ввода или вывода; контроль по четности (он отсутствует, например, при идентификации адресов источника).

Режим самодиагностики и обслуживания позволяет изменять каналы связи между компонентами с целью исправления ошибок и изоляции отказавших компонентов, если отказ произошел в оборудовании интерфейса и подключенного источника.

Состояния интерфейса IPI определяются соотношениями между управляющими сигналами, которые взаимоблокируемы задатчиком и исполнителем:

Код	Разряды					Наименование состояния	Назначение
	4	3	2	1	0		
0.0	0	0	0	0	0	Свободен	Все управляющие сигналы в состоянии лог.0
0.1	0	0	0	0	1	Обслуживание	Разрешение от датчика на использование только шин В, инициация режима всех исполнителей
0.3	0	0	0	1	1	Обслуживание	То же
1.0	0	0	1	0	0	Запрос	Установка датчиком на шинах А для исполнителя байта модификатора запроса
1.1	0	0	1	0	1	Селективный сброс 1	Сброс исполнителя, идентифицируемого байтом на шинах А
2.0	0	1	0	0	0	Сброс выборки	Инициация датчиком сброса выборки исполнителя
2.1	0	1	0	0	1	Обслуживание	То же
2.3	0	1	0	1	1	Обслуживание	То же
3.0	0	1	1	0	0	Запрос принят	Установка исполнителем требуемого ответа на шинах В
3.1	0	1	1	0	1	Селективный сброс 2	Сброс исполнителем всех линий
4.0	1	0	0	0	0	Выборка	Инициация последовательности выборки после установки на шинах А байта выборки
5.0	1	0	1	0	0	Конец работы исполнителя	Инициация завершения исполнителем передачи информации
6.0	1	1	0	0	0	Ответ исполнителя	Ответ исполнителя при выборке, завершении управляющей последовательности или передаче информации
6.1	1	1	0	0	1	Управление	Инициация управления последовательностью передачи информации
6.2	1	1	0	1	0	Конец работы датчика	Инициация приема байта ответа с шины или окончания передачи информации датчиком
6.3	1	1	0	1	1	Ответ шины	Идентификация приема байта управления шиной
7.0	1	1	1	0	0	Готов к передаче	Состояние иницируется датчиком при передаче каждого байта (слова) информации
7.1	1	1	1	0	1	Конец передачи	Состояние иницируется исполнителем для ответа при завершении операции передачи каждого байта (слова) информации
7.2	1	1	1	1	0	Начало передачи	Состояние иницируется исполнителем для начала передачи и информирует готовность исполнителя для приема информации
7.3	1	1	1	1	1	Ответ на передачу	Состояние иницируется датчиком для ответа

на прием информации при
вводе и ее действитель-
ности на шине при выводе

Примечание. 0 — SYNC OUT; 1 — SYNC IN; 2 — MASTER OUT; 3 — SLAVE IN; 4 — SELECT OUT. Коды: 0.2, 1.2, 1.3, 2.2, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3, 5.1, 5.2, 5.3 — неопределенные состояния, которые инициирует оператор.

В диаграмме состояний интерфейса показываются все определенные состояния и переходы между ними (причем не все приведенные последовательности в действительности необходимы).

Основные последовательности, формирующиеся как набор переходов состояний: запрос прерывания; установка запроса передачи; запрос прерывания оборудования и специфического исполнителя; выборка; нормальный сброс выборки; сброс задатчика (режима обслуживания); селективный сброс; окончание; управление шиной; окончание по инициативе исполнителя; передача информации; окончание передачи информации.

Дополнительные функции интерфейса. Средства потоковой передачи обеспечивают передачу информации с максимальной скоростью при максимальной длине кабеля. В этом режиме задержка между выдачей данных и синхроимпульсов минимальна. На каждый синхроимпульс задатчика/исполнителя должен быть получен ответный синхроимпульс от исполнителя/здатчика (при выводе-вводе данных). Время тайм-аута в этом режиме 25 мс.

Передача информации между двумя исполнителями организуется задатчиком, который выбирает ведущего исполнителя, формирующего сигналы синхронизации обмена. При этом задатчик сохраняет свои функции, управляя сигналом выборки, а также сканируя сигналы ведущего исполнителя.

Определение информации на шинах. Указатели байта шины А имеют следующие назначения (в разрядах): 6...4 — адрес исполнителя; 3 — режим передачи (асинхронный/потоковый); 2 — режим передачи байтов (12 байт); 1 — сохранение приоритета исполнителя; 0 — приоритетная выборка определенного порта исполнителя.

Байт выборки средства шины А используется задатчиком, имеющим возможность непосредственно выбирать 8 исполнителей и косвенно 16 устройств. Байт идентифицирует (в разрядах): 7 — при лог.1 указывает байт состояния выборки; 6...4 — адрес исполнителя; 3...0 — адрес средства.

Байт состояния выборки шины В представляется задатчику в фазе "Ответ исполнителя" исполнителями, которые выставляют на соответствующей линии разряд идентификации: 7 — признак исполнителя 7 и т.д.

Байт управления шиной А используется задатчиком для описания режима передачи и конфигурации в фазе "Управления шиной" (в разрядах): 7 — лог.1/лог.0 — данные/команды; 6 — лог.1/0 — ввод-вывод информации; 5...0 — устанавливаются логическим интерфейсом, могут использоваться специальным образом.

Байт ответа шины В является дополнительным, имеет формат, аналогичный формату байта управления шиной А, и передается в состоянии "Ответ шины".

Байт состояния задатчика шины А используется для информирования исполнителя о правильности завершения операции передачи информации (в

разрядах): 7 — нормальное завершение; 6 — ошибка по четности; 5...0 — устанавливаются логическим интерфейсом.

Байт состояния исполнителя шины В передается в состоянии "Ответ исполнителя" и имеет назначение, аналогичное предыдущему.

Байт модификаторов запроса шины А передается исполнителем в состоянии "Запрос" и используется задатчиком различным образом для формирования класса запроса прерывания: 7 — признак байта; 8 — состояние занято; 5 — готовность; 4 — сбой по питанию; 3 — запрос состояния источника питания; 2...0 — соответственно классы 3...1 прерывания: 3 — асинхронные и критические условия, 2 — передача данных, 1 — завершение операций, асинхронные и некритические условия.

Стандарт регламентирует и другие основные и дополнительные байты: запрос прерывания от оборудования и источника; установка запроса передачи; управление селективным сбросом; указатели при ответе на запрос, используемые для сканирования исполнителей; адрес в диапазоне 0...7 и 8...F; идентификации режима передачи (для целей обслуживания); прерывания исполнителя. Режим диагностического обслуживания используется для инициации последовательности сброса задатчика и перехода в следующие режимы: MM1 — функционирование с пониженными возможностями с целью дополнительного сервисного обслуживания отключенного оборудования; MM2 — режим с последовательным протоколом и методом, нечувствительным к сбоям, с использованием тех же самых линий и реализацией, как и в режиме MM1.

Временные характеристики. Задатчик и исполнитель должны обеспечивать необходимые задержки всех выдаваемых сигналов. Для определения числа и топологии источников в зависимости от типа приемопередатчиков и кабелей используются следующие временные параметры: задержка источника; системные задержки, зависящие от конкретного оборудования; ответ на прерывание источника; сброс источника; определяемые типом используемого кабеля; максимальная задержка кабеля, зависящая от его длины. При потоковой передаче данных, например между задатчиком и магнитным диском, соответствующие временные соотношения корректируются.

Физическая реализация IPI. С целью удовлетворения требований приложений в стандарте регламентированы классы конфигураций, все типы кабелей и приемопередатчиков. Ниже приведены основные механические и электрические характеристики интерфейса.

<i>Характеристика</i>	<i>Тип приемопередатчика</i>	
	<i>На три состояния и TTL</i>	<i>Дифференциальный</i>
		<i>С открытым коллектором</i>
Кабель:		
Тип	Гибкий	Витая пара (коаксиальный)
Длина, м	5	50, 75
Период, нс	200	200
Скорость передачи, Мбайт/с:		
однобайтный режим	5	5
двубайтный режим	10	10

Примечание. В скобках указаны характеристики для коаксиального кабеля.

К задатчику с помощью цепочки кабелей может быть подключено максимум восемь исполнителей. Для обеспечения дополнительных возможностей, например ведущего исполнителя, возможно радиальное подключение. Допускается совместное использование различных типов кабелей с учетом ограничений на максимальную длину. В стандарте не реализовано использование повторителей/преобразователей интерфейса, а также любых адаптеров.

Распределение сигналов интерфейса на контактах применяемых соединителей показано ниже (И — исполнитель, З — задатчик):

Сигнал	Источник сигнала	HP-2x25 Сиг-Зем- нал ля	IEC 48BR Сиг-Зем- нал ля	Коаксиальный Сиг-Оплет- нал ка
DC GROUND	-	1 2	1 34	- -
ATTENTION IN	И	9 10	20 4	G06 G11
SYNC OUT	З	17 18	41 25	D13 D12
SLAVE IN	И	29 24	39 23	J02 J03
MASTER OUT	З	35 36	45 29	B06 B11
SELECT OUT	З	29 30	43 27	D02 D03
BUS B (0)	И(З)	45 46	32 16	J04 J05
BUS B (1)	"	47 48	49 33	G05 G04
BUS B (2)	"	7 8	3 36	J06 J07
BUS B (3)	"	19 20	7 40	G08 G07
BUS B (4)	"	21 22	24 8	J09 J08
BUS B (5)	"	25 26	9 42	G10 G09
BUSB (6)	"	3 4	18 2	J11 J10
BUS B (7)	"	5 6	35 19	G12 G13
BUS B (P)	"	49 50	17 50	G03 G02
BUS A (0)	З(И)	37 38	13 46	D04 D05
BUS A (1)	"	39 40	30 14	B05 B04
BUS A (2)	"	15 16	22 6	D06 D07
BUS A (3)	"	27 28	26 10	B08 B07
BUS A (4)	"	31 32	11 44	D09 D08
BUS A (5)	"	33 34	28 12	B10 B09
BUS A (6)	"	11 12	37 21	D11 D10
BUS A (7)	"	13 14	5 38	B12 B13
BUS A (P)	"	41 42	47 31	B03 B02

При конфигурации в виде цепочки кабелей для каждого порта необходимы входной и выходной соединители. В конце цепочки обеспечивается согласование линий интерфейса. Соединители дают возможность двустороннего подсоединения (вилка/розетка), причем соединители кабеля на разных концах маркируются светлым/темным цветом.

Электрические характеристики кабелей стандартизованы и аналогичны характеристикам интерфейса SCSI. Электрические характеристики различных типов приемопередатчиков стандартизованы, причем дифференциальные приемопередатчики соответствуют требованиям ISO 8482-1987.

IPI-2. Логический уровень. Логический уровень ориентирован на функционирование периферийных устройств и обеспечивает управление, учитывающее индивидуальные особенности устройства, физическую адресацию данных, учет временных ограничений, снижение стоимости устройства.

Условия функционирования уровня 2: выполнение операций в соответствии с кодированными командами, передаваемыми в управляющих сообщениях; область данных определяется путем адресации устройства к физической среде; передача данных может быть критичной или некритичной по времени и, как правило, не

буферизуется; данные адресуются посредством физического адреса блока; обычно данные считываются с устройства без коррекции ошибок; команды предназначены для конкретного устройства; длина физических блоков данных может быть фиксированной или нефиксированной; требуется точное позиционирование.

Для каждого типа устройства необходим отдельный стандарт, и в настоящее время разработаны стандарты ПМС 9318-2 для НМД и ПМС 9318-5 для НМЛ.

Организация стандартов. Стандарты на систему команд, зависящих от устройства, регламентируют функции задатчика и исполнителя, форматы и способы передачи информации, содержания управляющих сообщений и сообщений состояния.

Задатчик выполняет следующие функции: буферизацию и организацию данных, заголовков, обработку дефектов, обнаружение и/или коррекцию ошибок, выдачу команд. Исполнитель выполняет следующие функции: выполнение команд, выдачу ответных сообщений, позиционирование, управление чтением/записью, работу с интервалами, заголовками, обнаружение и/или коррекцию (дополнительно) ошибок, буферизацию (дополнительно), работу с двумя портами (дополнительно).

В стандартах задаются форматы следующих байтов сообщений: управления шинами, состояния задатчика, состояния исполнителя, запроса прерывания, ответного адреса, селективного сброса, выборки, запроса передачи установок, запроса прерываний от исполнителя, прерываний от исполнителя.

В управляющих сообщениях задаются коды: назначение команд, форматы байтов параметров, а также режимы функционирования исполнителя в соответствии с этими командами. Конечное состояние исполнителя передается задатчику. В стандартах указываются формат сообщения состояния, расширенного состояния и назначение отдельных полей.

IPI-3. Логический уровень. Логический уровень обеспечивает функционирование и совместимость периферийных технических средств за счет использования общих для определенных типов устройств (НМД и НОД, НМЛ, телеобработки данных) компонентов и характеризуется независимостью от центральных и периферийных устройств, от времени параметров логической адресации данных, организации цепочек команд. В интерфейсе IPI-3 используется пакетная структура обмена, независимая от физического уровня.

Характеристики, определяющие функционирование уровня 3, таковы: выполняются отдельные операции или цепочки операций; область данных определяется атрибутами исполнителя; передача данных критична или не критична к времени и обычно буферизуется; адрес блока данных — логический, но может быть и физическим; длина блока данных может быть фиксированной или переменной; данные обычно откорректированы; позиционирование подразумевается; обработка дефектов поверхности, коррекция ошибок и повторение по ошибке прозрачны для задатчика, но могут им управляться.

Каждый тип устройства требует разработки отдельного стандарта; в настоящее время разработаны стандарты 9318-3 для НМД и НОД, а также 9318-4 для НМЛ.

Организация стандартов. Стандарты на состав команд, общий для определенного типа устройств, регламентируют: принцип взаимодействия задатчика и исполнителя в процессе выполнения операций; структуру пакетов сообщений для передачи команд и состояний; назначение, структуру и форматы командных пакетов и ответных пакетов для всех заданных команд. Команды разбиты на следующие группы: управления, позиционирования, передачи данных, комбинированные, диагностические. Наборы

команд различных типов устройств в значительной степени совпадают. Сами же командные и ответные пакеты могут или полностью совпадать, или незначительно различаться параметрами.

MAP

Спецификация MAP (Manufacturing Automation Protocol, протокол автоматизации производства) содержит совокупность протоколов ISO, поддерживаемых и одобренных зарубежными фирмами, включая изготовителей микропроцессорных систем. Внедрение спецификации MAP в ведущих странах мира осуществляется соответствующими рабочими группами производителей оборудования и программного обеспечения и пользователями, в частности в Европе группой EMUG. В настоящее время широкое применение находят спецификации MAP версии 3.0, MINIMAP и MAP/ЕРА. Последние две спецификации разработаны для прикладных процессов, к обмену между которыми предъявляются повышенные требования по быстродействию.

MAP 3.0, MINIMAP, MAP/ЕРА

MAP 3.0. Архитектура протоколов (уровней 1...4) спецификации для систем автоматизации промышленных предприятий представлена в виде стандартов ISO ниже:

<i>Уровень ЭМВОС</i>	<i>Уровень MAP 3.0</i>
4	Транспортный протокол, класс 4: служба — ISO 8072 протокол — ISO 8073
3	Сетевая служба — ISO 8348 (включая дополнения 1,2) Межсетевой протокол — ISO 8473
2	Управление логическим каналом ISO 8802, тип 1, класс 1
1	Шина с передачей маркера ISO 8802/4

Физический уровень. Возможности определены стандартом ISO 8802/4:

1. Передача сигналов в широкой полосе частот в кабеле с преобразователем частоты. В общей полосе частот под передачу сигналов MAP выделяются три частотных диапазона полосой 12 МГц каждый, обеспечивающих скорость передачи 10 МГц. Остальные диапазоны могут использоваться для передачи речи, видеоизображений и других приложений, не определенных спецификацией в MAP.

2. Передача сигналов в полосе несущей (передаются в модулированном виде со скоростью 5 Мбит/с использования преобразователя частоты).

Канальный уровень. На подуровне управления доступом к среде (ПУДС) применяется метод передачи маркера по шине по стандарту ISO 8802/4, обеспечивающий работу в реальном времени. На подуровне управления логическим каналом (ПУЛК) используется стандарт ISO 8802/2, тип 1, класс 1, при этом предполагается, что функции исправления ошибок, упорядочивания возлагаются на протоколы верхних уровней.

Сетевой уровень. Специфицирует услуги без установления соединений. В версии MAP 3.0 исключен протокол согласования, зависящий от сети. Поэтому для оконечных систем, реализующих режим с установлением соединения, при подключении к оконечным системам MAP/TOP необходимо дополнительно

организовать режим, не ориентированный на соединение. На сетевом уровне применяется алгоритм статистической маршрутизации, разработанный фирмой GM.

Транспортный уровень ориентирован на соединение и соответствует стандарту ISO 8073, класс 4, обеспечивающему наибольший набор услуг, включая мультиплексирование, управление потоком, обнаружение и исправление ошибок. Данный класс протокола выбран потому, что ПУЛК спецификации MAP 3.0 не обеспечивает надежной передачи информации.

MINIMAP и MAP/EPA. Архитектура MINIMAP, соответствующая стандарту PROWAY, разработана для прикладных процессов, к обмену между которыми предъявляются повышенные требования по быстродействию. Оконечная система, реализующая архитектуру MAP и MINIMAP, называется MAP с расширенной последовательностью (MAP/EPA). В ней отсутствуют уровни 6...3, а стандарты первых двух уровней приведены ниже:

Уровень

MINIMAP

- | | |
|---|--|
| 2 | ANSI/ISA S 72.01-1984 (PROWAY), ISO 8802/2,
класс 3 |
| 1 | IEEE 802.4 1985, IEEE 802.1 1985 |

На физическом уровне MINIMAP использует более дешевый метод передачи сигналов в полосе несущей с применением фазокогерентной частотной манипуляции. Этот метод совместим с MAP и обеспечивает двунаправленную передачу сигналов по шине со скоростью 5 Мбит/с и не требует преобразования частоты из-за того, что прием и передача сигналов ведутся на одной и той же частоте. На подуровне управления логическим каналом применяется метод квитируемой связи без установления логического соединения, описанный в стандарте ISO 8802/2 и соответствующий методу стандарта PROWAY.

MCA

Общие сведения. Интерфейс Micro Channel (несовместимый с AT-bus) используется в старших моделях IBM PS/2 и совместимых с ними ПЭВМ.

Основной соединитель магистрали — 80-контактный с шагом выводов 1,27 мм, разделен на три части: 8-разрядную секцию (с 24-разрядной адресной шиной, 8-разрядной шиной данных и большинством сигналов управления); секцию 16-разрядного расширения (со старшим байтом данных и дополнительными сигналами прерывания); дополнительную секцию 32-разрядного расширения (для микропроцессора 80386 и согласованной памяти). Доступ к видеоаппаратуре, расположенной на основной шине, осуществляется с помощью отдельного 20-контактного двухрядного соединителя секции видеорасширения, имеющей только одно установочное место:

Вывод

Обозначение

Назначение

8-разрядная секция

A03, A43, B03, B05,
B09, B13, B17, B21
B29, B33, B37, B41
B45

GND

Общий

A07, A11, A17, A31, A39, A19, A35, A23, A27, A18-A04, B20-B06, A37, B38, A38, B39, B40, A40, A41, A42, A20, A02	+ 5 V	Напряжение питания
A22	+ 12 V - 12 V	Напряжение питания
A32, A33	A00-A23 D00-D07	Напряжение питания
A34, B34	ADL MADE 24	Шина адреса
B32, B42, A36, B35		Шина данных
B36		Строб дешифратора адреса
A44		Признак 24-разрядной шины адреса
A01		Признак групповой передачи
A21, A24-A28, A29	S0, S1	Тип цикла магистрали (состояние)
B23-B28, B22	M/IO CMD	Память/Ввод-вывод
A45	ChChk ChReset CDCh Rdy CD Rdy Rtn	Признак установления шины данных
B02	CD Stdbk	Системная ошибка
B01, A30	DS 16 RIN	Системный сброс
B50, B54, B58, A48, A56	CD Setup	Сигнал готовности
A52	Preemt Arb0-Arb3 Arb/Gnt	Возврат сигнала готовности
B48, B49, A49, A50, B51, A51, B52, A52, A54	IRQ3-IRQ7, IRQ9 Refresh	Признак выборки модуля (ПВМ)
A55	Audio	Возврат признака 16-разрядных данных
B55-B57, A57, A58	Audio GND Tc	Признак модуля на основной плате
	16-разрядная секция	Запрос магистрали
	GND	Код арбитража
	+ 5 V	Признак представления магистрали
	+ 12 V	Запросы прерываний
	D08-D15	Запрос регенерации динамической памяти
	SBHE	Режим звукового сигнала
	CD DS16	Звуковой общий
	IRQ10-IRQ12, IRQ14, IRQ15	Выход таймерного счетчика
	32-разрядная секция	
	Секция микропроцессора	
A61, A89, B63, B67	GND	Общий

B71, B75, B79, B83, B87 A69, A73, A85	+ 5 V	Напряжение питания
A65, A77, A81	+ 12 V	Напряжение питания
B64-B66, A66-A68, B68, B69, A70-A72, B72-B74, A74, A75 B81, B82, A82-A84, B84-B86 B76-B78, A78	D16-D32 A24-A31 BEO - BE3	Шина данных Старшие разряды шины адреса Линии разрешения байтов (ЛРБ)
A80	CD DS32	Признак 32-разрядных данных (П32)
A79 B80	DS 32 RIN TR32	Возврат П32 Признак устройства, управляющего ЛРБ

Секция согласования памяти

AM2, BM4	GND	Общий
BM2	MMCR	Запрос цикла согласованной памяти
AM3	MMC/CMD	Конец цикла согласованной памяти
AM1	MMC	Признак цикла согласованной памяти

Соединитель видеорасширения

AV03, AV07, BV01, BV05, BV09 BV02-BV08, AV06,	GND	Общий
	P00-P07	Адрес элемента изображения
AV01	EVideo	Включение P0-P7
AV04	Dilk	Строб адреса элемента изображения
AV05	EDilk	Включение адреса элемента изображения
AV08	Blank	Гашение изображения
AV09	Hsync	Горизонтальная синхронизация
AV10	VSynс	Вертикальная синхронизация
BV10	ESynс	Включение сигналов гашения и синхронизации

На магистрали реализована многопроцессорная работа. При необходимости занятия магистрали устройство вырабатывает запрос магистрали ЗМ и подключает 4-разрядный уровень арбитража к линиям арбитража. Арбитр, расположенный на основной плате, получив сигнал запроса, возбуждает сигнал на линии Arb/Gnt, сообщая о начале цикла арбитража. Каждое устройство, запрашивающее магистраль, подключает свой 4-разрядный идентификатор арбитража к линиям арбитража и

одновременно опрашивает сигналы на линиях, определяя соответствие собственного идентификатора коду на линиях.

Устройство, имеющее высший приоритет ("выигравшее" арбитраж), подключается к магистрали. Арбитраж снимает сигнал с линии ЗМ, сообщая, что устройство выигравшее арбитраж, может осуществлять управление магистралью.

Устройство, осуществляющее групповую (пакетную) передачу данных, сообщает о том, что оно будет в течение некоторого времени владеть магистралью. Однако при возбуждении линии ЗМ устройство должно участвовать в новом цикле арбитража. Если в течение 7...8 мкс после формирования сигнала ЗМ устройство не отключается от магистрали, специальный таймер фиксирует ошибку.

Секция 32-разрядного расширения магистрали содержит семь управляющих, восемь адресных и 16 линий данных. Сигналы на линиях ВЕ0-ВЕ3 во время 32-разрядной передачи данных указывают, какие байты участвуют в передаче. Они могут использоваться, например, в модулях памяти в качестве сигналов выборки схемы четырех групп 8-разрядных микросхем памяти, каждая из которых коммутирует свои выходы данных и соответствующий байт шины данных. Сигналы на линиях П16 и П32 идентифицируют разрядность данных адресуемого устройства. По линиям возврата признаков принимаются обратно сигналы признаков от работающего на магистрали устройства, которые используются для указания разрядности передаваемой информации.

Сигнал ТР32 указывает, какое оборудование управляет линиями ВЕ0-ВЕ3. При наличии сигналов этими линиями управляет устройство, владеющее магистралью, а при отсутствии — логика основной платы.

На магистрали возможны четыре типа цикла: согласованной памяти, основной передачи, расширенных синхронной и асинхронной передач. Первые три являются специальными синхронными циклами.

Цикл согласованной памяти поддерживается только моделью типа PS/2 80. Он обеспечивает быструю передачу данных между микропроцессором 80386 и магистралью и выполняется за три тактовых импульса 16 МГц (187,5 нс). Цикл основной передачи выполняется за четыре тактовых импульса (250 нс).

Для реализации быстрого цикла на магистрали имеется секция согласованной памяти, формирующая три управляющих сигнала. Если адресное устройство вырабатывает сигнал запроса ММCR, то выполняется цикл согласованной памяти, если нет, то цикл основной передачи. Сигнал ММCR вырабатывается логикой основной платы, выполняющей быстрый цикл передачи. Сигнал ММС CMD во время выполнения цикла определяет, когда на магистрали устанавливаются данные.

При выполнении расширенного цикла передача данных завершается после формирования устройством сигнала готовности. Максимальная задержка этого сигнала 3 мкс. Синхронный расширенный цикл отличается от асинхронного формированием синхронного сигнала готовности и завершается немного быстрее.

Выполнение цикла передачи начинается с возбуждения шины адреса и сигналов MADE 24 и M/IO. Затем устанавливаются линии состояния S0 и S1 и возбуждается линия строба ADL. Адресуемое устройство формирует сигнал ПВМ и сигнал П16 при 16-разрядной передаче или два сигнала П16 и П32 при 32-разрядной передаче. Если цикл передачи должен быть расширен, снимается сигнал готовности. Сигнал CMD формируется при установке шины данных.

После завершения цикла передачи снимаются сигналы с шины адреса и линий ADL, S0, S1. В ответ на изменение адресных шин адресное устройство снимает сигналы с возбуждаемых им линий.

В магистрали в разных моделях используется разное число установочных мест. Модель 50 имеет 4 установочных места, модель 60 — 7 мест, объединенных 16-разрядной магистралью. Модель 80 имеет 4 места с 16-разрядной и 3 места с 32-разрядной магистралью.

MIDI

Стандарт цифрового интерфейса MIDI (Musical Instrument Digital Interface) для электронных музыкальных устройств разработан фирмами Roland, Yamaha, E-mu и др. Спецификация MIDI 1.0 содержит описание стандарта на аппаратную и программную части, предназначенного для организации локальной сети цепочечного типа из ПЭВМ и электронных музыкальных инструментов.

Общая организация. Интерфейс MIDI — последовательная "токовая петля", работающая в асинхронном режиме со скоростью обмена 31250 бод. Устройство, выходящее на интерфейс MIDI (узел), содержит приемник, подключенный к входу цепи, и передатчик, подключенный к ее выходу. Для связи с другими устройствами узла используется ретранслятор, передающий сигнал от входа приемника к дополнительному выходу узла. В интерфейсе используется один передатчик (ПЭВМ), обеспечивающий подключение не более четырех устройств приемников (при логической адресации до 16 приемников).

На инструментах используются соединители типа DIN-5, маркированные "MIDI IN", "MIDI OUT", "MIDI TRU OUT". Для соединения устройства используется экранированный двухжильный кабель длиной до 15 м.

Протокол — набор сообщений, описывающих различные функции сети, с помощью которых осуществляется связь между устройствами. Каждое сообщение состоит из одного, двух или трех байтов. Первый байт — байт состояния, указывающий тип данных, содержащихся в следующих за ним байтах данных. Формат первого байта: D7 — всегда равен 1; D6-D4 — тип данных (8 типов); D3-D0 — номер канала интерфейса (16 каналов).

Передача по интерфейсу осуществляется только для адресуемого приемника. Номер канала 0 — признак широкопередаточного приема байта состояния всеми инструментами одновременно.

Сообщения бывают каналные (о тембре, режиме); системные (привилегированные, общесистемные, реального времени).

Канальные сообщения о звуке (Channel Voice Message): Note ON — клавиша нажата (исполнение данной ноты); Note OFF — клавиша отжата; Polyphonic key pressure — давление после нажатия клавиши в полифоническом режиме; Channel pressure — давление в канале (определяет уровень громкости для данного канала); Control change — смена режима управления (большая группа сообщений, управляющих изменением параметра звука); Program change — смена программы (указание номера выбранного голоса (программы)); Pitch bend change — изменение высоты тональности устройств-манипуляторов.

Канальные сообщения о режиме (Channel Mode Message):

Local control — локальное управление; All note OFF — клавиши не нажаты; OMNI OFF, OMNI ON, MONO ON, POLY ON.

Привилегированные системные сообщения (System Exclusive Message) служат для того, чтобы последние данные программ и секвенсеров можно было запомнить, проанализировать или изменить с помощью другого синтезатора или компьютера.

Общесистемные сообщения (System Message): Song position pointer — указатель позиции (содержимое двух байтов данных); Song select — выбор композиции (один байт данных, задающий одну из 128 возможных мелодий); Tune select — запрос настройки генераторов тона (автоматическая настройка синтезаторов системы); End flag of system exclu — конец привилегированного сообщения (коды идентификации ID производителей электронной музыкальной аппаратуры устанавливаются комитетом MIDI).

Системные сообщения реального времени (System Real Time Message): Timing clock — синхронизация (сообщения посылаемые со скоростью 24 импульса на четвертную ноту); Start — старт (инициация начала воспроизведения выбранной мелодии); Stop — стоп (прекращение воспроизведения или записи); Continue start — продолжение (воспроизведения или записи); Active sensing — тактовый сигнал (специальное проверочное сообщение, посылаемое каждые 300 мс для контроля работоспособности системы); System reset — сброс системы (установка в начальное состояние всех приемников системы). Для интерфейса определен формат данных всех канальных и системных сообщений (для трех байтов).

Программирование работы включает программирование портов ввода-вывода, таймеров, схем для определения источника прерываний, устройства с внутренней и внешней синхронизацией для режимов воспроизведения и записи. Тест-программа обеспечивает проверку модуля в режимах передачи и приема, а также проверку таймеров. При проверке обычно выход соединяется с входом стандартным кабелем.

Физическая реализация. Стандартный модуль представляет собой интерфейсную плату, устанавливаемую в системную магистраль ПЭВМ и содержащую БИС приемопередатчика со встроенными таймерами, используемыми в качестве датчика темпа, счетчика времени и метронома.

MIL-1553B, MIL-1773

Общие сведения. Стандартизированные интерфейсы последовательных мультиплексированных каналов (МК) типа MIL-1553B, MIL-1773 широко применяются для локального многоточечного соединения распределенных подсистем специального назначения. Они обеспечивают расширенные режимы адресации, включая широковещательный, защиту от помех и идентификацию ошибок передачи.

В состав МК входят контроллер (К), оконечные устройства (ОУ) (до 31), линии передачи информации. Контроллер, обычно входящий в ЭВМ, управляет обменом информацией, осуществляет сопряжение с линией передачи и контроль передачи информации, состояния ОУ и самоконтроль. Оконечное устройство принимает и выполняет адресованные ему команды контроллера, осуществляет сопряжение подключенного оборудования с линией передачи информации, контролирует передачу информации, производит самоконтроль и передает результат контроля в контроллер.

Логическая организация и протокол. Обмен информацией осуществляется по принципу "команда-ответ" с временным разделением сообщений. Информация

передается в МК в виде *сообщений*, состоящих из командных (КС), информационных (ИС) и ответных (ОС) слов.

В МК предусмотрены три вида передач сообщений: от К к ОУ; от ОУ к К; от ОУ к ОУ. Порядок следования сообщений произвольный.

Форматы сообщений при передаче информации:

- 1) от К к ОУ — (КС, ИС,...ИС, Т1, КС, Т3);
- 2) от ОУ к К — (КС, Е2, ОС, ИС,..., ИС, Т3);
- 3) от ОУ к ОУ — (КС, КС, Т2, ОС, ИС,..., ИС, Т1, ОС, Т3),

где Т1, Т2, Т3 — время соответствующих пауз: Т1 — между последним ИС массива и ОС; Т2 — между КС и ОС; Т3 — между последним ИС или КС и КС следующего сообщения.

Формат командного сообщения (приказа) от К к ОУ: (КС, Т2, ОС, Т3). Информационные сообщения передаются пословно или массивами длиной до 32 слов. Передача информации осуществляется последовательным цифровым кодом по общей линии МК, асинхронным способом с выделением синхронизирующих сигналов из принимаемого кода в полудуплексном режиме.

Формат КС, ИС, ОС (в разрядах): синхросигнал С(3), информация ($2^{15}...2^0$), контроль по нечетности Р(1).

Информация длиной более 16 разрядов передается последовательно в двух словах, в первом — с большим весом, во втором — с меньшим, неиспользованные разряды — в виде лог.0.

Командное слово содержит следующие поля (разряды): С(3), адрес ОУ(5); признак "прием-передача" (1); подадрес/режим управления (5); число информационных слов/код режима управления (5) Р(1).

Каждому ОУ присваивается один из 32 адресов, за исключением адреса 31, зарезервированному для специальных целей (широковещательного режима). Подадрес используется для указания адреса вводимой/выводимой информации. Код подадреса указывает ОУ, что поле числа слов содержит код команды управления. Число информационных слов указывается ОУ в двоичном коде, причем коду 0 соответствует число 32.

Команды и коды режима управления используются с учетом функционального назначения ОУ или К и приведены ниже:

Наименование команд	Обозначение	Код
Принять управление каналом	ПУК	00000
Передать ответное слово	ПОС	00001
Провести самоконтроль	ПС	00010
Блокировать передатчик	БП	00011
Разблокировать передатчик	РП	00100
Установить исходное состояние	УИС	00101
Резерв		00110...11111

Информационное слово содержит следующие поля (в разрядах): С(3); информация 16; Р(1). Ответное слово содержит следующие поля (в разрядах): С(3); адрес ОУ (5); признаки состояния (11); Р(1).

Поле признаков состояния содержит следующие разряды: "ошибка в сообщении", указывающий наличие/отсутствие достоверности принятого ОУ предыдущего сообщения; "подсистема занята" — при лог.1 сообщает К, что подсистема не может передать данные ОУ; "принято управление каналом" — при лог.1 сообщает в ответ на 226

соответствующую команду, что другой К, выполняющий в данный момент функции ОУ, принял управление каналом; "неисправность оконечного устройства" — при лог.1 сообщает К о неисправности ОУ; разряд контроля по нечетности используется обычным образом.

Функциональная организация. Команда ПУК указывает К, работающему в данный момент как ОУ, на то, что он должен принять управление каналом. Контроллер, приняв адресованную ему команду, выдает ОС, в котором устанавливает соответствующий разряд в поле признаков состояния, после чего берет управление МК. Если К указывает в ОС, что он не принимает команду, то К, передавший команду, продолжает осуществлять управление МК.

По команде ПОС оконечное устройство передает ответное слово. По команде ПС оконечное устройство проводит самоконтроль. По команде БП оконечное устройство блокирует передатчик, соединение с резервной шиной. По команде УИС оконечное устройство производит установку необходимых схем и узлов в исходное состояние.

Сообщения передаются без пауз между: КС при передаче от ОУ к ОУ; КС и первым ИС массива при передаче от К к ОУ; ИС массива; ОС передающего ОУ и первым ИС массива. При передаче сообщений паузы T_1 , T_2 должны быть в интервале 2...10 мкс между: КС и ОС (T_2); последним ИС массива и ОС (T_1). Пауза (T_3) между ИС или ОС сообщения и КС следующего сообщения — не менее 2 мкс.

При передаче кода передачи информации применяется биполярный двухуровневый фазоманипулированный код без возвращения к нулю, так называемый код Манчестер-II. Скорость передачи составляет 1 Мбит/с $\pm 1\%$.

Слово, принятое К или ОУ, должно удовлетворять следующим требованиям: началом слова является синхросигнал (три бита); 17 информационных сигналов соответствуют используемому коду (Манчестер-II); 16 разрядов слова удовлетворяют проверке на четность. При несоответствии принятого слова этим требованиям оно считается недостоверным. В этом случае ответное слово устройства, принявшего слово, должно устанавливать лог.1 в разряде "ошибка в сообщении".

Контроллер повторно производит передачу сообщения в случаях если: ОС, поступившее в К, содержит лог.1 в разряде "ошибка в сообщении"; принятая К информация недостоверна; ОС не поступает в К в течение 10 мкс после передачи им КС или последнего ИС; после передачи К второго КС или после передачи ОУ последнего ИС. Число повторных передач сообщений и формирование признака отказа оборудования определяются в зависимости от функционального назначения системы (комплекса).

Физическая реализация MIL-1553В. Требования к линии передачи информации. Линия представляет магистральную шину с ответвлениями (шлейфами), согласованную с обеих сторон резисторами с сопротивлением $R_0 = 75 \text{ Ом} \pm 5\%$. Подключение к МК осуществляется через схему, содержащую защитные резисторы ($R_3 = 56 \text{ Ом} \pm 5\%$), трансформатор гальванической развязки, приемник/передатчик. К мультиплексному каналу длиной не более 100 м обычно подключается не более 32 шлейфов длиной не более 6 м каждый. В специальных случаях возможно подключение до 64 оконечных устройств при длине шлейфов не более 0,1 м, входном сопротивлении приемника/передатчика не менее 6 кОм, длина МК до 120 м с волновым сопротивлением $r = 150 \text{ Ом}$.

Кабель линии передачи выполняется в виде симметричного экранированного кабеля на основе крученной пары проводов с волновым сопротивлением $r = 75 \text{ Ом} \pm$

$\pm 10\%$. Волновое сопротивление кабеля шлейфа $150 \text{ Ом} \pm 10\%$. Затухание сигналов на 1 м длины кабеля на частоте 1 МГц — не более 0,03 дБ при электрической емкости не более 90 пФ. Число скруток жил на 1 м длины кабеля — не менее 40 для кабеля с $p = 75 \text{ Ом}$ и 25 для кабеля с $p = 150 \text{ Ом}$.

Электрические характеристики. Сигналы, поступающие от передатчика в МК: диапазон изменения полного размаха сигнала 3...10 В; длительность полуволны $\tau/2$ информационного сигнала на выходе передатчика $0,50 \text{ мкс} \pm 5\%$; длительность фронта и среза 0,1...0,15 мкс. Сигналы, поступающие из МК на вход приемника: диапазон изменения полного размаха сигнала — 1...10 В; форма сигналов — от прямоугольной до синусоидальной; входное сопротивление — не менее 2 кОм в диапазоне частот 0,1...1 МГц.

Внутриблочное сопряжение. Оконечное устройство и совмещенное с ним оборудование сопрягаются через цифровой интерфейс, назначение сигналов линий которого приведено ниже:

<i>Сигнал</i>	<i>Назначение</i>
Информация	Цифровая информация, передающаяся в одном из двух направлений. Каждый информационный разряд передается в момент, совпадающий с положительным фронтом синхриимпульса
Синхронизация	Последовательность импульсов, поступающих с частотой 1 МГц из ОУ в оборудование. Число импульсов равно суммарному числу разрядов информационных слов, передаваемых в сообщении. Изменение сигнала "Запрос" с лог.1 на лог.0 является признаком передачи последнего синхриимпульса
Запрос	Сигнал из ОУ в оборудование. Лог.1 указывает на инициацию передачи информации в одном из двух направлений, лог.0 — на окончание передачи
Подтверждение	Сигнал из оборудования в ОУ. Лог.1 идентифицирует принятие сигнала "Запрос" и готовность оборудования к передаче данных. Лог.0 указывает на принятие оборудованием Лог.0 сигнала "Запрос" и на окончание передачи информации
Флаг	Сигнал из оборудования в ОУ указывает ему, что имеется запрос от оборудования для ввода информации
Блокировка	Сигнал из ОУ в оборудование. Лог.1 указывает на ввод информации в ОУ и ему запрещается иницировать ввод информации при лог.1 сигнала "Флаг". Лог.0 указывает на ввод информации из ОУ
Ошибка	Сигнал из ОУ в оборудование. Лог.1 идентифицирует ошибку по четности при приеме в ОУ информации. Сигнал переходит из лог.1 в лог.0 при изменении сигнала "Подтверждение" с лог.0 на лог.1

Информация передается по шине последовательным кодом в виде 17-разрядных двоичных слов, причем последним передается конкретный разряд. Скорость передачи информации $1 \text{ Мбит/с} \pm 0,1\%$.

Физическая реализация MIL-1773. Интерфейс рассчитан на применение волоконно-оптических линий связи, совместим на уровне программных и основных

технических средств сопряжений с интерфейсом MIL-1553B. Интерфейс разработан для более надежной работы оборудования в условиях физических повреждений, электромагнитных помех и радиации.

В модифицированных блоках сопряжения сохраняются скорость передачи (1 Мбит/с) и способ кодирования (Манчестер- II), что обеспечивает совместимость с существующим стандартом MIL-1553B.

В интерфейсе используется трехуровневый код (+V1, -V1, 0). Применение оптических приемников с тремя выходными состояниями при наличии на входе только двух обеспечивает возможность непосредственной замены существующих приемников на оптические.

Вероятности появления ошибки в этих интерфейсах одинаковые и составляют не более 10^{-7} при различных условиях передачи сигналов. В отличие от МК в интерфейсе MIL-1773 применяются пять различных типов структур: передающая и обратная, звезды, двунаправленная и однонаправленная Т-схемы, гибридная схема, относящиеся к нижнему уровню ВОС.

Развитие интерфейса MIL-1773 предусматривает в будущем повышение скорости передачи до 40 Мбит/с для волоконно-оптических линий в широкополосных каналах связи.

Интерфейс БИС. Для эффективной организации МК применяются интерфейсные БИС, в состав которых входят: формирователь трансформаторной линии (ФТЛ; 588ВА2); усилитель- ограничитель (УО, 588ВА3); кодер-декодер манчестерского кода (КДК, 588ВТ3); контроллер ОУ (КОУ, 588ВТ6); магистральный приемопередатчик (МПП, 588ВА1).

БИС ФТЛ усиливает электрические сигналы при передаче и преобразует биполярный код в униполярный фазоманипулированный при приеме данных. В состав БИС входят передатчик, приемник и схема управления для выработки сигнала начального сброса и управления направлением передачи данных при ретрансляции сигналов.

БИС УО нормализует уровни электрических сигналов, выполняет роль фильтра нижних частот и согласовывает по входу сигнала трансформатор.

БИС КДК содержит независимые декодер и шифратор, имеющие общий вход начального сброса. Декодер осуществляет прием униполярного фазоманипулированного кода от ФТЛ, модуляцию его частотой 12 МГц, распознавание типа синхриимпульса и контроль двух первых битов данных. На выход поступает преобразованный униполярный код, синхронизируемый соответствующей частотой. Все слова контролируются по правильности манчестерского кода, числу битов данных, четности, минимальной длительности пауз и непрерывности. В БИС предусмотрено программирование разрядности ИС и полярности бита четности, что упрощает диагностику МК и повышает его эффективную производительность за счет адаптации к различной разрядности ОУ.

БИС КОУ в процессе преобразования в биполярный код осуществляет формирование синхриимпульса и бита четности. При обратном преобразовании КОУ осуществляет распознавание синхриимпульса, контроль информации, распознавание адреса, контроль четности с соответствующей сигнализацией об ошибке.

БИС МПП обеспечивает двунаправленную передачу байта с инверсией или без нее; подтверждение передачи; формирование четности; контроль информации на четность. БИС служит для согласования нагрузочной способности устройств,

обеспечивает стандартные ТТЛ-уровни выходных сигналов (K588BA1: I – 8 мА при U – 0,5 В), содержит блоки усилителей для первого и второго каналов; реализует управление усилителями, формирование бита четности и контроль информации на четность.

Интерфейсные БИС позволяют реализовать МК длиной 100 м с 32 шестиметровыми шлейфами, а также каналы большей протяженности. Это достигается ретрансляцией сигналов, основа для которой заложена в ФТЛ.

Наличие набора интерфейсных БИС поддержки МК обуславливает экономическую целесообразность создания малых распределенных систем управления для многих областей применения, главным образом для различных производственных предприятий с жесткими условиями эксплуатации. Типичным примером использования является локальная сеть G-Net на основе интерфейсных БИС интерфейса MIL-1553B.

Multibus

Общие сведения. Термин Multibus является фирменным обозначением интерфейсных систем, разработанных фирмой Intel для микропроцессорных систем. Интерфейсные системы Multibus с архитектурой Multibus I (MBI) и Multibus II (MBII) предназначены для построения систем, в основном использующих микропроцессоры типов 8080, 8085, 8086, 80186, 80286, 80386. Интерфейсная система MBI содержит пять магистралей: две параллельные Multibus и LBX, многоканального ввода-вывода — Multichannel, расширения ввода-вывода SBX и последовательную BITBUS.

Магистраль Multibus (IEEE P796) — одна из наиболее распространенных в мире. Она использует асинхронный протокол со скоростью до 5 Мслов/с (8- или 16-разрядных) в 24-разрядном адресном пространстве и обеспечивает мультипроцессорную работу до 16 датчиков.

Локальная магистраль LBX является расширением внутренней магистрали процессорных модулей и используется для подключения к ним дополнительных модулей памяти. Скорость передач на локальной магистрали выше, чем на системной, так как нет потерь времени на арбитраж. Скорость 8-разрядных передач — до 9,5 Мбайт/с, 16-разрядных — до 19 Мбайт/с.

Магистраль Multichannel освобождает СМ от операций ввода-вывода, повышая производительность системы. К магистрали может подключаться до 16 устройств. Она может использоваться и для связи микросистем (МСМ) между собой на расстоянии до 15 м. По магистрали могут передаваться 8/16-разрядные данные со скоростью до 8 Мбайт/с.

Магистраль SBX (IEEE P959) позволяет наращивать одноплатные ЭВМ дополнительными "накладными" платами, расширяющими возможности машин в части аппаратной арифметики, параллельного и последовательного ввода-вывода, графики и т.д. без существенных дополнительных затрат. Кроме того, она дает возможность подстраивать структуру ЭВМ под конкретную задачу пользователя. На магистрали реализуются 8/16-разрядные передачи. Скорость передач — до 10 Мбайт/с.

Последовательная магистраль Bitbus обеспечивает распределенное подключение до 250 устройств обработки данных ввода-вывода и программируемых периферийных контроллеров к различной среде передач длиной от 30 м (для синхронного режима

при скорости 2,4 Мбит/с) до 1200 м (для режима с самосинхронизацией при скорости 62,5 Кбит/с).

Интерфейсная система MBII (IEEE P1296) разработана для высокопроизводительных мультимикропроцессорных систем. В архитектуре интерфейсной системы реализована структура с несколькими магистралями, позволяющая увеличить пропускную способность, повысить надежность и улучшить технико-экономические показатели. Структура каждой магистрали не зависит от типа микропроцессора и учитывает требования предъявляемые к перспективным микропроцессорам.

Система MBII содержит шесть независимых магистралей: две параллельные PSB и LBXII, последовательную системную SSB и три магистрали, заимствованные из системы MBI: многоканального ввода-вывода Multichannel, расширения ввода-вывода SBX и последовательную локальную BITBUS. Пропускная способность магистралей: PSB — 40 Мбайт/с, LBXII — 48 Мбайт/с, Multichannel — 8 Мбайт/с. Одновременное использование магистралей обеспечивает общую пропускную способность системы 96 Мбайт/с.

Благодаря большой пропускной способности в системе можно использовать много процессорных модулей без перегрузки магистрали. Поскольку применяемые процессорные модули приобретают все более широкие функциональные возможности, запас по пропускной способности позволяет наиболее эффективно использовать каждый добавляемый модуль для повышения производительности системы.

Системная магистраль PSB является высокопроизводительной магистралью общего назначения; которая обеспечивает передачи важнейших данных и межпроцессорные взаимодействия. В ней имеются средства инициализации и конфигурации системы, арбитража. Она позволяет работать с 32-разрядным адресным пространством памяти, 16-разрядным пространством адресов ввода-вывода, 16-разрядным пространством внутренних соединений и 8-разрядным пространством сообщений. Разрядность передаваемых данных 8/16/24/32 бит.

Локальная магистраль LBXII обеспечивает эффективное использование процессом памяти, расположенной на других печатных платах. Она позволяет обращаться к памяти объемом до 64 Мбайт. Магистраль процессора независима и обслуживает до 16 модулей, два из которых могут быть задатчиками. Ее применение на 60...90 % загружает системную магистраль. Поскольку магистраль оптимизирована для вычислений, она не производит операций ввода-вывода и передачи сообщений.

Последовательная магистраль SSB имеет то же назначение, что и PSB, обеспечивая низкоскоростные, но дешевые каналы связи. Рабочая частота 2 МГц, пропускная способность ее на два порядка ниже, чем у PSB, но и стоимость ниже на два порядка. Допустимая длина 10 м, что позволяет создавать локально распределенные системы из нескольких микросистем или осуществлять связь с приборами. К последовательной магистрали может быть подключено до 32 модулей.

В архитектуре MBII существует четыре адресных пространства. Пространство межсоединений используется для идентификации модулей и конфигураций системы, а также для тестирования и диагностики. Пространство памяти используется для доступа к устройствам памяти с целью хранения и выборки данных и программ. Пространство ввода-вывода (VB) используется для доступа к периферийным устройствам, контроллерам систем передачи данных и ВЗУ большой емкости. Пространство сообщений используется для межмодульных и межпроцессорных связей при передаче информации о прерываниях и пересылке данных.

Каждое адресное пространство может быть доступно нескольким магистралям:

<i>Магистраль</i>	<i>межсоединений</i>	<i>Адресное пространство памяти</i>	<i>ВВ</i>	<i>сообщений</i>
PSB	+	+	+	+
LBX	+	+	-	-
SSB	-	-	-	+
SBX	-	-	+	-
Bitbus	-	+	+	-

Каждому модулю, соединенному с магистралью PSB или LBXII, должен быть присвоен свой адрес или группа адресов в пространстве межсоединений. Идентификатором взаимосвязи является идентификатор места (ИМ) платы, который принимает свое значение при включении питания. На магистрали PSB значение ИМ меняется от 00 до 19. Центральный обслуживающий модуль (ЦОМ) всегда имеет ИМ, равный 00. На магистрали LBXII значение ИМ меняется от 24 до 29. Первичный задатчик всегда имеет ИМ, равный 24.

Адрес пространства межсоединений состоит из ИМ и последовательных номеров регистров (до 512), адресуемых в этом месте. Регистры 0 и 1 имеют одну функцию для всех модулей и являются идентификаторами поставщика, остальные определяются пользователем. Регистры 2 и 3, например, могут содержать идентификатор типа модуля, 4 и 5 — литеру исполнения, 6 и 7 — нижнюю границу адресного пространства памяти модуля, 8 — число блоков 64К в модуле. Пространство памяти и ВВ являются широко используемыми пространствами для работы с памятью и устройствами ВВ.

Пространство сообщений служит для реализации мультипроцессорных архитектур, требующих межпроцессорного взаимодействия. Модулям, работающим с этим пространством, назначается адрес пространства сообщений, который используется для распознавания сообщений, направленных модулю. Один адрес используется как широкоэмиттерный, относящийся ко всем модулям.

Одни и те же операции могут выполняться через разные магистрали. При этом задатчик должен однозначно выбирать магистраль, выставляя определенный локальный адрес внутри модуля, исполнитель должен распознавать магистраль по адресным и управляющим сигналам и каждая магистраль должна быть "прозрачна" для программного обеспечения.

Multibus. IEEE P796. Системная магистраль имеет набор сигналов и логическую организацию, как у магистрали И41, но отличается физической реализацией. Модули размером 304,8x171,4 мм имеют два печатных соединителя: основной 86-контактный P1 и дополнительный 60-контактный P2. Распределение сигналов магистрали на соединителе P1 показано ниже:

<i>Номер контакта</i>	<i>Обозначение сигнала</i>	<i>Номер контакта</i>	<i>Обозначение сигнала</i>
1, 2	Общий	26	INH2
3...6	+ 5 В	27	BHE
7, 8	+ 12	28	ADR10
9, 10	Резерв	29	CBRQ
11, 12	Общий	30	ADR11
13	BCLK	31	CCLK

14	INIT	32	ADP12
15	BPRN	33	INTA
16	BPRO	34	ADR13
17	BUSY	35...42	INT17...INT0
18	BREQ	43...58	ADRF...ADRO
19	MPDC	59...74	DATF...DATO
20	MWTC	75, 76	Общий
21	IORC	77, 78	Резерв
22	IOWC	79, 80	- 12 В
23	XACK	81...84	+ 5 В
24	INHI	85, 86	Общий
25	LOCK		

Через соединитель P2 передаются четыре старших разряда адреса, остальные контакты зарезервированы для сигналов обработки отказа питания, межмодульных связей или локальной магистрали LBX. Объединительная печатная плата имеет максимальную длину 457,2 мм и может содержать до 16 мест для установки модулей, а также нагрузочных и согласующих резисторов.

Multibus II PSB

Общие сведения: Магистраль PSB является центральной в Multibus II. Она имеет синхронный протокол, мультиплексированные возможности, совмещенные шины адреса и распределенный арбитраж. На магистрали широко используется и мультиплексирование линий управления. Такая мультиплексированная структура существенно уменьшает число линий интерфейса.

Основные системные функции реализует центральный обслуживающий модуль (ЦОМ). Он вырабатывает системные синхроимпульсы, производит инициализацию системы при включении питания, контроль источников питания и переключение на резервный источник, временный контроль (тайм-аут) работы модулей на магистрали.

Кроме обычного режима одиночного обмена данными, при котором каждое слово данных сопровождается адресом (со скоростью до 20 Мбайт/с), на магистрали реализован блочный режим, при котором после передачи адреса осуществляется передача блока данных произвольной длины (со скоростью до 40 Мбайт/с). Этот режим важен для 32-разрядных микропроцессоров, реализующих выборку команд из памяти блоками по 16 байт.

Каждый байт сигналов на линии AD дополняется битом четности. Сигналы управления системой передаются в виде кода, также дополняемого битом четности. Аппаратный контроль линий интерфейса вместе с синхронным протоколом существенно повышает надежность.

Арбитраж на магистрали производится децентрализованно, совмещен с текущим циклом передачи и не занимает специального времени в том случае, когда магистраль сильно загружена. Для того чтобы модуль с высшим приоритетом не монополизировал всю систему, все запросы последовательно обслуживаются до начала нового цикла арбитража, в котором может обслуживаться следующий запрос высшего приоритета. При аварийных ситуациях "срочный" запрос низшего приоритета прерывает нормальный цикл арбитража и откладывает обслуживание других запросов.

Наименование, обозначение и назначение сигналов и линий интерфейса приведено ниже:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Шина "Адреса и данные"		
Сигналы	AD00...AD31	Передача адреса/данных
Адрес/данные	PAR0...PAR3	Дополнение до нечетности байтов данных
Четность		

Шина "Управление системой"

Управление	SC0...SC7	Передача сигналов управления
Четность	SC8	Бит нечетности SC0...SC3
Четность	SC9	Бит нечетности SC4...SC7

Шина "Арбитраж"

Определение	ARB0...ARB5	Коды идентификаторов и арбитража
приоритета		
Запрос	BREQ	Запрос обслуживания задатчика
магистралей		

Шина "Центральное управление"

Сброс	RST	Установка в исходное состояние и инициализация всех модулей системы
Сброс не закончен	RSTNC	Признак необходимости продления срока
Падение постоянного напряжения	DCLOW	Признак приближающегося отказа системы
Защита	PROT	Признак включения резервного питания от батареи
Синхронизация магистралей	BCLK	Синхронизация операций на магистрале
Центральный синхроимпульс	CCLK	Дополнительная синхронизация модулей
Прием идентификатора	LACH	Прием идентификаторов места и арбитражных идентификаторов
Ошибка магистралей	BUSERR	Признак обнаружения ошибки четности на шинах "Адрес/данные" или "Управление"
Блокировка по времени	TIME-OUT	Признак недопустимо большого интервала цикла магистралей

Цикл передачи данных на магистрале состоит из фазы запроса (ФЗ) и фазы ответа (ФО). Во время ФЗ задатчик посылает адрес на линии AD и управляющую информацию (команду) — на линии SC. Во время ФО происходит передача данных, при этом задатчик и исполнитель могут выполнить несколько циклов.

Последняя передача данных сопровождается сигналом конца цикла. Если другой задатчик выставил запрос, то текущий задатчик теряет управление магистралью, в противном случае остается ее владельцем.

Во время ФЗ линии SC возбуждаются задатчиком, сообщая исполнителю о типе выполняемой операции. Во время ФО часть линий SC возбуждается исполнителем

для передачи информации о состоянии и подтверждении связи. Функции линий во время SC приведены ниже:

<i>Сигнал SC</i>	<i>ФЗ</i>	<i>ФО</i>
SC0	Фаза запроса	Нет фазы запроса
SC1	Блокировка	Блокировка
SC2	Разрядность данных	Конец цикла
SC3	Разрядность данных	Готовность задатчика
SC4	Адресное пространство	Готовность исполнителя
SC5	Адресное пространство	Код ошибки исполнителя
SC6	Тип операции	Код ошибки исполнителя
SC7	Не используется	Код ошибки исполнителя

Функции линий SC2 ... SC7 во время ФО изменяются. Задатчик в ФО по линии SC2 сообщает исполнителю, что текущая передача данных является последней и наступает конец цикла.

Линию SC3 в ФО задатчик использует для сообщения исполнителю о готовности к передаче или приему данных. По линии SC4 в ФО исполнитель сообщает задатчику о готовности передачи данных. Эти две линии в ФО обеспечивают двустороннее подтверждение передачи.

По линиям SC5...SC7 исполнитель передает код ошибки:

<i>Код SC7...SC5</i>	<i>Тип ошибки</i>
000	Обмен данными закончен без ошибок
001	Ошибка разрядности — разрядность данных несовместима с разрядностью исполнителя
010	Ошибка продолжения — исполнитель не может продолжать операцию
011	Передача не понята — обнаружено несколько ошибок
100	Нет подтверждения — исполнитель не может ответить на сообщение
101	Ошибка данных агента
110	Резерв
111	Резерв

Группа сигналов арбитража обеспечивает приоритетный доступ задатчиков к магистрали. Линия BREQ возбуждается задатчиками, имеющими запросы на обслуживание магистралью.

Сигналы линии ARB0...ARB5 выполняют три функции: присвоение идентификатора места установки (ИМ) модуля, идентификатора приоритета (ИП) и арбитраж.

После включения питания ЦОМ присваивает каждому модулю индивидуальный ИМ, а каждому задатчику — ИП. Для этого он последовательно возбуждает сигналы LACH_n для каждого места объединительной платы, сопровождая их кодом ARB0...ARB4. При ARB5 = 1 передается код ИМ, при ARB5 = 0 — код ИП.

Идентификатор места определяет географический адрес и используется для адресации в пространстве межсоединений. Идентификатор места определяет приоритет задатчика при арбитраже и передается на линии ARB0...ARB4, если он

требует доступа к магистрали. Сигнал на линии ARB5 сопровождает запрос срочного приоритета. Если два или несколько задатчиков возбуждают линию AR85, то приоритет определяется линиями ARB0...ARB4.

Группа сигналов центрального управления обеспечивает состояние системы в целом. Сигнал RST посылается ЦОМ всем модулям системы для проведения ими инициализации. Если модуль не успевает закончить инициализацию за время действия сигнала RST, то он возбуждает сигнал RSTNC для продления времени инициализации, который также принимается всеми модулями. Пока действуют эти сигналы, модули не могут выполнять операции на магистрали.

Сигнал DCLOW вырабатывается ЦОМ для предупреждения о начале отключения питания и обеспечивает временной интервал для сохранения системой содержимого важнейших регистров в энергонезависимой памяти.

Сигнал BCLK (максимальная частота 10 МГц) вырабатывается ЦОМ и является основным тактирующим импульсом для синхронизации операций циклов арбитража и циклов передачи. Все операции на магистрали производятся по срезу сигнала BCLK. Сигнал CCLK имеет частоту вдвое выше и может использоваться для дополнительной синхронизации модулей.

Логическая организация. На магистрали возможны три типа циклов: арбитража, передачи и исключения. Во время цикла арбитража задатчики, которым необходим доступ к магистрали, определяют очередность представления магистрали. В результате арбитража задатчик с высшим приоритетом становится текущим. После этого задатчик выполняет циклы передачи данных. Если при этом обнаружена неустраняемая ошибка, то выполняется цикл исключения.

Работа задатчика на магистрали начинается с цикла арбитража. Все задатчики имеют доступ к линиям ARB0...ARB5, по которым они при инициализации получают индивидуальные ИП от ЦОМ, а при запросе магистрали посылают ИП обратно на линии.

Запросы магистрали могут быть двух видов: нормального (ARB5=0) и срочного (ARB5=1) приоритета. Задатчики с нормальным приоритетом не могут войти в цикл арбитража, пока не получат доступ все задатчики, уже стоящие в очереди. Это достигается тем, что задатчики, не получившие доступа, но стоящие в очереди, удерживают линию BREQ в состоянии лог.0. Задатчики со срочным приоритетом могут войти в текущий цикл арбитража, где они будут иметь преимущество перед задатчиками с нормальным приоритетом.

Цикл арбитража состоит из последовательностей: фазы решения (ФР) и фазы доступа (ФД). Во время ФР определяется задатчик высшего приоритета, во время ФД он получает доступ к магистрали и начинает цикл передачи, а остальные задатчики остаются в ФР и определяют следующего, который получит доступ. В течение ФР задатчик выставляет свой код ИП на линиях ARB0...ARB5. Если в результате побитного сравнения (начиная со старших разрядов) он обнаружит на одной из линий, на которую не выставлял сигнала, уровень лог.0 (признак наличия запроса с более высоким ИП), то он отключит от линий младшую часть своего кода ИП и блокирует доступ к магистрали. В результате на линиях AR3 останется код задатчика с наивысшим текущим ИП и только этот задатчик сформирует соответствующий сигнал доступ, и он вступит в ФД.

Временная диаграмма арбитража. Задатчик может вступить в ФТ после того, как все задатчики, участвовавшие в предыдущей ФР (возбудившие линию BREQ),

получили доступ к магистрали. После обслуживания очередного задатчика он прекращает возбуждение BREQ. После обслуживания всех задатчиков на линии BREQ устанавливается лог.1 и через период сигнала BCLK новая группа задатчиков может вступить в следующую ФР цикла арбитража.

Во время ФД текущий задатчик магистрали выполняет циклы передачи, а остальные задатчики, пославшие запрос, продолжают арбитраж, определяя следующего задатчика магистрали. В конце цикла передачи задатчик возбуждает линию SC2 и отключается от магистрали. Следующий задатчик, выигравший арбитраж, немедленно вступает в ФД.

Если ни один задатчик не запрашивает доступа, то текущий задатчик после циклов передачи сохраняет управление магистралью и может возобновить циклы передачи, не выполняя цикла арбитража. Текущий задатчик может обеспечить себе монопольный доступ к магистрали в течение нескольких последовательных циклов передачи, возбуждая линию SC1.

Цикл передачи может выполняться в одиночном, блочном или широковещательном режимах. В одиночном режиме за цикл передается одно слово данных, в блочном — блок данных, сопровождаемый начальным адресом, а в широковещательном — блок данных сразу нескольким исполнителям.

Во время ФЗ задатчик возбуждает адрес исполнителя, а по линиям SC информирует о типе адресного пространства, разрядности данных и выполняемой команде. Во время ФО передаются данные, а по линиям SC — сигналы подтверждения связи и информация о наличии и типе ошибок исполнителя. Задатчик заканчивает цикл передачи, возбуждая линию SC2.

При операции чтения 16-разрядного слова в одиночном режиме исполнитель, поместив данные, возбуждает линию SC4. Задатчик возбуждает сигнал на линии SC2, а при готовности к приему данных — на линии SC3. Связь подтверждается наличием сигналов на линиях SC3 и SC4 и по срезу следующего синхроимпульса осуществляют прием информации задатчиком. Аналогично выполняется операция записи.

Цикл блочной передачи отличается от одиночного тем, что во время ФО производится несколько передач данных, последняя из которых сопровождается сигналом конца цикла. При этом адрес и тип операции на линии SC6 имеют место только в ФЗ.

Широковещательный режим характеризуется двумя отличиями: задатчик обращается сразу к нескольким исполнителям; производит только запись информации. Он используется лишь в адресном пространстве сообщений. В этом режиме исполнители не вырабатывают сигнала подтверждения на линии SC4. Вместо этого задатчик возбуждает шину "Адрес/данные" и линию SC3 в течение восьми периодов синхроимпульсов. Для подтверждения связи задатчик возбуждает линию SC4 в течение восьмого периода. Последняя передача данных сопровождается сигналом на линии SC2. Исполнитель в этом режиме вообще не возбуждает линию SC и не передает тип ошибок.

Во время одиночного и блочного циклов передачи задатчик осуществляет проверку ошибки исполнителя. Обычно ошибка может быть определена и исправлена задатчиком. Ошибка исполнителя характеризуется тем, что она прерывает только текущий цикл передачи, не вызывает цикла исключения и не прерывает цикла арбитража.

Адресное пространство, в котором осуществляется цикл передачи, определяется кодом на линиях SC4, SC5:

<i>Код</i>	<i>Пространство</i>	<i>Разрядность адреса</i>	<i>Разрядность данных</i>
00	Память	32	8, 16, 24, 32
01	Ввод-вывод	16	8, 16, 24, 32
10	Сообщение	8	32
11	Межсоединения	14	8

При выполнении цикла передачи задатчик отвечает за правильность пользования адресным пространством.

В пространстве сообщений возможны только операции записи в один или несколько исполнителей. В других пространствах производятся операции чтения или записи в один исполнитель. При блочных передачах в пространстве памяти исполнитель осуществляет приращение адреса после каждой передачи данных. При 8-разрядной пересылке адрес увеличивается на 1, при 16-разрядной — на 2 и т.д.

В пространстве ввода-вывода и сообщений блочные передачи производятся во внутренний буфер без приращения магистрального адреса в исполнителе. В пространстве межсоединений блочные передачи не реализованы.

Пространство сообщений используется для межмодульных связей на магистрали. Оно обеспечивает механизмы прерываний и передачи параметров и данных между двумя модулями в широковещательном режиме. Возможны два типа сообщений: затребованные и незатребованные. Незатребованные сообщения являются неожиданными, ограниченными сообщениями о прерываниях, при которых передается небольшое количество данных. Затребованные сообщения являются ожидаемыми и содержат данные, передаваемые блоками. Адрес сообщения содержит адрес приемника (разряды 0...7) и адрес источника (разряды 8...15).

Пространство межсоединений обеспечивает передачу информации системы. Каждый модуль на магистрали имеет собственный адрес места (ИМ) на объединительной плате, присвоенный ему ЦОМ во время инициализации. При передачах данных в пространстве межсоединений адрес содержит ИМ (разряды 11...15) и номер адресуемого регистра модуля (разряды 2...10). Два младших разряда должны содержать нули.

Сообщение состоит из заголовка и поля данных. Минимальное по длине сообщение содержит 4 байта, максимальное — 32 байта, включая заголовок. В ФЗ по линиям AD0...AD7 передается адрес приемника, а по линиям AD8...AD15 — адрес источника сообщения, линии AD16...AD31 не используются. В первой передаче ФО по линиям AD0...AD7 передается тип команды, а по линиям AD8...AD15 — поле уточнения. Линии AD16...AD31 не используются.

В последующих передачах ФО при необходимости передается 32-разрядная информация сообщения. Задатчик не вырабатывает сигнал конца цикла и исполнитель завершает прием сообщения после приема определенного количества информации.

Прерывания на магистрали выполняются с помощью незатребованных сообщений. Когда модуль определяет необходимость посылки прерывания, он запрашивает доступ

к магистрали, выполняет цикл передачи сообщения, содержащего только заголовок, и освобождает магистраль. В ФЗ передаются 8-разрядные идентификаторы источника и приемника прерывания. В ФО в поле типа команды передается нуль, а в поле уточнения — тип прерывания. Исполнитель, идентификатор которого послан в качестве приемника, прерывает работу внутреннего процессора и выполняет программу обслуживания.

Цикл исключения используется при обнаружении ошибок и инициализируется только сигналами исключения. Он выполняет две функции: корректно прекращает цикл передачи при обнаружении ошибок и обеспечивает бездействие шины в течение определенного периода времени. Эти две функции определяют две фазы цикла — сигнальную и восстановления. При получении сигнала исключения модуль, находящийся в любой фазе цикла арбитража или передачи, прекращает операции на магистрали в течение нескольких периодов синхроимпульса.

Фаза восстановления, во время которой магистраль возвращается в рабочее состояние перед возобновлением циклов передачи, начинается после снятия сигнала исключения.

Сигнал блокировки по времени TIME-OUT возбуждается ЦОМ, если в цикле передачи в течение 10 периодов сигнала BCLK отсутствуют сигналы подтверждения связи. Исключение по времени может произойти в ФЗ при адресации несуществующего исполнителя или в ФО в результате сбоев сигналов подтверждения связи. Получив сигнал TIME-OUT, который действует в течение одного периода сигнала BCLK, модули прекращают выполнение операции и переходят в фазу восстановления длительностью не менее трех периодов сигнала BCLK, после которой может продолжаться работа на магистрали.

При обнаружении нарушения чётности на линиях AD0...AD32 или SC0...SC7 модуль вырабатывает сигнал BUS ERR в течение одного периода сигнала BCLK. Операции на магистрали прекращаются и могут возобновляться через три периода сигнала BCLK.

Функции центрального управления обеспечивают инициализацию при включении питания, рестарт по команде, а также контроль за наличием питания. При включении питания ЦОМ выставляет сигналы DCLOW и RST и блокирует сигнал PROT в течение 1 мс. При такой комбинации сигналов устройства осуществляют сбрасывание в исходное состояние. В течение еще 2,5 мс происходит процедура сброса, в течение которой ЦОМ удерживает сигнал DCLOW, а затем еще не менее 50 мс удерживает сигнал RST для инициализации устройств. Если каким-либо устройствам не хватает этого интервала, они выдают сигнал RSTNC и продолжают инициализацию.

Сигналы DCLOW и PROT асинхронны, а сигналы RST и RSTNC синхронны с импульсами BCLK. При рестарте ЦОМ возбуждает сигнал RST минимум 50 мс.

При начинающемся отключении источник питания сигнализирует об этом ЦОМ, который выдает предупредительный сигнал DCLOW. Это значит, что в течение 6,5 мс на магистрали будет допустимый уровень напряжения питания. Это позволит программному обеспечению сохранить состояние важнейших регистров системы. Затем ЦОМ выдает сигнал PROT, блокирующий дальнейшую работу магистрали. Далее в течение 250 мкс подготовка к отключению питания происходит аппаратно. Схема, которая вырабатывает сигнал PROT, должна иметь источник питания в виде батареи. В интервале 6,5...7 мс ЦОМ вырабатывает сигнал RST.

Физическая реализация. Основные функции магистрали PST реализует 149-контактный сопроцессор передачи сообщений. Он содержит буферы, схемы управления сообщениями, двухпортовой памятью, регистры идентификации места и арбитража и выполняет операции арбитража, передачи и исключения. Конструктивно интерфейс PSB совместим со стандартами IEC-603-2 (на соединители) и IEC-297-3 (на конструкцию плат и блока). Магистраль PSB реализована на 6-слойной объединительной печатной плате, в каждом месте которой имеется 96-контактный трехрядный соединитель типа IEC-603-2 для PSB и при необходимости может устанавливаться второй такой же соединитель.

Multichannel

Общая организация. В магистрали Multichannel используется принцип задатчик-исполнитель и может содержаться три типа устройств: супервизор, исполняющий функции задатчика, базовое устройство, исполняющее функции исполнителя, и контроллер, работающий в режиме либо задатчика, либо исполнителя. На магистрали может быть только один супервизор и до 15 контроллеров и базовых устройств в произвольном сочетании. Устройство, подключенное к магистрали, работает в одном или нескольких из следующих состояний: пассивное, выбор, приемник или источник, задатчик или исполнитель.

Исполнитель в пассивном состоянии непрерывно контролирует магистраль в ожидании режима передачи адреса, определяющего номер этого исполнителя. Супервизор в пассивном состоянии анализирует сигналы на линиях прерываний, запросы обслуживания и супервизора. Исполнитель входит в состояние выбора, если он в режиме передачи адреса получает адрес, определяющий его номер. Он остается выбранным, пока в режиме передачи адреса не получит номер устройства OFH, определяющий команду на отключение исполнителя от магистрали.

Устройство в состоянии приемника принимает информацию с линий адреса/данных, в состоянии источника выдает информацию на эти линии. Супервизор или контроллер в состоянии задатчика управляют сигналами чтение/запись и адрес/данные. Базовое устройство или контроллер в состоянии исполнителя выполняет функции управляющего устройства. Базовое устройство находится в состоянии исполнителя, а контроллер может в него переводиться супервизором.

Назначение сигналов (линий) интерфейса показано ниже:

Сигнал	Обозначение	Назначение
Шина "Адрес/данные"		
Адреса/ Четности	AD Φ ...ADF PB	Мультиплексированная шина адреса/данных Дополнение до четности данных
Шина "Управление"		
Чтение/запись Адрес/данные	R/W* A/D	Команда чтения или записи Указание о типе информации: адрес или данные

Шина "Взаимоподтверждение"

Готовность данных	DRDY*	Сопровождение информации на шины адреса/данных
Прием адреса	AACC	Признак приема адреса исполнителем
Прием данных	DACC	Признак приема данных исполнителем

Шина "Прерывание"

Запрос обслуживания	SRQ	Запрос для передачи статуса устройства
Запрос супервизора	STO	Признак, что исполнитель завершил операцию

Шина "Команды супервизора"

Сброс	RESET	Установка в исходное состояние
Супервизор активен	SA	Признак супервизора в режиме задатчика

П р и м е ч а н и е . * Сигналы дифференциальные.

Сигнал AACC передается в линию высоким уровнем, все остальные одиночные сигналы — низким уровнем. Шестнадцать линий шины "адрес/данные" источник использует для передачи приемнику требуемой информации. Дифференциальная пара четности PB служит для контроля, по ней передается дополнительная информация о нечетности. Информация о четности должна быть независима от размера передаваемого элемента (8-разрядный байт или 16-разрядное слово). Приемник, обнаруживающий ошибку четности, фиксирует ее в регистре состояния (PC0) и вырабатывает сигнал вызова супервизора.

Выбранный задатчик управляет циклом шины и параметрами передачи, используя две дифференциальные пары сигналов управления. Сигнал на линии A/D указывает тип передаваемой информации: при лог.0 передается адрес, при лог.1 — данные. Сигнал на линии R/W указывает направление передачи информации относительно задатчика. Передача адреса осуществляется с помощью команд записи. Данные передаются по команде чтения или записи.

Выбранные источники и приемники используют сигналы взаимоподтверждения для стробирования и подтверждения передачи информации во время цикла шины.

Сигнал AACC используется всеми исполнителями для указания получения адресной информации во время цикла передачи адреса. Одноименная линия работает как проводная схема логического И, чтобы гарантировать прием всеми устройствами адресной информации. После того, как все устройства выставляют сигнал на линию, задатчик определяет, что прием адреса завершен, и продолжает цикл передачи адреса шины.

Магистраль имеет две линии прерываний, реализующих функции проводной схемы логического ИЛИ. Устройства могут в произвольные моменты устанавливать запросы прерываний на линию, которая остается активной, пока последнее прерывание не будет обслужено и не снимутся запросы с линии. Обработка прерываний выполняется супервизором.

Логическая организация. Протоколы магистралей: цикл шины, сообщения. Протокол цикла шины необходим при передаче одного элемента данных от источника к приемнику. Протокол сообщения определяется несколькими последовательными

циклами шины. Минимальное сообщение — два цикла шины передачи адреса. Минимальное сообщение передачи данных требует пяти циклов шины: два — в режиме передачи адреса (РПА) для выбора исполнителя, один — в режиме данных (РД), два — в РПА для отключения исполнителя. Пример минимального сообщения данных — это команда чтения регистра состояния супервизоров. Сообщение данных может иметь любое число циклов в РД между двумя начальными и двумя конечными передачами в РПА.

Все передачи на магистрали асинхронны и каждое устройство обеспечивает их взаимоподтверждение. Возможны три режима связи: РПА, РД, режим передачи управления (РПУ).

Режим передачи адреса. Каждая передача в РПА требует отправки двух элементов информации. Элементами информации могут быть два 16-разрядных слова или два 8-разрядных байта. Все исполнители на магистрали должны принимать все передачи в РПА. Если отправки передаются 8-разрядными байтами, то элементы информации — младшие байты слов. На магистрали используется 24-разрядное адресное поле, что обеспечивает адресное пространство памяти 16-Мбайт. Регистры на магистрали определены как адресуемые по словам 16-разрядные регистры, что обеспечивает адресное пространство регистров 32 Мбайт. Размер регистра может быть ограничен устройством как 8-разрядный.

Устройство, выбранное по номеру в РПА, запоминает адрес, который использует во время последующих передач в РД. При передаче данных исполнитель увеличивает на единицу адрес памяти или регистра после каждой передачи в РД. Во время первого цикла задатчик выдает первое слово на линиях AD0 ... AD15 и сигнал DRDY. Каждый исполнитель на магистрали подтверждает получение, устанавливая сигнал AACC. Время передачи определяет исполнитель с наибольшим временем ответа. Такая же процедура повторяется и для второго цикла.

Действия исполнителей, принявших посылку, зависят от номера устройства, содержащегося в элементах посылки. Если номер устройства OFH, то посылка является сообщением об отключении. Когда исполнитель принимает такое сообщение, он должен закончить команду и перейти в пассивное состояние после второго цикла шины. Если номер устройства лежит в пределах от 0H до 0EH, задатчик пытается выбрать один из исполнителей. Каждый исполнитель должен определить, его ли выбирают. Если исполнитель не выбран, он остается в пассивном режиме и продолжает принимать посылки в РПА. Выбранное устройство должно запомнить и соответственно отреагировать на информацию в обоих элементах посылок РПА.

Опрос прерываний. Устройство запрашивает прерывания, вырабатывая немаскируемый STO или маскируемый SRQ запрос. Ответ на прерывания резервируется за супервизором. Супервизор обслуживает прерывание, принимая на себя управление магистралью и проводя опрос регистров состояния для определения устройства, установившего прерывание. Супервизор может игнорировать одно или оба прерывания, пока текущая операция не закончится. Прерывающее устройство должно держать прерывание установленным, пока оно не будет обслужено супервизором.

Супервизор инициализирует опрос прерываний, сначала определяя, должен ли он брать управление магистралью. Если супервизор уже установил сигнал SA, он может начать опрос, если нет — супервизор берет управление шиной, устанавливая этот сигнал. Устройство, управляющее в этот момент линиями A/D и R/W, должно сразу

же их освободить. Получив управление магистралью, супервизор выдает сообщение об отключении для всех устройств.

Супервизор проводит опрос чтением соответствующего регистра состояния в каждом устройстве по порядку. Супервизор обращается к PC0 по опросу бита STO и к PC1 по опросу бита SRQ. Когда супервизор читает регистр состояния устройства, установившего прерывание, устройство должно ответить ненулевым значением, обнулить свой регистр состояния и снять сигнал прерывания с линии. При чтении регистра состояния устройства, не имеющего прерывания, устройство должно ответить нулевым значением. Порядок опроса устройств определяется самим супервизором.

Если прерывание по запросу SRQ от устройства замаскировано супервизором и оно имеет запрос на прерывание, то устройство должно ответить ненулевым значением, если супервизор проводит опрос бита SRQ.

Физическая реализация. Для связи устройств магистрали интерфейса используется 60-проводной плоский кабель максимальной длины до 15 м, в котором чередуются линии земли и сигналов или прямые и инверсные дифференциальные линии. На кабеле монтируется от двух до шестнадцати 60-контактных розеток, которые соединяются с вилками модулей. Розетка и вилка соединителя кабеля имеют ключ для подключения возможности неправильной установки. Распределение сигналов на контактах двухрядного соединителя показано ниже:

<i>Номер вывода</i>	<i>Сигнал</i>	<i>Номер вывода</i>	<i>Сигнал</i>
1, 3...43(нечетные)	Земля	46	PB
2, 4...32(четные)	AD0...AD15	47	-R/W
34	RESET	48	R/W
36	AACC	49	-A/D
38	SRQ	50	A/D
40	STO	51	-DRDY
42	DACC	52	DRDY
44	SA	53...60	Резервный
45	-PB		

Магистраль не имеет линий питания. Драйверы, приемники и передатчики магистрали, непосредственно подключенные к линиям сигналов, должны располагаться вблизи соединителя магистрали, получать питание от модуля и иметь хорошее соединение с землей магистрали. Длина печатных проводников, соединяющих контакты элементов с контактами соединителя, не должна превышать 5 см.

При передаче дифференциальных сигналов положительный сигнала + 2...5,25 В, отрицательный — - 2...5,25 В. Остальные сигналы имеют уровни ТТЛ. Согласующие резисторы магистрали расположены с двух сторон кабеля: для подсоединения к линии +5 В и к земле. Резисторы, соединенные с землей, могут быть установлены на специальном согласующем модуле, подключенном к концевому соединителю и использующему землю магистрали. Сигналы передатчиков с открытым коллектором должны приниматься триггерами Шмидта.

NUBUS

Общие сведения. Интерфейс NUBUS удовлетворяющий требованиям стандарта ANSI/IEEE P1196, оптимизирован для построения недорогих высокопроизводительных 32-разрядных микропроцессорных систем, таких как персональные компьютеры, при относительно низкой стоимости и высоком показателе стоимость/эффективность. Интерфейс NUBUS — 32-разрядная мультиплексированная синхронная магистраль общего назначения, допускающая многопроцессорную работу. Единственным типом операций, поддерживаемым данной магистралью, являются операции чтения/записи (возможны передачи блоков данных) в едином 32-битовом адресном пространстве.

Географическая адресация и распределенный арбитраж позволяют эффективно поддерживать многопроцессорную работу, исключая необходимость в переключателях и перемычках для конфигурирования системы.

При сравнительной простоте и дешевизне (магистраль имеет всего 51 активную сигнальную линию) скорость передачи данных по шине может достигать 37,5 Мбайт/с при тактовой частоте 10 МГц.

Общая организация. Сигналы (линии) магистрали NUBUS приведены ниже:

Служебные

CLK*	Синхронизация магистрали. Несимметричный (скважность 0,75) с тактовой частотой 10 МГц, синхронизирует все операции на магистрали. Как правило, все сигналы на шине устанавливаются на фронте сигнала CLK*, а считываются через 75 нс на срезе
RESET*	Сброс. Установка в исходное состояние и инициализация всех модулей системы. Сигнал может поступать асинхронно по отношению к CLK*
PFW*	Предупреждение об отказе питания. Признак возможного предстоящего отказа питания системы. Сигнал может поступать асинхронно по отношению к CLK*
ID3*...ID0*	Идентификаторы места платы. Четыре немагистральных сигнала используются для географической адресации, кодируя в двоичном коде (ID3* — старший бит) одно из 16 возможных положений каждого из модулей на объединительной панели и задавая их уровни приоритета в процессе арбитража
NMRQ*	Запрос ведомой платы. Асинхронный по отношению к CLK* сигнал запроса обслуживания от одного из модулей, не имеющего возможности получить управление магистралью. Вид обслуживания и метод определения запрашивающей платы стандартом не оговариваются

Передачи адреса и данных

AD31*...AD0*	Шина адреса/данных. Мультиплексированная шина адреса/данных с тремя устойчивыми состояниями для передачи 32-разрядного адреса и 8-, 16- или 32-битовых данных
TM1*...TM0*	Сигналы режима передачи. В начале цикла передачи определяют тип предстоящей операции, в конце передают информацию состояния от ведомого модуля

SP*	Системный сигнал четности. Сигнал дополнения по четности информации на линиях AD31*...AD0*. Используется только с протоколами, предусматривающими процедуру контроля четности
SPV*	Сигнал системной четности достоверен. Активно-низкое состояние данного сигнала подтверждает использование протокола передачи данных с контролем четности на линиях AD31*...AD0*
START*	Сигнал начала цикла передачи. Отмечает начало передачи на шине и инициирует очередной цикл арбитража. Совместно с сигналом ACK* указывает на цикл предупреждения
ACK*	Сигнал подтверждения передачи. Устанавливается на завершающей фазе процесса передачи данных. Совместно с сигналом START* служит индикатором цикла предупреждения

Арбитража

RQST*	Запрос шины. Сигнал, устанавливаемый модулем, которому требуется получить доступ к управлению шиной
ARB3*...ARB0*	Арбитражные сигналы. Осуществляют передачу двоично-кодированного арбитражного идентификатора модуля для участия в процессе распределенного арбитража.

П р и м е ч а н и е . * Сигнал имеет активно-низкий уровень. Подключенные к магистрали NUBUS модули могут использовать четыре источника напряжения +5, -12, +12, -5,2 В, подсоединенные к объединительной панели.

Протокол работы магистрали NUBUS. Цикл шины равен периоду сигнала CLK* и начинается с его фронтом, по которому основные сигналы шины изменяют свое состояние. Срез синхросигнала завершает цикл шины, разрешая считывание с магистрали новых состояний сигналов.

Операция передачи данных может состоять из двух и более циклов шины, первый из которых называется стартовым, а последний — циклом подтверждения. *Стартовый цикл* начинается с установки модулем, получившим доступ к шине в результате процесса арбитража сигнала START* (при этом сигнал ACK* должен иметь пассивное состояние). На линии AD31*...AD0* помещается адресная информация. Совместно с сигналами TM1*, TM0* младшие разряды адреса определяют тип предстоящей операции и разрядность передаваемых данных:

TM1*	TM0*	AD1*	AD0*	Тип операции
L	L	L	L	Запись байта 3
L	L	L	H	Запись байта 2
L	L	H	L	Запись байта 1
L	L	H	H	Запись байта 0
L	H	L	L	Запись полуслова 1
L	H	L	H	Блочная запись
L	H	H	L	Запись полуслова 0
L	H	H	H	Запись слова
H	L	L	L	Чтение байта 3
H	L	L	H	Чтение байта 2
H	L	H	L	Чтение байта 1
H	L	H	H	Чтение байта 0

H	H	L	L	Чтение полуслова 1
H	H	L	H	Блочное чтение
H	H	H	L	Чтение полуслова 0
H	H	H	H	Чтение слова

Здесь H — высокий логический уровень, L — низкий логический уровень. Слова и полуслова нумеруются следующим образом:

AD31*		слово (32 бита)		AD0*
Полуслово 1 (16 бит)		Полуслово 0 (16 бит)		
Байт 3	Байт 2	Байт 1	Байт 0	

Отвечающий модуль, обнаружив, что данный запрос адресован ему, выполняет требуемую операцию чтения/записи на протяжении одного или нескольких последующих циклов шины и завершает ее с помощью цикла подтверждения. *Цикл подтверждения* — это цикл шины, в котором сигнал АСК* имеет активное состояние (сигнал START* пассивен), по линиям AD31*...AD0* передаются считанные или записанные данные, а по линиям TM1* , TM0* — информация состояния отвечающего модуля. Возможные состояния приведены ниже:

TM1*	TM0*	Состояние отвечающего модуля
L	L	Нормальное завершение операции передачи
L	H	Операция передачи завершена с ошибкой
H	L	Тайм-аут. Нет ответа от ведомого модуля. Операцию завершает устройство обнаружения тайм-аута
H	H	Ведомый модуль не может завершить текущую операцию и просит повторить ее через некоторое время

Контроль четности не является обязательной операцией в процессе передачи данных по магистрали NUBUS и может использоваться только модулями, имеющими специальную аппаратуру для такого контроля.

Аппаратная поддержка контроля четности осуществляется двумя сигналами SPV* и SP*. Первый, находясь в активном состоянии, указывает на использование протокола с контролем по четности (сигнал SP* имеет действительное значение и должен приниматься во внимание). Второй дополняет до четного число единиц на линиях AD31*...AD0*. Независимо от разрядности передаваемых данных (8, 16, 32 бит), четность контролируется на всех линиях AD31*...AD0*.

Если ошибка четности обнаруживается при передаче адреса, то отвечающий модуль не должен отвечать на такой запрос; если при получении данных в цикле чтения, то ведущий модуль должен прервать операцию, а полученные данные считать недействительными; если при передаче данных в цикле записи, то ведомый модуль должен указать на произошедшую ошибку в информации состояния, возвращаемой в цикле подтверждения.

Передача сигнала прерывания от модуля к модулю осуществляется с помощью специализированной операции записи слова, нулевого полуслова или нулевого байта, при которой ведущий модуль обращается в адресное пространство модуля, которому это прерывание адресовано. Передаваемые данные должны иметь установленный сигнал AD0*, оставшиеся линии могут находиться одновременно в низком или высоком состоянии. Никаких специальных методов обработки и ответа на такие прерывания стандартом NUBUS не предусмотрено.

Блочные передачи — это чтение или запись блоков данных, при которых адресная информация передается только один раз в стартовой фазе операции. Блочные операции состоят из стартового цикла, нескольких циклов передачи данных по последовательным адресам и цикла подтверждения. При блочных передачах разрядность данных всегда равна 32 бит, а длина передачи и стартовый адрес определяются ведущим модулем во время стартового цикла:

AD5	*AD4*	AD3*	AD2*	Размер блока	Стартовый адрес
X	X	X	H	2	x...x000
X	X	H	L	4	x...x0000
X	H	L	L	8	x...x000000
H	L	L	L	16	x...x0000000

Во время блочной передачи каждая посылка данных подтверждается ведомым модулем с помощью сигнала ТМ0* (сигналы ТМ1* и АСК* должны быть пассивны). Последняя передача данных представляет собой обычный цикл подтверждения, при этом кодировка возвращаемой ведомым устройством по линиям ТМ1*, ТМ0* информации состояния совпадает с приведенной ранее.

Если ведомый модуль по тем или иным причинам не может выполнить запрашиваемую блочную операцию или обнаруживает ошибку в процессе передачи, он инициирует преждевременный цикл подтверждения. В обоих случаях возвращаемая информация состояния указывает на природу ошибки. Если блочная операция была прервана в процессе передачи данных, то принятые или переданные данные могут оказаться недействительными.

Цикл предупреждения — это цикл шины во время которого ведущий модуль устанавливает одновременно сигналы START* и АСК*, а по линиям ТМ1*, ТМ0* передает код цикла предупреждения. Состояние линий AD31*...AD0* игнорируется всеми модулями, а передачи данных не происходит.

Нулевой цикл предупреждения (ТМ1* = L, ТМ0* = L) используется для возобновления процесса арбитража, если один из модулей, запросив доступ к шине, получил его, но шиной не воспользовался и сигнал RQST* остался установленным. В этом случае он должен инициировать нулевой цикл предупреждения и возобновить процесс арбитража на шине. Нулевой цикл предупреждения используется и для разблокирования монополизированной на время передачи шины или многопортовых ресурсов ведомого модуля.

Цикл предупреждения о блокировке ресурсов (ТМ1* = H, ТМ0* = L) сообщает модулям о том, что многопортовые ресурсы, к которым будет осуществлено обращение в предстоящем цикле передачи, должны быть зарезервированы для приоритетного доступа со стороны магистрали NUBUS. Примером может служить блокировка

обращений локального процессора в двухпортовую память. Оставшиеся комбинации сигналов TM1*, TM0* зарезервированы для будущих применений.

Арбитраж — это механизм определения очередного модуля, получающего доступ к магистрали. Стандарт предполагает, что один из модулей постоянно сохраняет контроль над ней, кроме периода времени сразу после сброса и моментов передачи управления от модуля к модулю. Процесс арбитража происходит децентрализованно и совмещен с текущим циклом передачи данных.

Для того чтобы модуль с высшим приоритетом не монополизировал управление шиной, все запросы обслуживаются группами, и арбитраж в очередной группе одновременно поступивших запросов может начаться только после того, как будут последовательно обслужены все модули из предыдущей группы.

Требующий доступа к магистрали модуль активизирует свой сигнал RQST* при условии, что линия RQST*, объединяющая с помощью схемы монтажного ИЛИ запросы от всех модулей, находится в пассивном состоянии, указывая на окончание предыдущего цикла арбитража. Одновременно с установкой сигнала RQST* модуль помещает свой индивидуальный идентификатор места платы на общие для всех модулей NUBUS арбитражные линии ARB3*...ARB0*. Если в результате поразрядного сравнения (начиная со старшего разряда ARB3*) модуль обнаруживает на одной из линий сигнал более высокого приоритета, чем его собственный, то он отключает от линий ARB3*...ARB0* младшую часть своего арбитражного идентификатора и воздерживается от доступа к магистрали при ее освобождении.

Таким образом через два такта шины (время арбитража) на линиях ARB3*...ARB0* устанавливается идентификатор места платы модуля с наивысшим приоритетом, выигравшего арбитраж. Он дожидается освобождения магистрали (цикла подтверждения предыдущей операции), снимает свои сигналы RQST*, ARB3*...ARB0* и начинает передачу данных, что служит сигналом к продолжению арбитража между оставшимися модулями. Когда все модули, одновременно запросившие доступ к магистрали, будут обслужены и сигнал RQST* на магистрали будет снят, новая группа модулей может вступать в арбитраж.

Блокировка. Обычно модули выполняют один цикл передачи и освобождают магистраль. Однако при некоторых операциях (семафорных) возникает необходимость заблокировать доступ к ресурсам магистрали со стороны других модулей на несколько последовательных передач. Стандартом NUBUS предусмотрены два типа блокировки. Блокировка магистрали не использует никаких дополнительных механизмов. Требующий монопольного доступа к магистрали модуль, получив управление, продолжает удерживать в активном состоянии сигналы RQST* и ARB3*...ARB0*, чем блокирует процесс арбитража и доступ к ней других модулей.

Блокировка магистрали применяется только в случаях реальной необходимости и ограничивается минимальным временем. Блокировка ресурсов одного из модулей при доступе к ним со стороны магистрали выполняется с помощью цикла предупреждения о блокировке ресурсов, предшествующего передаче данных. Заблокированные ресурсы освобождаются после завершения передачи с помощью нулевого предупреждающего цикла. Все модули, имеющие многопортовые блокируемые ресурсы, должны отсоединять циклы предупреждения на магистрали NUBUS.

Распределение верхних 256 Мбайт из 4 Гбайт адресного пространства магистрали NUBUS, используемого модулями для связи, определяется положением модуля на объединительной панели. Каждому модулю отводится фиксированная область 16

Мбайт с адресами FS000000H...FSFFFFFFH, где S — номер места модуля на объединительной панели в шестнадцатеричном коде. Оставшаяся часть 32-разрядного адресного пространства может произвольно распределяться между модулями программным способом. Такое решение освобождает разработчика системы от необходимости использовать конфигурационные перемычки или переключатели при распределении адресного пространства. Признаком наличия модуля на S-м месте объединительной платы является получение информации состояния "передача завершена" или "ошибка" в ответ на операцию чтения по адресу FSFFFFFFH.

Физическая организация. Конструктивно модули NUBUS соответствуют стандарту IEC 297-3 на конструкцию плат и блоков и могут использовать европлаты размером 366,7х280 мм (тройной высоты) с тремя 96-контактными трехрядными соединителями типа IEC-603-2.

Распределение сигналов магистрали NUBUS по контактам соединителя P1 (верхнего) приводится ниже:

Контакт	A	B	C
1	- 12 В	- 12 В	RESET*
2	Резерв	Земля	Резерв
3	SPV*	"	+ 5 В
4	SP*	+ 5 В	+ 5 В
5	TM1*	+ 5 В	TM0*
6	AD1*	+ 5 В	AD0*
7	AD3*	+ 5 В	AD2*
8	AD5*	- 5,2 В	AD4*
9	AD7*	- 5,2 В	AD6*
10, 11A	D9*	- 5,2 В	AD8*, AD10*
12...21	AD11*...AD31* (нечетные)	Земля	AD12*...AD30 (четные)
22	"	"	Земля
23"	"	PFW*	
24	ARB1*	-5,2 В	ARB0*
25	ARB3*	-5,2 В	ARB2*
26	ID1*	-5,2 В	ID0*
27	ID3*	-5,2 В	ID2*
28	ACK*	+5 В	START*
29	+ 5 В	+5 В	+5 В
30	RQST*	Земля	+5 В
31	NMRQ*	"	Земля
32	+12 В	+ 12 В	CLK*

Внешние ряды (А и С) контактов соединителей P2 и P3 могут использоваться для сигналов ввода-вывода с TTL уровнями по усмотрению пользователя, на внутренние ряды контактов подводятся напряжения источников питания +5; -5,2; +12; -12 В и "земля". В качестве альтернативной конструктивной реализации для модулей NUBUS предусмотрена РС-плата высотой 101,6 мм и длиной 177,8...326,6 мм.

PROWAY C

Общие сведения. Интерфейс PROWAY разработан рабочей группой IEC/TC65/WG6 для распределенных систем управления (PCY) технологическими процессами. Версия стандарта PROWAY А основана на формате HDLC для кадра сообщений в соответствии с ISO 3309, а PROWAY В — на формате сообщений по стандарту IEC/TC57.

Стандарт PROWAY C (1985) базируется на документе ISO 8802.4, определяющим стандарты IEEE 802.2 и 802.4 в качестве международных. Содержание стандарта приведено ниже:

<i>Номер раздела</i>	<i>Наименование раздела</i>
1	Функциональные требования
2	Интерфейс PROWAY C
2A	Управление передачей данных, обслуживанием, обеспечиваемых подуровнем передачи физических сигналов (ПФС) канального уровня ВОС
2B	Административное обслуживание, обеспечиваемое управлением станций
3, 3A	Подуровень ПФС управления каналом
3B	Формальное описание механизма ПФС
4	Интерфейс подуровня доступа к среде (УДС) и спецификации обслуживания
5	Подуровень УДС
5A	Неформальное описание операций подуровня УДС
5B	Определения и требования подуровня УДС
5C	Формальное описание УДС
5D	Формат кадров

Стандарт PROWAY C (далее стандарт) определяет среду, интерфейс и протокол для уровней 1 и 2 ЭМВОС.

<i>Уровень ЭМВОС</i>	<i>Уровень PROWAY C</i>
Выше 2-го	Пользователь
2. Канальный	Подуровень ПФС (PLC)
1. Физический	Подуровень УДС (MAC)
0. Физическая среда	Уровень физический (PHY) Среда

Стандарт регламентирует общие правила взаимодействия подсистем РСУ непрерывными и дискретными процессами рабочих автоматизированных производств в части физической реализации — интерфейсы средств, использующих электрические сигналы для передачи сообщений по коаксиальному кабелю. Однако в будущем версии стандарта могут определять и другую среду передачи, в первую очередь волоконно-оптическую.

Основные характеристики интерфейса:

Число станций — не более 100.
 Длина магистрали — не более 2000 м.
 Номинальная скорость передачи — не менее 1 Мбит/с.
 Надежность передачи (вероятность необнаруживаемых ошибок) — не более 10^{-8} .
 Максимальная длина рамки данных — не более 1014 байт.
 Скорость передачи информации — не менее 300 кбит/с.
 Гарантированное время доступа — не более 50 мкс.

Стандарт распространяется на любые типы устройств, обычно используемые в РСУ, поддерживает централизованные, децентрализованные, иерархические и комбинированные структуры интеллектуальных подсистем. Обмен осуществляется преимущественно в реальном масштабе времени между двумя станциями непосредственно.

Система на базе интерфейса PROWAY (далее система) допускает изменение конфигурации с сохранением работоспособности при: отключении или подключении станций либо их составных частей; переключении в режимах "дистанционное/местное управление", "готов/не готов", "питание включено/выключено", "занято/не занято". Система содержит средства контроля эксплуатационных параметров линейных цепей, включая диагностику сбоев в магистральном канале.

Эффективная скорость передачи информации 300 кбит/с гарантируется при надежности передачи 10^{-6} . Гарантированное время доступа не более 50 мкс обеспечивается при следующих условиях: длина 2 км, скорость передачи 1 Мбит/с, 100 станций связаны по кольцу с передачей маркера, 50 станций инициируют сообщения с длиной данных 16 октетов с циклической передачей маркера.

Средства избыточности системы должны обеспечивать ее работоспособность при отказе какой-либо части магистрального канала, а также возможность реконфигурации для достижения более высоких показателей назначения, включая автоматическое восстановление в случае сбоя и коррекцию.

Логическая организация. Процедуры обслуживания ПФС соответствуют модели ЭМВОС с учетом специфики применения. Обслуживание передачи данных обеспечивает посылку данных с квитированием (SDA) и без квитирования (SDN), запрос данных с ответом (RDR), восстановление удаленной станции (RSR). Обслуживание связано с набором соответствующих примитивов (запрос, используемый локальным пользователем для обслуживания; подтверждение, возвращаемое локальным пользователем при завершении обслуживания; идентификация, сообщение посылаемое удаленным пользователем при возникновении нештатного события). Для каждого вида обслуживания связи определены соответствующие примитивы:

<i>Вид обслуживания</i>	<i>Примитивы</i>
SDA	Запрос, подтверждение, идентификация
SDN	—
RDR	То же для ответа
	Запрос, подтверждение срочного ответа
RSR	Запрос, подтверждение

Для управляющего сообщения (кадра) специфицированы приоритеты МАС и параметры обслуживания в зависимости от типа сообщения:

<i>Приоритет</i>	<i>Класс доступа</i>	<i>Использование</i>
Высший	6	Крайне необходимые сообщения, т.е. взаимоблокировка, функции управления координацией взаимодействия
	4	Обычные управляющие действия и функции обслуживания по кольцу
	2	Подпрограмма сбора данных и индикации, функции изменения базы данных
Низший	0	Передача файлов и программ

Форматы сообщения подуровня MAC. Все сообщения, посылаемые/принимаемые подуровнем MAC, имеют следующий общий формат (в октетах): Преамбула/SD/FC/DA/SA/Данные.../FSD/ED, где преамбула — синхронизирующая последовательность (1 или более октетов для работы модели); SD — стартовый ограничитель (1); FC — код выполняемой функции (1); DA — адрес получателя (2); SA — адрес источника (2); Данные (0...1023) — информация; FCS — поле контрольных октетов (4); ED — ограничитель конца (1).

Октет выполняемой функции определяет класс посылаемого сообщения: управление MAC, данные управления логическим звеном; данные управляющей станции, данные (разряды 1, 2), а также тип управляющего кадра MAC в зависимости от разрядов 3...8: 00 — требование маркера, 01 — поиск следующего узла (1 окно), 02 — поиск следующего узла (2 окна), 03 — кто следующий (3 окна), 04 — разрешение спора (4 окна), 10 — маркер, 14 — установить следующий узел.

Структура поля данных имеет следующий формат (в разрядах): FF (1, 2) — тип кадра (01 — данные LLC; 10 — данные управляющей станции; 11 — данные PLS); MMM (3, 4, 5) — класс подтверждения (000 — запрос без ответа, 001 — запрос с ответом, 010 — ответ); PPP (6, 7, 8) — приоритет (соответственно 6 — высший), 4, 2, 0 — низшие.

Формат поля адреса приемника (0/1, 15-разрядный адрес): 0/1 — признак индивидуальной/групповой адресации; 7 разрядов резервируются, а 8 разрядов определяют индивидуальный адрес от 0 до 255.

Формат поля адреса источника идентичен предыдущему за исключением первого разряда, который всегда равен 0. Поле контрольных октетов (байтов) образует контрольную часть, основанную на использовании циклического кода с производящим полиномом $X^{32} + X^{26} + X + 1$.

RESYM

Общие сведения. Интерфейс RESYM (Reduced Synchronous Multiprocessor) предназначен для построения недорогих мультипроцессорных систем, использующих 32-разрядные МП. Он реализует синхронный протокол, 8-разрядную мультиплексированную шину адреса-данных и распределенный арбитраж. Вследствие малой длины линий магистрали, высокой частоты синхроимпульса (20...40 МГц) и конвейерной передачи сигналов управления его производительность сравнима с производительностью интерфейсов с 32-разрядными шинами. Дальнейшим развитием интерфейса может быть синхронная последовательная передача информации с частотой 100 МГц и выше.

Логическая организация. Магистраль использует принцип "задатчик — исполнитель" и может иметь до 16 задатчиков. Для уменьшения числа линий интерфейса и числа магистральных драйверов широко используется мультиплексирование. Имеется четыре группы линий: CLOCK — системный синхроимпульс; ARB0...ARB3 — шина арбитража; AD/DAT0...AD/DAT7 — шина адреса/данных; STAT0, STAT1 — линии управления.

Функциональная организация. Системный синхроимпульс вырабатывается модулем, установленным в первом месте блока, или отдельным небольшим модулем. Цикл арбитража выполняется за два последовательных такта синхроимпульса параллельно с выполнением текущего цикла передачи данных. В такте арбитража

возбуждается только одна из линий ARB, имеющая возрастающий приоритет. Два последовательных такта арбитража позволяют обслужить запросы 16 задатчиков.

Все модули, участвующие в арбитраже, проверяют линии ARB в конце каждого такта арбитража. Модули, возбуждавшие линию высшего приоритета, выигрывают арбитраж первого такта и продолжают арбитраж во втором такте. Модуль, возбуждавший линию высшего приоритета во втором такте, становится задатчиком магистрали.

Для синхронизации арбитража модули начинают арбитраж только после такта "молчания" линий ARB. Задатчик, владеющий магистралью, прекращает возбуждать линии ARB за три такта до конца цикла передачи. Таким образом, одновременно с окончанием цикла передачи завершается очередной цикл арбитража и новый задатчик магистрали может сразу же начинать свой цикл передачи. Число обслуживаемых задатчиков может быть увеличено при добавлении такта арбитража или числа линий ARB.

На магистрали возможны четыре типа передачи (чтение, запись, чтение-модификация-запись и передача блока), определяемые кодом, выставляемым задатчиком на линиях STAT в первом такте цикла передачи. Во втором такте код на линии STAT определяет разрядность представляемых данных (8, 16, 24 или 32). В последующих тактах линии STAT используются исполнителем для передачи сигналов подтверждения связи и сообщений об ошибках.

Цикл записи 32-разрядного слова с 28-разрядным адресом выполняется за 7 тактов. В первом такте логический адрес помещается на линиях ARB, а старший байт 24-разрядного физического адреса — на линиях AD/DAT, код операции записи на линиях STAT.

Во втором такте передается следующий байт адреса, а по линиям STAT — разрядность передаваемых данных. В третьем такте передается младший байт адреса, а по линиям STAT исполнитель подтверждает свое физическое присутствие (PHYS) и готовность к приему данных (READY).

В четвертом такте передается первый байт данных. Исполнитель может ответить по линии STAT0 о нарушении адресного пространства (ADR). В последующих трех тактах передаются байты данных. За три такта до конца цикла передачи задатчик отключается от линий ARB, разрешая следующий цикл арбитража.

Цикл чтения может выполняться с вставлением тактов ожидания до появления сигнала готовности данных (RDYD) на линии STAT1. Цикл чтение-модификация-запись состоит из двух последовательных циклов чтения и записи с передачей адреса в начале цикла.

Цикл передачи блока является обычным циклом записи, в котором передается 64...160 разрядов данных. Число передаваемых 32-разрядных слов указывается во втором такте на линиях STAT.

Физическая реализация. Конструкция, в которой реализуется магистраль, использует принцип MICRAI (MICro CRAte Interconnect). Объединительная панель выполнена на керамическом цилиндре диаметром 20 мм и высотой 80 мм, в соединители которого радиально, под углом 50°, могут устанавливаться до 13 модулей с габаритными размерами 125 x 80 мм. Через 35-контактный соединитель модуля проходят 15 линий интерфейса, пять или более линий питания и земли, остальные контакты можно использовать для дополнительных связей модулей. Драйверы магистрали реализованы на быстродействующих КМОП-схемах.

Стандартные компоненты могут устанавливаться на модуле на некотором расстоянии от соединителя. На расстоянии 50 мм допускается установка элементов высотой 13 мм. В 50-миллиметровой зоне соединителя устанавливаются конденсаторы развязки питания и компоненты малой высоты. С задней стороны крейта устанавливается источник питания (5 В, 10 А), а снизу — блок вентиляции.

RS-232C

Интерфейс RS-232C широко применяется для синхронной и асинхронной передачи данных при двухточечном или многоточечном соединении периферийных устройств в дуплексном режиме обмена. Передача может производиться со стандартными скоростями (бит/с): 50, 75, 100, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800... 19 200. При передаче используются уровни сигналов +12 В. Основные сигналы интерфейса, наиболее часто используемые (часть цепей общего назначения серии 100, разделенных по значению на категории: заземление, данные, управление и синхронизация) приведены ниже:

<i>Номер контакта разъема</i>	<i>Номер цепи</i>	<i>Наименование</i>	<i>Группа</i>
1	101	Экран	Заземление
7	102	Логический ноль	
2	103	Передаваемые данные	Данные
3	104	Принимаемые данные	
4	105	Запрос передачи	Управление
5	106	Готов к передаче	
6	107	Передатчик готов	
10	108.2	Приемник готов	
8	109	Детектор принимаемого линейного канала данных	
22	125	Индикатор вызова	

На практике широко используют вариант подключения, называемый "Короткозамкнутая петля" (или режим "нуль модема"), при котором цепи устройства и ЭВМ соединяются следующим образом:

Цепи ЭВМ

103 (передаваемые данные)
105 (запрос передачи)

Цепи ПУ

104 (принимаемые данные)
106 (готов к передаче)

При использовании стандартных разъемов устанавливаются соответствующие перемычки. Стыковка устройств, использующих интерфейс ИРПС, с устройствами, выходящими на стык C2, осуществляется через достаточно простой адаптер.

RS-422, RS-423

Интерфейс RS-422 является развитием стандарта RS-232C для высокоскоростной передачи данных на более далекое расстояние. Типичные скорости передачи данных по интерфейсу RS-422: 90 кбит/с на расстояние до 1200 м. В части топологии, стоимости, гибкости, общих технических требований и обеспечения средствами

программирования интерфейс RS-422 эквивалентен интерфейсу RS-232C. В настоящее время интегральные схемы реализации интерфейсов (стык C2) RS-422 и (стык C2-ИС) RS-423 существенно расширяют применение интерфейса для сопряжения СБТ между собой и с внешним оборудованием повышенного быстродействия. Электрические и другие основные параметры симметричных (RS-422) и несимметричных (RS-423) цепей стыка C2-BC приведены ниже:

<i>Параметры</i>	<i>Симмет- ричные цепи</i>	<i>Несиммет- ричные цепи</i>
Максимальная скорость, Кбит/с	10 000 (15 м)	100 (15 м)
Максимальная длина, м	1200 (при скорости 90 кбит/с)	1200
Уровень логических сигналов, В, лог.1/лог.0	- 0,3/0,3	- 0,3/0,3
Сопротивление согласования, Ом	75	75
Сопротивление выходное/входное, Ом	100/4000	1000
Время передачи бита, нс	200	1000

Симметричная цепь стыка состоит из симметричного генератора, соединенного симметричным проводником с приемником (нагрузка цепи стыка), и схемы согласования (необязательной). Максимальная длина проводника кабеля ограничивается в основном допустимым напряжением сигнала на приемном конце, воздействием помех и разностью потенциалов заземленных точек передатчика и приемника. Несимметричные цепи интерфейса RS-423 состоят из несимметричного генератора, соединенного с приемником посредством соединительного провода и общего обратного провода. Цепи могут быть расширены до многоточечного соединения путем добавления генераторов и приемников. Электрические характеристики интерфейса рассчитаны на совместное использование симметричных (например для цепей "данных" и "синхронизации") и несимметричных (например, цепей "управления") цепей в одном интерфейсе, а также взаимное соединение устройств, использующих симметричные и несимметричные генераторы и приемники. При этом учитывается, что длина соединительного кабеля ограничивается характеристиками несимметричных цепей.

RS-449

Интерфейс RS-449 предусматривает большее по сравнению с интерфейсом RS-232C число проводов, поскольку он обеспечивает дополнительные функциональные возможности (например, выдачу сигналов "Терминал обслуживается" и "Индикация нового сигнала"). Каждый из этих интерфейсов вследствие присущих им принципиальных отличий в техническом подходе предусматривает большее, чем интерфейс X.21, число цепей. Так, в этих стандартах одна из цепей предназначена для индикации готовности или неготовности терминала к приему данных.

RS-485

Интерфейс RS-485 — это усовершенствованный вариант интерфейса RS-422. Он обеспечивает возможность увеличения длины связей, числа точек в многоточечной конфигурации при улучшении помехоустойчивости. Выпускаемые

приемопередатчики совместимы по цоколевке выводов корпусов с приемопередатчиками для RS-422. В интерфейсе предусматриваются следующие скорости передачи и соответственно реализация физических линий связи:

<i>Скорость, кбит/с</i>	<i>Реализация линий</i>
62,5	Одна витая пара проводов
375	"—"
2400	Две витые пары проводов

Передача со скоростью 62,5 кбит/с используется при низкоскоростном сборе данных, 375 кбит/с — при координации взаимодействия элементов многоточечной конфигурации, 2400 кбит/с — для высокоскоростной синхронной передачи на короткие расстояния, в основном команд управления. Стандарт предусматривает применение 10-проводного плоского кабеля для приложений, где требуются дополнительные связи по питанию и сигналы контроля. Интерфейс допускает подсоединение до 250 узлов в физически распределенной области с длинами связей от 30 м (для синхронной передачи) до нескольких километров (для работы с самосинхронизацией).

SCSI

Общие сведения. Системный интерфейс малых ЭВМ SCSI (Small Computer System Interface) регламентирован стандартом IEC 9316, который унифицирует уровни 0 и 1 для основных типов периферийных устройств, главным образом НМД, АЦПУ, а также возможности расширения функций посредством специальных кодов и полей.

В интерфейсе используется логическая адресация всех блоков данных и возможность считывания с устройств прямого доступа информации о числе имеющихся блоков. Максимальная скорость передачи данных составляет до 4 Мбайт/с, длина кабеля до 6 м при использовании обычных приемопередатчиков и до 25 м дифференциальных приемопередатчиков.

Архитектура интерфейса предусматривает несколько видов организации взаимодействия задатчиков (инициаторов) и исполнителей (приемников) с использованием необязательного распределенного арбитража. Время арбитража — не более 10 мкс. Дополнительные возможности интерфейса: два варианта физической реализации, использование четности, синхронная передача данных и др. Команды разделены на обязательные (М), расширенные (Е), необязательные (О) и уникальные (У). Устройства выполняют все обязательные для данного типа устройств, а также другие команды.

Кроме того, в стандарте определены расширенные команды для устройств прямого доступа, постоянные команды для всех типов устройств, уникальные команды для НМД, НМЛ, принтеров, оптических дисков, процессоров, байты состояния всех типов устройств. В приложениях (не являются частью стандарта) приведены примеры последовательностей сигналов, временных диаграмм и состояний. В стандарте регламентировано использование на физическом уровне интерфейса RS-485.

Общая организация. В каждый момент логически связаны только два устройства — задатчик и исполнитель. Максимальное число подключенных устройств — 8. Каждое устройство идентифицируется соответствующим разрядом, размещаемым на линии данных (устройство 0 — DB (0), ..., устройство 7 — DB (7)).

Взаимосвязь осуществляется по принципу "здатчик-исполнитель". Устройства обычно имеют фиксированное назначение, часть из них может быть задатчиками/исполнителями. Задатчик (З) может адресовать 8 ПУ, подсоединенных к каждому исполнителю (И), а также до 2048 устройств с помощью расширенных сообщений.

Основные типы шинных конфигураций ВС на основе интерфейса: один задатчик — несколько исполнителей; несколько задатчиков и исполнителей. Допускается произвольная комбинация задатчиков и исполнителей. Задатчик выполняет арбитраж магистрали и процедуру селекции. Исполнители могут запрашивать от задатчика передачу команд, данных, состояния или другой информации по шине данных, в некоторых случаях выполняют процедуру арбитража и повторный выбор задатчика с целью продолжения операции.

Передача байта информации осуществляется асинхронно с использованием однопроводной обратной связи. В интерфейсе возможна также синхронная передача данных.

Обозначение и назначение сигналов линий интерфейса приведено ниже:

Обозначение	Наименование	Назначение
BSY	BUSY	Индикация занятости шины
SEL	SELECT	Выбор исполнителя или выбор задатчика
C/D	CONTROL/DATA	Идентификация передачи информации управления/данных
I/O	INPUT/OUTUT	Управление направлением передачи относительно задатчика
MSG	MESSAGE	Идентификация задатчиком фазы "Сообщение"
REQ	REQUEST	Требование от исполнителя для взаимодействия
ACK	ACKNOWLEDGE	Подтверждение от задатчика
ATN	ATTENTION	Признак от задатчика условий "Внимание"
RST	RESET	Признак условия "Сброс"
DB (7 — 0,P)	DATA BUS	8-разрядный байт данных плюс один контрольный, DB(7) — старший разряд, высший приоритет в фазе "Арбитраж", DB (0) — младший разряд, низший приоритет, DB(P) — разряд четности

Лог.1/лог.0 соответствует низкий/высокий уровень. В системе в целом допускается или не допускается использование четности. Четность не действует в течение фазы "Арбитраж". Тип устройства и источники сигналов интерфейса приведены ниже (все передатчики устройств, которые не являются действующими источниками, находятся в пассивном состоянии; сигнал "Сброс" может вырабатываться любым устройством в любое время):

Фаза	BSY	SEL	C/D, I/O, MSG, REQ	ACK/ATN	DB
Свободен	-	-	-	-	-
Арбитраж	Все	ПЗ	-	-	Идентификаторы
Выбор	З, И	З	-	З	З
Перевыбор	З, И	И	З	З	И
Команда	И	-	И	З	З

Ввод данных	И	-	И	3	И
Вывод данных	И	-	И	3	3
Состояние	И	-	И	3	И
Ввод сообщения	И	-	И	3	И
Вывод сообщения	И	-	И	3	3

Пр и м е ч а н и е. Сигнал "Все" вырабатываются устройствами, участвующими в арбитраже; ПЗ — потенциальный задатчик, выигравший арбитраж.

Сборка сигналов используется только для сигналов BSY и RST.

Фазы работы интерфейса. Архитектура интерфейса регламентирует восемь различных фаз: "Свободен", "Арбитраж", "Выбор", "Перевыбор", четыре фазы "Команды", "Данные", "Состояние", "Сообщение" используются для посылки информации. В интерфейсе в каждый момент выполняется только одна фаза. В фазе "Свободен" индицируется, что в интерфейсе нет активного устройства, и что он доступен для использования. Фаза идентифицируется отсутствием сигналов BSY и REQ.

Фаза "Арбитраж" требуется для систем, использующих фазу "Перевыбор" для определения предполагаемой функции устройства на шине. В фазе "Выбор" выбирается исполнитель и инициируется операция, например, чтения или записи. В системах, не использующих фазу "Арбитраж", текущий задатчик первым обнаруживает, что шина свободна, и ожидает минимальное время для новой инициации фазы "Выбор". Фаза "Перевыбор" применяется в системах, которые используют фазу "Арбитраж".

В фазе передачи информации ("Команды", "Данные", "Состояние", "Сообщение") используется часть сигналов для координации различных видов информации и фаз в соответствии с нижеприведенным:

Сигнал			Наименование	Направление	Примечание
MSG	C/D	I/O			
0	0	0	Вывод данных	из 3 в И	Фаза данных
0	0	1	Ввод данных	из И в 3	
0	1	0	Команда	из 3 в И	Фаза команды
0	1	1	Состояние	из И в 3	Фаза состояния
1	0	0	Резервная	-	-
1	0	1	Резервная	-	-
1	1	0	Вывод сообщения	из 3 в И	Фаза сообщения
1	1	1	Ввод сообщения	из И в 3	

Направление передачи определяет сигнал I/O. Асинхронное взаимодействие обеспечивается сигналами REQ/ACK: передача в задатчик инициируется по сигналу REQ (данные действительны при лог.1 сигналов REQ и ACK); передача в исполнитель инициируется сигналом ACK.

Синхронная передача данных является дополнительным средством, используемым только в фазе "Данные", если перед этим задатчик и исполнитель обменялись системным сообщением "Требование синхронной передачи данных", определяющим этот режим для обоих устройств, соотношение между импульсными сигналами REQ/ACK и период передачи. Нормальное окончание синхронной передачи данных происходит при равенстве числа импульсов сигналов REQ и ACK. Данные действительны по крайней мере до получения ответного сигнала плюс время его действия. В фазе "Сообщение" передается один или несколько байтов.

В интерфейсе имеют место два асинхронных события: "Внимание" и "Сброс", обязывающие устройства выполнять определенные действия и изменять последовательность фаз.

Логическая организация. Системные сообщения предназначены для организации управления физическими путями взаимосвязи задатчика и исполнителя. Все устройства должны выполнять сообщение "Полная команда". Функциональные устройства могут разрабатываться с использованием логического адреса в блоке описания команды и в этом случае будут работать без применения других сообщений.

Основные однобайтовые сообщения и их коды:

<i>Коды</i>	<i>Тип</i>	<i>Наименование</i>	<i>Ввод</i>	<i>Вывод</i>
00	M	Полная команда	+	-
01	0	Расширенное сообщение	+	+
02	0	Сохранить указатель данных	+	-
03	0	Перезаписать указатели	+	-
04	0	Разъединение	+	-
05	0	Обнаружение ошибки	-	+
06	0	Сброс операции	-	+
07	0	Команда отвергнута	+	+
08	0	Нет операции	-	+
09	0	Ошибка четности сообщения	-	+
0A	0	Цепочка команд	+	-
0B	0	Цепочка команд с флажком	+	-
0C	0	Сброс устройства	-	+
0D...7F		Резервные коды		
80...FF	0	Идентифицировать	+	+

Формат расширенного сообщения:

<i>Номер байта</i>	<i>Содержание</i>	<i>Назначение</i>
0	01	Расширенное сообщение
1	p	Длина расширенного сообщения
2	y	Код расширенного сообщения
3...n+1	x	Аргументы расширенного сообщения

Коды расширенного сообщения:

<i>Код</i>	<i>Назначение</i>
00	Указатель модификации данных
01	Требование синхронной передачи данных
02	Расширенная идентификация
03...7F	Резервные
80...FF	

Сообщение "Указатель модификации данных" (см. ниже) посылается из приемника в задатчик с целью суммирования аргумента с величиной указателя текущих данных (в дополнительном коде).

Указатели модификаторов данных:

<i>Байт</i>	<i>Содержимое</i>	<i>Назначение</i>
0	01	Расширенное сообщение
1	05	Длина расширенного сообщения
2	00	Код указателя модификации данных
3...6	X	аргумент (СБ), аргумент, аргумент (МБ)

Примечание. СБ — старший байт; МБ — младший байт.

Формат сообщения "Требование синхронной передачи данных" приведен ниже. Период передачи — минимальное время между последовательностью импульсов REQ и последовательностью импульсов ACK. Компенсация REQ/ACK — максимальное число импульсов до получения источником соответствующего импульса ACK. Код X=0 индицирует асинхронный режим, а код X=FF — неограниченную компенсацию.

Байт	Содержание	Назначение
0	01	Расширенное сообщение
1	03	Длина расширенного сообщения
2	01	Код сообщения
3	m	Период передачи (m x 4 нс)
4	X	Компенсация REQ/ACK

Сообщение "Расширенная идентификация" является дополнительным и используется для расширения логического адреса исполнителя, 8-разрядного логического подадреса каждого из восьми логических устройств, идентифицирует одно из 256 логических устройств, что обеспечивает адресацию до 2048 устройств в одном исполнителе.

Команды позволяют передавать логические наборы блоков данных фиксированной или произвольной длины в соответствии с логической структурой, определяемой кодом типа устройства. По одной команде можно передать один или несколько логических блоков данных. Несколько команд могут быть связаны в цепочку команд при использовании одного и того же логического устройства. Исполнитель может отсоединиться от магистрали с целью инициации другого устройства, логический адрес которого получен в передаваемых данных.

По завершении команды исполнитель посылает байт состояния в задатчик. Кроме основного байта состояния один из кодов состояния "Условия ошибки" индицирует дополнительную информацию, которая может считываться задатчиком по команде "Запрос уточненного состояния".

Ниже приведены описания типов кодов команд:

Тип	Описание
M	Обеспечивают минимальные требования стандарта
E	Расширение основных команд и выполнение расширенных требований стандарта
O	Дополнительные команды в соответствии с требованиями стандарта
U	Специальные команды, предусмотренные для производителей оборудования и обеспечивающие совместимость
R	Резервные команды для расширения стандарта, не предназначенные для использования

Коды операций команды (разряды): код группы команд (7...5); код команды (4...0). Коды группы указывают одну из следующих групп команд: группа 0 — 6-разрядные; группа 4 — 10-байтовые; группы 2...4 — резервные; группы 5 — 12-байтовые; группы 6, 7 — специальные.

Типичные команды групп (со структурой блока описания) приведены ниже:

Номер байта

Команда (в разрядах)

Г р у п п а 0

0	Код операции (7...0)
1	ЛАУ (7...5); АЛБ* (4...0) (СБ)
2/3	АЛБ* (7...0)*; АЛБ* (7...0) (МБ)
4	ДП* (7...0)
5	Контрольный байт

Г р у п п а 1

0	Код операции (7...0)
1	ЛАУ (7...5); резервные (4...1); АО (0)
2...5	АЛБ* (7...0) (СБ); АЛБ* (7...0); АЛБ* (7...0)
	АЛБ* (7...0) (МБ)
6	Резервный
7, 8	ДП* (7...0) (СБ); ДП* (7...0) (МБ)
9	Контрольный байт

П р и м е ч а н и е. ЛАУ — логический адрес устройства; АЛБ — адрес логического блока; ДП — длина передачи; МБ — младший байт; СБ — старший байт; АО — адрес относительный; — если требуется.

Адресация логических устройств используется обычно в системе, в которой не применяется сообщение "Идентификация".

Адрес логического блока находится в диапазоне от 0 до последнего логического блока. Для группы 0 используется 21-разрядный АЛБ, для групп 1 и 5 — 32-разрядный АЛБ.

Длина передачи указывает количество передаваемых данных, обычно число блоков. Команды, использующие один байт ДП, передают 1...255 или 256 блоков по одной команде, а использующие два байта ДП — 1...535 блоков по одной команде.

Контрольный байт — последний байт блока описания команды. Типичные значения разрядов байта даны ниже:

Разряд	Значение
6, 7	Специальные
2...5	Резервные
1	Флажок (Фл). Если ЦК = 0, то Фл = 0. Если ЦК = 1 и команда нормально завершена, то Фл используется обычно для запросов на прерывание в инициаторе между ЦК
0	Цепочка команд (ЦК). При лог.1 обеспечивает автоматическое выполнение следующей команды при условии нормального завершения текущей команды, которое передается в байте немедленного состояния сообщения "Окончание ЦК" с признаком ЦК = 1

П р и м е ч а н и е. Приемник, не использующий ЦК, передает условия ошибки в байте состояния в общем случае.

Команды группы 0 для всех типов устройств:

Код	Тип	Наименование
		Дополнительные
00	0	Проверить готовность устройства
18	0	Копировать
1C	0	Принять результаты диагностики
1D	0	Послать результаты диагностики

03 М Запрос уточненного состояния
Специальные (для производителей)

01,04,05,07,08,
 0A,0B,0 ,10,11,
 13...17, 19, 1A,
 1B, 1E

12 E Опрос
 1F R Резервные

Форматы дополнительных команд группы 0 и данных состояния:

Номер байта	Команда (в разрядах)
	Проверить готовность устройства
0	Код операции (7...0)
1	ЛАУ (7...5); резервные (4...0)
2...4	Резервные
5	Специальные (7...5); резервные (4...2); Фл (1); ЦК (0)
	Запрос уточненного состояния
0	Код операции (7...0)
1	ЛАУ (7...5); резервные (4...0)
2, 3	Резервные
4	Длина распределения
5	Специальные (7...5); резервные (4...2); Фл (1); ЦК (0)
	Формат данных основного уточненного состояния
0	АД (7); класс ошибки (6...4); код ошибки (3...0)
1	(7...5); АЛБ (3...0) (СВ)
2, 3	АЛБ (7...0), АЛБ (7...0) (МВ)
	Формат данных расширенного уточненного состояния
0	Действительный (7); Класс 7 ошибки (6...4); код 0 ошибки (3...0)
1	Номер сегмента
2	Марка файла; ЕОМ (6); ILI (5); Res (4); Ключ состояния (3...0)
3...6	Байты информации: 3 (СБ), 4(Б), 5 (Б), 6 (МБ)
7	Длина дополнительного уточненного состояния
8...n+7	Байты дополнительного уточненного состояния

Примечание. АД — адрес дополнительный; ЕОМ — конец носителя; ILI — индикатор неправильной длины; Res — резервный; Б — байт.

Ключ уточненного состояния:

Разряд	Назначение
0	Нет состояния (КУТС отсутствует)
1	Ошибки восстановления (нормальное завершение последней команды с операциями восстановления в приемнике)
2	Не готов (недоступность адресуемого ЛУ)
3	Ошибка накопителя (завершение команды с невозстановливаемыми условиями ошибки обычно из-за дефекта носителя и ошибки в записываемых данных)
4	Ошибка оборудования (сбой в контроллере, в устройстве, ошибка четности и т.д.)

- 5 Ошибка в программе (формат данных, поиск данных и т.д.)
- 6 Запрос от устройства (изменение режимов работы сменных накопителей или сброс приемника)
- 7 Защита данных (обращение к защищенным данным)
- 8 Ошибка формата
- 9 Специальные условия (для производителя)
- A Прекращение копирования (ошибки в источнике и/или приемнике данных)
- B Прекращение выполнения команды приемником
- C Совпадение (нормальное завершение команды "Поиск данных")
- D Переполнение из-за окончания физической среды накопителя
- E Несовпадение считанных с носителя данных и данных источника
- F Резервный

Физическая реализация. *Линия передачи информации.* Все устройства подсоединены к общему кабелю по приоритетной цепи. Кабель согласуется с обеих сторон. Возможно использование двух типов приемопередатчиков: обычных, обеспечивающих максимальную длину 6 м в пределах стойки; дифференциальных, обеспечивающих максимальную длину 25 м и подсоединение в основном стоек.

Требования к кабелю и согласованию. Устройства согласования должны обеспечивать 132-омное согласование в случае использования отдельных приемопередатчиков и 122-омное — в случае дифференциальных. Согласование $100 \text{ Ом} \pm 10 \%$ применяется для кабеля из витых пар. Кабель, содержащий 25 линий, минимизирует наводимые помехи и ослабляет требования к источнику питания для оптимального распределенного согласования. Для отдельных/дифференциальных приемопередатчиков длина отвода не более 0,1...0,2 м внутри любого подсоединенного оборудования. Устройства согласования могут устанавливаться внутри устройств, расположенных в конце кабеля.

Соединитель. Назначение контактов в соединителе дано ниже.

<i>Наименование сигнала соединителя</i>	<i>Контакт</i>
Отдельные приемопередатчики	
DB (0),... DB (7), D (P)	2, 4,... 18
GR (земля)	20, 22, 24
T	21
TERM PWR	26
GR	28, 30
-ATN	32
GR	34
BSY, ACK, RST, MSG	36, 38, 40, 42
SEL, C/D, REQ, I/O	44, 46, 48,
50	

Дифференциальные приемопередатчики

SHGR, GR (земля экрана, земля)	1, 2
+ DB(0)/-DB(0),..., +DB(P)/-DB (P)	3/4,..., 19/20
DIFF SENS, GR	21, 22
	23, 24
TERM PWR	25, 26
(резервируются)	
GR, GR	27, 28
+ATN, -ATN	29, 30
GR, GR	31, 32
+BSY, -BSY	33, 34

+ACK, -ACK	35, 36
+RST, -RST	37, 38
+MSG, -MSG	39, 40
+SEL, -SEL	41, 42
+C/D, -C/D	43, 44
+REQ, -REQ	45, 46
+I/O, -I/O	47, 48
GR, GR	49, 50

Рекомендуется использовать двухрядный 50-контактный соединитель с шагом между контактами $2,54 \text{ мм} \pm 0,127 \text{ мм}$.

Электрические характеристики. Все сигналы согласуются в конце кабеля резисторами сопротивлением 220 Ом на линию + 5 В и 330 Ом — на землю. Все приемопередатчики должны иметь открытый коллектор или три состояния. Характеристики обычного передатчика: лог.1/лог.0 соответствуют 0,0...0,4/2,5...5,25 В; минимальный выходной ток 48 мА при 0,5 В. Характеристики обычного приемника: лог.1/лог.0 соответствуют 0,0...0,8/2,0...2,5 В; максимальный выходной ток потребления 0,4 мА при 0,5 В; минимальное выходное значение порога гистерезиса 0,2 В.

Характеристики дифференциального передатчика: выходное напряжение низкого уровня 2/0 В при токе 55 мА; выходное напряжение высокого уровня 3/0 В при токе 55 мА; амплитуда 1/0 В в диапазон изменения напряжения -7...+12 В.

Характеристики дифференциального приемника: максимальный входной ток $\pm 2 \text{ мА}$ (для приемника и пассивного передатчика) при размахе входного напряжения - 7...+12 В и минимальном входном пороге гистерезиса 35 мВ. Входные/выходные характеристики соответствуют требованиям стандарта RS-485.

SCSI-2

Общие сведения. Интерфейс ввода-вывода SCSI-2 (для взаимосвязи ЭВМ с периферийными устройствами) является дальнейшим развитием интерфейса SCSI, улучшая его характеристики главным образом в части дополнения круга подключаемых устройств, увеличения скорости обмена данными и расширения функциональных возможностей. Шина данных может быть расширена до 32 разрядов, при этом скорость может достигать 16 Мбайт/с и более (за счет ускоренной синхронной передачи данных) при длине связи до 6 м для обычных приемопередатчиков и до 25 м для дифференциальных.

SCSI-2 обеспечивает совместимость с техническими средствами, разработанными на основе стандарта SCSI при условии выполнения следующих требований: обязательность контроля шин данных по четности, поддержка обязательных сообщений, минимальная задержка арбитража 2,4 мкс, обеспечение линий TERM PWR.

Команды SCSI-2 делятся на применяемые для всех устройств и расширенные наборы команд для определенных типов устройств. Помимо заданных в SCSI расширенных наборов команд для НМД, НМЛ, АЦПУ, НОД с однократной записью и процессорных устройств приводятся расширенные наборы команд для стираемых НОД, сканирующих устройств, устройств оптической памяти, устройств, изменяющих среду, постоянных ЗУ с чтением аналоговых и цифровых сигналов, устройств телеобработки.

Физическая реализация SCSI-2 соответствует SCSI при введении дополнительного соединителя высокой плотности контактов для линий расширенной передачи данных.

Логическая организация. Структурная организация и фазы шин SCSI и SCSI-2 совпадают. В SCSI-2 имеются следующие дополнительные линии, необходимые при использовании дополнительного средства расширенной передачи данных:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
DATA BUS	DB(8...31,P1,P2,P3)	Три дополнительных байта данных с контрольными разрядами
REQUEST B	REQB	Требование от исполнителя на дополнительные байты данных
ACKNOWLEDGE B	ACKB	Подтверждение от задатчика на дополнительные байты данных
TERMPWR B	TERMPWRB	Напряжение электропитания для согласования линий соединителя B

Временные соотношения для SCSI-2 изменены в части увеличения минимального времени задержки на арбитраж до 2,4 мкс и установления для дополнительного средства ускоренной синхронной передачи данных минимального периода обмена не менее 100 нс.

Сообщения. Структура системных сообщений в SCSI-2 взята без изменений, однако сам состав сообщений расширен и помимо сообщения "Команду завершить" в качестве обязательных для задатчиков и исполнителя стали сообщения "Идентифицировать" (80), "Инициатор обнаружил ошибку" (05), "Ошибка четности в сообщении" (09), "Сообщение отклонено" (07), "Холостой ход" (08). В таблицу кодов расширенного сообщения введен код 03 "Требование на расширенную передачу данных".

Команды. Принципы исполнения и форматы команд для SCSI-2 такие же, как в SCSI, но существуют некоторые отличия в организации команд. Так, из типов кодов команд SCSI исключен тип команд E. Команды делятся на команды для всех устройств и для определенных типов устройств. Команды, применимые для всех устройств таковы:

<i>Наименование команды</i>	<i>Код операции</i>	<i>Тип кода операции</i>
Изменить назначение	40	0
Сравнить	39	0
Скопировать	18	0
Скопировать и проверить	3A	0
Опрос	12	M
Выбор регистрации	4C	0
Уточнить регистрацию	4D	0
Выбор режима (6)	15	0
Выбор режима (10)	55	0
Уточнить режим (6)	1A	0
Уточнить режим (10)	5A	0
Прочитать буфер	3C	0
Получить результат диагностики	1C	0
Запрос уточненного состояния	03	M
Послать диагностику	1D	M
Проверить готовность устройства	00	M
Записать буфер	3B	0

Примечание: М — выполнение команды обязательно для SCSI-2; О — выполнение команды не обязательно. Команды для определенных типов устройств могут интерпретировать определенным образом команды, применяемые для всех устройств.

SCSI-2 имеет ряд дополнительных по отношению к SCSI возможностей выполнения операций: программное задание управления посредством команды "Изменить назначение", выполнение избыточной команды на логически активном устройстве при отсутствии цепочки команд, выборку недействительного логического устройства, округление параметра по команде "Выбор режима". Указание асинхронных событий позволяет устройству указать задатчику на события такие как "Внимание", "Готовность", "Сброс цепочки другим задатчиком" и др., даже при отсутствии текущей команды. Состояние условной зависимости используется для исполнителей, которые не могут независимо производить операцию восстановления, и гарантирует доступность для задатчика информации об ошибке посредством передачи состояния "Состояние ошибки". Расширенное состояние условной зависимости позволяет осуществлять интенсивное восстановление при ошибках в конфигурациях с несколькими задатчиками и предусматривает посылку устройством задатчику сообщения "Инициировать восстановление". Использование дополнительного средства организации цепочек операций ввода-вывода дает возможность задатчику передать до 256 команд одному и тому же исполнителю, а исполнителю в зависимости от режима принять одну или несколько команд во время выполнения команды от другого задатчика. Это средство совместимо для устройств, не выполняющих цепочки команд.

Физическая реализация. Электрические характеристики SCSI-2 и SCSI совпадают. Для реализации расширенного набора линий потребовалось введение соединителей повышенной плотности контактов с шагом между контактами 1,27 мм. При обычных ППЭ позиции сигналов на соединителе для 50-контактного соединителя нормальной и повышенной плотностей совпадают, но нумерации контактов для конкретных сигналов различаются в связи с отличием обозначения контактов в указанных соединителях. Назначение контактов для 68-контактного соединителя повышенной плотности при обычных приемопередатчиках и для соединителей повышенной плотности при дифференциальных следующие:

Приемопередатчики

<i>Обычные</i>	<i>Дифференциальные</i>		<i>Номера контактов</i>
GR	+DB(1)	+DB(9)	3
GR	+DB(2)	+DB(10)	4
GR	+DB(3)	+DB(11)	5
GR	+DB(4)	+DB(12)	6
GR	+DB(5)	+DB(13)	7
GR	+DB(6)	+DB(14)	8
GR	+DB(7)1	+DB(15)	9
GR	+DB(P)	+DB(P1)	10
GR	DIFFSENS	+ACKB	11
GR	GR	GR	12
GR	TERMPWR	+REQB	13
GR	GR	+DB(16)	14
GR	+ATN	+DB(17)	15
GR	GR	+DB(18)	16
TERMPWRB	+BSY	TERMPWRB	17

TERMPWRB	+ACK	TERMPWRB	18
GR	+RST	+DB(19)	19
GR	+MSG	+DB(20)	20
GR	+SEL	+DB(21)	21
GR	+C/D	+DB(22)	22
GR	+REQ	+DB(23)	23
GR	+I/O	+DB(P2)	24
GR	GR	+DB(24)	25
GR	GR	+DB(25)	26
GR	-DB(0)	+DB(26)	27
GR	-DB(1)	+DB(27)	28
GR	-DB(2)	+DB(28)	29
GR	-DB(3)	+DB(29)	30
GR	-DB(4)	+DB(30)	31
GR	-DB(5)	+DB(31)	32
GR	-DB(6)	+DB(P3)	33
GR	-DB(7)	GR	34
GR	-DB(P)	GR	35
-DB(8)	GR	-DB(8)	36
-DB(9)	GR	-DB(9)	37
-DB(10)	TERMPWR	-DB(10)	38
-DB(11)	GR	-DB(11)	39
-DB(12)	-ATN	-DB(12)	40
-DB(13)	GR	-DB(13)	41
-DB(14)	-BSY	-DB(14)	42
-DB(15)	-ACK	-DB(15)	43
-DB(P1)	-RST	-DB(P1)	44
-ACKB	-MSG	-ACKB	45
GR	-SEL	GR	46
-REQB	-C/D	-REQB	47
-DB(16)	-REQ	-DB(16)	48
-DB(17)	-I/O	-DB(17)	49
-DB(18)	GR	-DB(18)	50
TERMPWRB		TERMPWRB	51
TERMPWRB		TERMPWRB	52
-DB(19)		-DB(19)	53
-DB(20)		-DB(20)	54
-DB(21)		-DB(21)	55
-DB(22)		-DB(22)	56
-DB(23)		-DB(23)	57
-DB(P2)		-DB(P2)	58
-DB(24)		-DB(24)	59
-DB(25)		-DB(25)	60
-DB(26)		-DB(26)	61
-DB(27)		-DB(27)	62
-DB(28)		-DB(28)	63
-DB(29)		-DB(29)	64
-DB(30)		-DB(30)	65
-DB(31)		-DB(31)	66
-DB(P3)		-DB(P3)	67
GR		GR	68

SDLC

Протокол SDLC (Synchronous Data Link Control) разработан фирмой IBM в 1973 г., является бит-ориентированным, допускает дуплексные и полудуплексные операции. Ключевыми характеристиками протокола являются следующие.

Управление передачей данных. Формат сообщения SDLC (бит): Флаг (01111110); Адрес вторичный (8); Поле управления (8); Поле данных (n*8); CRC (16); Флаг (01111110).

Единственным используемым в нем управляющим символом является 8-разрядный флаг с кодом 01111110. Адресное поле идентифицирует вторичную станцию или узел, к которому направляется кадр (при этом один адрес может быть использован для выбора более чем одного узла). Управляющее поле может быть использовано для указания формата кадра: информационного (основного), супервизорного или неупорядоченного. Оно же содержит информацию максимум о семи неподтвержденных кадрах и разряды "опрос-конец", которые сигнализируют о текущей операции приемопередачи.

Формат информационного кадра (бит): счетчик принятых кадров (3); P/F — "опрос-конец" (1); Счетчик переданных кадров (3); 0. Бит опроса P (Polling, P=1) посылается вторичной станции для индикации запроса на передачу, а в ответ на это вторичная станция посылает кадр, содержащий бит F=1 (F-Final, конец).

Формат супервизорного кадра: счетчик принятых кадров (3); P/F (1); код (2); 0; 1. Кадр используется для определения условий готовности и занятости вторичной станции, таких как проверка состояния без передачи данных.

Формат неупорядоченного кадра: код (3); P/F (1); код (2); 1 (1). Кадр применяется обычно для операций управления линией, таких как инициализация вторичных станций или узлов. Протокол SDLC допускает использование связей типа петля, где в каждом узле существует входной поток данных для синхронизации по времени. Взаимодействие ЭВМ в петлевой структуре основано на том, что вторичные узлы работают в режиме повторителя и принимаемые ими блоки сообщений выдаются в каждый следующий узел с временным сдвигом на один разряд. Это позволяет вторичному узлу захватить петлю и включить в нее свое сообщение.

В петлевой структуре используется лишь один управляющий символ, отсутствующий в обычной версии протокола — сигнал обхода (EOP). Он подается в виде 01111110 и управляет функционированием петли.

Обнаружение и исправление ошибок осуществляется с помощью кода CRC-16. Поле управления кадра включает область ответа (три разряда в поле управления), и, кроме того, протокол предусматривает отдельные сообщения ASK/NAK. Однако в SDLC не пользуются сообщением NAK для отрицательного подтверждения при ошибке передачи. Если данные приняты с ошибкой, то в передающий узел посылается сообщение, что кадр, содержащий ошибку, не принят, и по истечении тайм-аута передающий узел должен повторно передать сообщение.

Кодирование информации. Протокол SDLC не ориентируется на какие-либо конкретные коды обмена информацией. Независимо от кодирования представляемых данных: в протоколе применяется только один управляющий символ — флаг. Для определения кода обмена информацией при передаче данных должен использоваться протокол более высокого уровня.

Транспарентность информации. В протоколе SDLC заголовок и поле данных прозрачны для любых кодов; для исключения совпадений кодов данных с кодом ограничительного кадра применяется процедура бит-стаффинга.

Синхронизация. Протокол осуществляет синхронизацию за счет передачи флагов в интервалах между сообщениями. При этом нет необходимости в специальных символах SYN.

Использование линии. Протокол предусматривает возможность функционирования на дуплексных и полудуплексных линиях связи. Кроме того, протокол обладает

меньшей избыточностью кадра из-за меньшего числа управляющих символов и в нем нет необходимости применять специальные сообщения АСК.

Зависимость от АПД. Использование в протоколе бит-стаффинга не дает возможности применять его в асинхронной АПД или устройствах параллельной передачи информации. Таким образом, протокол обеспечивает прозрачность только для последовательных синхронных устройств.

Начальная загрузка в протоколе не реализована.

SNA

Общие сведения. Системная сетевая архитектура SNA (CCA) разработана фирмой IBM для обеспечения систем телеобработки данных, создаваемых на основе выпускаемых фирмой ЭВМ различных классов и архитектур. Она представляет собой совокупность принципов, процедур, протоколов и форматов, определяющих идеологию формы IBM по построению и использованию систем телеобработки данных (СТД) с целью упрощения проектирования и использования технических и программных средств, а также повышения эффективности и надежности передачи данных в СТД различного назначения.

Первая версия CCA поддерживала только централизованные сети, включающие одну главную ЭВМ, и не обеспечивала взаимодействие различных сетей. К 1976 г. CCA была модифицирована для сетей, содержащих несколько главных ЭВМ, в 1979 г. введена версия, обеспечивающая мультисистемную работу с использованием альтернативных путей между главными ЭВМ. В 1983 г. разработана архитектура, позволяющая объединить две отдельные сети. В 1985 г. введена расширенная сетевая архитектура ENA, позволяющая значительно увеличить число возможных пользователей.

При описании SNA употребляются следующие термины:

<i>Сокращение</i>	<i>Полное наименование</i>	<i>Определение</i>
BSC	Binary Synchronous Communication	Двоичная синхронная процедура связи
BTAM	Basic Telecommunication Access Method	Основной телекоммуникационный метод доступа
ENA	Extended Network Architecture	Расширенная сетевая архитектура
LU	Logical Unit	Логический элемент
NAU	Network Addressable Unit	Адресуемый элемент сети
NCP	Network Control Program	Программа управления сетью
PU	Physical Unit	Физический элемент
SDLC	Synchronous Data Link Control	Синхронная процедура управления звеном данных
SNA	System Network Architecture	Системная сетевая архитектура
TCAM	Telecommunication Access Method	Телекоммуникационный метод доступа
VTAM	Virtual Telecommunication Access Method	Виртуальный телекоммуникационный метод доступа
SSCP	System Service Control Point	Пункт управления системными службами

Все прикладные подсистемы SNA используют в качестве метода доступа VTAM, который реализуется в главной ЭВМ и обеспечивает управление всеми сетевыми ресурсами и восстановление функционирования сети после сбоев. Программные средства NCP связанных процессоров применяются для управления всеми удаленными сетевыми ресурсами, подключенными к связным процессорам, и тем самым "снимают" с главной ЭВМ и VTAM ответственность за передачу информации в сети.

Основные элементы сетей SNA. Каждый сетевой ресурс или узел называется адресуемым элементом сети NAU, имеет соответствующий сетевой адрес, по которому осуществляется маршрутизация данных между NAU. В адресуемом сетевом элементе расположен так называемый пункт управления системными службами (SSCP), который управляет всеми сетевыми адресуемыми элементами. Предусмотрены два типа элементов NAU: физические (PU) и логические (LU).

Имеется четыре типа физических элементов, реализуемых в: терминалах, выпущенных до введения SNA, концентраторах, подобных IBM 3274, связанных процессорах, VTAM.

Логические элементы LU обеспечивают пользователям доступ к сети. Пользователями являются прикладные процессы или операторы терминалов, т.е. объекты, внешние по отношению к сети. Каждая прикладная подсистема может содержать более одного LU. Логические элементы могут взаимодействовать между собой только в том случае, если они относятся к одному типу.

Существует шесть типов LU, каждый из которых реализует специальный набор функций SNA (тип пять отсутствует):

0 — для обмена, зависящего от прикладных процессов;

1 — для удаленных печатающих устройств IBM 3270, использующих набор знаков SNA (например, IBM 3287);

2 — для устройств отображения IBM 3270;

3 — для удаленных печатающих устройств, использующих набор знаков системы IBM 3270;

4 — для контрольного оборудования производства фирмы IBM;

6 — для связи между прикладными подсистемами.

Прикладные подсистемы могут иметь различные типы логических элементов, используемых для связи с терминалами различных типов.

Иерархия построения сетей SNA. Каждый пункт управления системными службами SSCP и относящиеся к нему физические и логические элементы составляют регион. Каждый регион состоит из одной или нескольких подзон двух типов: концентраторы, терминалы и прикладные подсистемы; связанные процессоры и относящиеся к ним периферийные физические и логические элементы, т.е. концентраторы и терминалы.

Однорегиональная сеть состоит из одной подзоны SSCP и соответствующих подзон программ управления сетью NCP. Многорегиональная сеть включает несколько подзон SSCP и относящиеся к ним подзоны NCP.

В SNA предусмотрено два типа управления ресурсами: последовательное, принадлежащее только одному региону; параллельное, осуществляемое в случае, когда ресурсом располагают одновременно несколько SSCP, т.е. когда он принадлежит более чем одному региону. Некоторые сетевые ресурсы управляются только последовательно, в то время как другие могут управляться как

последовательно, так и параллельно. К их числу относятся NCP, управляемые различными SSCP (NCP, подключенные к связному процессору, могут принадлежать различным SSCP), а также линии связи с протоколом SDLC, соединяющие либо связанные процессоры, либо концентратор со связным процессором.

Архитектура SNA. Логическая архитектура SNA включает три верхних уровня, обеспечивающих организацию и обслуживание сессий при обмене данными между оконечными пользователями; три нижних уровня, образующих управление путями в сети и обеспечивающих физическую маршрутизацию данных между узлами.

Соотношение архитектур SNA и ЭМВОС на нижних уровнях приведено ниже:

ЭМВОС

Транспортный уровень
Сетевой уровень

Уровень управления
звеном передачи данных
Физический уровень

SNA

Управление передачей
Управление путями, виртуальными соединениями, явными путями
Уровень управления звеном передачи данных
Физический уровень

Особенности совместной работы уровней SNA. Компоненты каждого связного процессора и соответствующих SSCP определяются в таблицах, задающих, например, тип соединения (многоточечное, коммутируемое), процедуру управления каналом передачи данных (SDLC, BSC), скорость передачи в канале связи и т.д. Задаются правила функционирования сети и характеристики пунктов управления.

Запуск системы состоит в активации физических и логических элементов в узлах сети и каналов передачи данных между этими узлами с помощью сессий между SSCP и соответствующими физическими и логическими элементами.

Сначала производится загрузка управляющей программы в узле, содержащем SSCP, затем загружаются местный связной процессор и примыкающие к нему каналы передачи данных, потом удаленные связные процессоры и концентраторы нагрузки и т.д. При этом службы физического элемента в одном узле, который уже активирован, могут исполнять запросы от SSCP по установлению соединений и загрузке других узлов.

Использование в SNA коммутируемых каналов связи предусмотрено для источников с небольшой интенсивностью вызовов, а также в целях резервирования отдельных направлений связи. При этом соответствующие узлы должны иметь средства доступа к коммутируемой сети в виде автовызова или ручного набора номера. Вызов может инициироваться как со стороны SSCP, так и со стороны логического элемента.

Диагностика каналов связи станций может осуществляться некоторыми администраторами службы физических элементов на уровне управления звеном передачи данных при выполнении заранее определенного теста, который может относиться к функционированию станции или каналов передачи данных. Результаты тестирования могут доводиться до пункта управления системными службами SSCP.

Аналогично могут выдаваться указания уровню управления звеном данных на запуск и остановку работы заранее определенных функций поиска повреждений на линиях связи. При этом предварительно определяются тип запрашиваемой информации, форматы и объем запрашиваемых данных. Сведения, собранные во время поиска неисправностей, передаются в пункт технического обслуживания SSCP.

Большое значение, особенно для многорегиональных сетей, имеет команда типа "Потеря подзоны", которая выдается в случае потери связи с некоторой подзоной. Эта команда распространяется от одного физического элемента к другому, что обеспечивает оповещение всей системы о потери контакта с рассматриваемой подзоной.

Физический уровень. Определяет интерфейс между оконечным оборудованием данных и каналом связи. Согласно рекомендациям МККТТ для аналоговых каналов связи используются стандарты V.24 и V.35, а для цифровых каналов X.21. В технических средствах, выпускаемых фирмой IBM, широко используются стандарты V.24 (RS-232C) и V.35. В моделях ЕС ЭВМ применяются аналогичные средства устройства.

Уровень управления звеном передачи данных. На этом уровне реализуются протоколы защиты от ошибок в канале передачи данных. Основным информационным блоком на этом уровне является кадр. Для управления звеном передачи данных SNA фирмой IBM была разработана синхронная процедура SDLC.

На основе модификации SNA в ISO была предложена процедура HDLC, принятая за основу в МККТТ для уровня управления звеном (LAPB) согласно стандарту X.25.

Управление группой передачи в SNA обеспечивает последовательную доставку блоков данных на уровне звена в соответствующих классах приоритета. Каждому блоку, выбираемому из очереди, присваивается свой номер в группе передачи, при этом обеспечивается обнаружение и исправление ошибок, управление потоком и идентификация параметров обмена.

Сетевой уровень. На сетевом уровне осуществляется маршрутизация между элементами сети. Основным информационным блоком на этом уровне является пакет. Сетевые функции в SNA выполняются главным образом на уровне управления путями, который состоит из трех подуровней управления: виртуальным соединением, явным путем и группой передачи. Собственно к сетевому уровню можно отнести первые два подуровня. Функции, обеспечиваемые управлением группы передачи (т.е. параллельными физическими соединениями), являются частью функций уровня управления звеном передачи данных эталонной модели. Управление путями предоставляет пользователям доступ к сетевым соединениям — виртуальным путям.

Сетевая адресация корреспондентов в SNA осуществляется с помощью адресов подзон и элементов. С точки зрения эталонной модели адрес подзоны является сетевым, а адрес элемента — суффиксом оконечной точки соединения.

Параметры качества обслуживания определяются классом обслуживания. Уведомление об ошибках, в частности неустраняемых, на уровне управления путями, выдается на уровень управления передачей и приводит к завершению транспортного соединения (сессии SNA).

Сетевое мультиплексирование обеспечивается прохождением по одному явному пути нескольких виртуальных соединений, а по одной группе передачи — нескольких явных путей.

Сегментирование и объединение блоков обеспечивается соответственно на подуровне управления виртуальным соединением и на уровне управления группой передачи нескольких информационных блоков в один основной блок передачи, если они будут проходить по одной группе передачи.

Транспортный уровень. В SNA эквивалентом транспортного уровня является уровень управления передачей. Установление соединения между

корреспондирующими адресуемыми элементами сети (согласование параметров сессии) производится с помощью блока запроса BIND. Согласование касается и более высоких уровней.

При переносе данных производится отслеживание последовательности блоков запроса с использованием номера, генерируемых на уровне управления потоком данных, образование блоков, их сцепление и сегментация, мультиплексирование в рамках одного виртуального соединения, управление потоком с использованием механизма регулирования темпа с фиксированным окном в транспортном соединении, обнаружение ошибок, потери блоков, дубликатов и нарушения последовательности передачи. Восстановление процесса передачи после нарушения нумерации производится компонентом сессий уровня управления передачей с помощью установочных и тестовых номеров (STSN) и блоков запроса начала трафика данных. Кроме того, при переносе данных организуется передача срочных сообщений, которые при передаче и приеме не ожидают в очередях.

Разъединение соединений осуществляется с помощью блока UNBIND в соответствующей полусессии.

SNA и стандарт X.25. Для обеспечения взаимодействия с сетями коммутации пакетов в IBM разработан интерфейс коммутации пакетов (NPSI), который используется в качестве адаптера между нижними уровнями SNA и X.25. Таким образом, IBM предоставляет пользователям более широкие возможности доступа к средствам IBM через сеть передачи данных с коммутацией пакетов. При этом протоколы верхних уровней в корреспондирующих прикладных системах должны быть совместимы.

SRN

Общие сведения. Локальная сеть SRN (Slotted Ring Network) кольцевого типа с тактированным доступом (КТД) реализована на основе стандарта ISO 8802.7, разработанного на основе базе национальных стандартов Британского института стандартизации BSI.

Физическая среда сети КТД представляет собой замкнутый в кольцо магистральный кабель с набором активных повторителей, обеспечивающий скорости передачи до 10 Мбит/с. Задержка распространения сигналов в кабеле и повторителях позволяет рассматривать магистральное кольцо как непрерывно циркулирующий сдвиговый регистр. Каждый 100-метровый сегмент кабеля создает задержку 450 нс и может рассматриваться как память емкостью 4,5 бит.

Весь циркулирующий регистр распределяется станцией-монитором кольца на ряд последовательных тактов одинаковой фиксированной длины и структуры с небольшими пробелами (в виде двоичных нулей) между ними.

Для обеспечения целого числа бит в кольце номинальная частота 10 МГц может незначительно изменяться, а для обеспечения целого числа тактов фиксированной длины и минимального размера пробелов могут использоваться дополнительные биты-заполнители.

Длина тактов может выбираться 40, 56, 72 или 88 битовых позиций, длина пробела между тактами может содержать 2...255 битовых позиций (двоичных нулей). Более длинный пробел должен рассматриваться как разрыв логического кольца. В

зависимости от регистра сети, ее состава и выбранной длины такта в кольце может циркулировать 1...255 тактов.

В состав сети КТД входят следующие устройства: станция-монитор, регистрирующая станция (при необходимости), ретрансляторы, узлы и вторичные источники питания.

Структура и формат мини-пакета. Вся информация передается между узлами сети КТД в виде мини-пакетов, каждый из которых занимает в точности один такт. Мини-пакет выдается в кольцо последовательно битами, начиная с младшего. В адресных полях и октетах данных младшая позиция является наименее значащей. Каждый мини-пакет имеет свой адрес получателя (АП) и адрес отправителя (АО), содержит 2, 4, 6 или 8 октетов данных и биты-идентификаторы.

Первый бит "Ведущий" всегда установлен в 1. Второй бит "Заполненный/Пустой" (З/П) определяет наличие (бит установлен в 1) или отсутствия (бит установлен в 0) данных в мини-пакете. Третий бит "монитор" устанавливается в 1 передатчиком мини-пакета и сбрасывается в 0 монитором при прохождении через него мини-пакета. Если монитор обнаруживает, что в проходящем такте этот бит равен 0, но бит З/П равен 1, он сбрасывает бит З/П в 0, предотвращая тем самым длительное ошибочное циркулирование мини-пакета по кольцу.

8-битовое поле АП может адресовать до 255 станций-получателей мини-пакета. Значение 0 адреса поля АП выделено для регистрирующей станции, значение 255 — для глобальной адресации всех станций кольца. В поле АО значение адреса 0 выделено для станции-монитора.

В зависимости от выбранной длины мини-пакета (40, 56, 72 или 88 бит) в нем может содержаться 2, 4, 6 или 8 октетов данных соответственно, передаваемых между подключенными узлами оконечного оборудования данных (ООД) или же от узла или монитора к регистрирующей станции в случае искаженного сообщения.

Два бита "тип октета" используются для классификации октетов данных; их значение устанавливается ООД, выдающим мини-пакет. Биты ответа используются для информирования узла-источника о характере обработки мини-пакета в узле-получателе. Эти биты могут принимать следующие значения: 11 — "прогнозирован" — ни один из узлов не подтвердил прием мини-пакета; 10 — "не принят" — получатель подтвердил поступление мини-пакета, но не может принять его, поскольку он не знает данного отправителя или он "замаскирован" от содержимого данного мини-пакета (при глобальной адресации такой ответ не должен поступать); 01 — "принят" — получатель принял мини-пакет; 00 — "занят" — получатель подтвердил поступление мини-пакета, но вследствие своей занятости или временной неготовности к приему он не может принять его.

Последний бит мини-пакета (бит четности) используется для обнаружения ошибок в мини-пакете. Его значение (0 или 1) должно обеспечивать общее четное число двоичных единиц в мини-пакете.

Протокол подуровня управления доступом к среде. Назначение и протокольные функции устройств ЛВС состоят в следующем. Монитор — устройство, подключаемое к розетке сетевого соединителя и выполняющее функции инициации и управления операциями кольца. Регистрирующая станция — устройство, подключаемое к розетке сетевого соединителя и выполняющее регистрацию ошибок в кольце. Узел — устройство, реализующее совокупные функции повторителя и станции. Повторитель — устройство, которое получает и модулирует сигналы станции, кольцевого сегмента

или же регенерирует их для передачи другому кольцевому сегменту или станции. Станция — часть узла, сопрягаемая с одной стороны с повторителем узла, а с другой стороны — с ООД и выполняющая параллельно-последовательные и обратные преобразования данных, управление передачей по кольцу, обнаружение ошибок и информирование об ошибках. Ретранслятор — повторитель, не входящий в состав узла, монитора или регистрирующей станции и выполняющий функции регенерации сигналов. Вторичный источник питания — устройство, обеспечивающее в кольце напряжение 21...28 В по постоянному току для питания повторителей. Общий ток в любой точке кабелей должен превышать 2 А.

Монитор, регистрирующая станция и каждый узел сети КТД могут работать в двух режимах: основном и расширенном. В основном режиме обеспечиваются только 40-битовые такты, в расширенном режиме — такты всех размеров (40, 56, 72 и 88).

Передача данных в сети КТД происходит следующим образом. Станция, имеющая данные для передачи, после обнаружения пустого такта отмечает его как заполненный (устанавливает бит З/П в значение 1), вводит адреса, данные и инициирует биты ответа. До возвращения переданного мини-пакета станция не может передавать другие мини-пакеты. Станция обнаруживает свой возвратившийся мини-пакет по счету числа тактов, копируя биты ответа, сбрасывая бит З/П в 0, помечая мини-пакет как пустой.

При любом ответе, отличном от "принят", станция осуществляет повторную попытку передачи по истечении одного кругового цикла. При повторных неудачах последующие передачи задерживаются на большее число тактов, что предотвращает заполнение кольца бесполезным трафиком. Принятый алгоритм повторных передач устанавливает максимальную задержку.

При обнаружении несовпадения возвращенного пакета с исходным переданным пакетом подключенное ООД игнорирует смысл ответных битов мини-пакета и считает, что произошла ошибка передачи. При обнаружении ошибки с неправильной четностью узел исправляет ее и в очередном пустом такте посылает монитору сообщение об ошибке. Это сообщение содержит адрес передающего узла и тем самым указывает секцию кольца, в котором произошла ошибка.

Правила управления доступом требуют, чтобы передатчик имел только один циркулирующий в сети мини-пакет и чтобы такт очищался после его использования. Данная спецификация требует помимо этого, чтобы очищенный такт проходил далее по кольцу. Таким образом, максимально достижимая используемость такта равна $1/(K+2)$, где K — число тактов в кольце.

Протокол физического уровня и спецификация физической среды. Физическая среда организована на основе двух витых пар А и В. Паре А передаются положительное напряжение питания по постоянному току и сигналы первого канала сигнализации, по паре В — отрицательное напряжение питания по постоянному току и сигнал второго канала сигнализации.

Весь кабель должен иметь по два провода на каждую витую пару и один или несколько проводов для обеспечения напряжения сигнализации. Провода должны быть алюминиевыми, медными или с медным покрытием диаметром 0,22 мм². Каждая пара должна быть образована из идентичных проводов, а все точки физического сегмента кольца, ограниченного двумя розетками сетевого соединителя, должны иметь один и тот же номинальный импеданс. Различные физические сегменты могут иметь разные номинальные импедансы. Характеристический

импеданс между двумя проводами каждой пары, измеренный на частоте 5 МГц, должен находиться в пределах 90...150 Ом.

Один или несколько физических сегментов, соединенных между собой, могут образовывать логический сегмент с повторителями на концах. Разница в задержках распространения сигналов между парами А и В физического или логического сегмента не должна превышать 10 нс.

Розетка и вилка сетевого соединителя должны быть ответными частями 15-контактного соединителя, в основном соответствующего стандарту ISO 4903, но имеющего несколько иное распределение контактов.

Узлы, монитор и регистрирующая станция подключаются к физической среде через розетку сетевого соединителя. Ретрансляторы подключаются к каждой из свободных розеток сетевого соединителя (к которым не подключено ни одно из перечисленных выше устройств). Если к розетке сетевого соединителя не подключено ни одно из устройств, к ней должна быть подключена вилка соединителя.

Повторители должны получать питающее напряжение от кольца и подключенных вторичных источников питания. Положительное напряжение должно поступать из четырех проводов пары А (два сигнальных входа и два сигнальных выхода) и плюсового выхода вторичного источника питания. Отрицательное напряжение должно поступать от четырех проводов пары В и минусового выхода вторичного источника питания.

Повторитель должен находиться во включенном состоянии, когда среднее напряжение питания на входных и выходных парах и вторичном источнике питания находится в диапазоне 21...28 В. Постоянный ток не должен превышать 150 мА при входном напряжении 21...28 В.

В каждой паре А и В должен присутствовать свой несущий сигнал, каждый из которых должен модулироваться по фазе поступающими битами. В течение 1 с после включения питания повторитель должен начать вырабатывать модулированный выходной сигнал. При сбалансированной нагрузке с импедансом 90...150 Ом сигнал имеет следующие параметры. Для последовательности двоичных единиц: $V_1 = 6 \pm 1$ В; $V_2 = 2,3 \pm 0,3$ В; $T = 200$ нс. Для последовательности двоичных нулей: $V_1 = 6 \pm 1$ В; $V_2 = 1,75 \pm 0,15$ В; $T = 400$ нс.

Биты должны кодироваться в соответствии с переходами лог.0 и лог.1 сигналов в одной или обеих парах в начале каждого периода. При этом бит 1 определяется переходами в обеих парах, бит 0 — переходами в одной паре (при нормальной частоте 10 Мбит/с один битовый период равен 100 нс; фактическая рабочая частота и, следовательно, битовый период определяются динамически при взаимодействии повторителей, а также в зависимости от общей длительности задержки в кольце).

Непрерывная последовательность нулевых бит без промежуточных единичных бит или с четным числом промежуточных единичных бит должна кодироваться в соответствии с переходами лог.0 и лог.1 в противоположно направленных парах; последовательность нулевых бит с нечетным числом промежуточных бит 1 должна кодироваться в соответствии с переходами лог.0 и лог.1 в одной и той же паре. С учетом указанных условий переходы лог.0 и лог.1 в сигналах могут происходить в любой паре и в любом направлении каждой пары.

Чувствительность повторителя V должна находиться в диапазоне 100...200 мВ. При устойчивом сигнале с частотой в диапазоне 9,25...10,75 МГц и соответствующей форме сигнала не должно возникать более 10 битовых ошибок за 10 мин в среднем в 276

течение трехчасового периода. При нормальной работе в середине полосы частот частота битовых ошибок не должна превышать 10^{-11} .

Физическая реализация. Кольцо должно быть организовано таким образом, чтобы число циркулирующих битов выходило за рамки наибольшего такта, обеспечиваемого монитором, регистрирующей станцией и узлами.

Номинальное число (при скорости 10 Мбит/с) циркулирующих бит данных должно определяться из расчета: один бит на каждые 22 м кольцевого кабеля; три бита на станцию-монитор; три бита на каждый повторитель и ретранслятор; 3 или 15 бит на регистрирующую станцию в зависимости от ретранслятора. Общее число бит в кольце должно определяться как число тактов, умноженное на число битовых позиций в такте, плюс 11 бит пробелов. Общая длина кабеля не должна превышать 4 км. Общее число узлов в кольце не должно превышать 254.

На практике указанные параметры могут иметь несколько иные значения в зависимости от типа используемого кабеля, длины физических сегментов, уровня перекрестных помех, потерь в повторителях, соединителях, а также от различий в электрических характеристиках смежных физических сегментов.

Одной из первых и наиболее известных ЛВС КТД стала сеть Cambridge Ring (Кембриджское кольцо), созданная в 70-х годах в лаборатории вычислительной техники Кембриджского университета. Сети этого типа установлены во многих высших учебных заведениях, университетах, а с 1981 г. они поставляются коммерческими организациями.

Длина такта в сети — 38 бит, формат мини-пакета соответствует стандартному за исключением отсутствия двух бит типа данных. ЭВМ, терминалы, рабочие станции подключаются к кольцу через блок доступа, станцию и повторитель.

Для ЛВС этого типа характерно очень малое время ответа. Повторители создают небольшую задержку для мини-пакета — всего около 150 мс (1,5 битовых интервала). Даже при слишком большой загрузке пустой такт поступает для заполнения примерно за $4(K + 1)$ мкс, где K — число станций в кольце.

Но эти преимущества достигаются ценой очень низкой эффективности использования канала передачи: 60 % общей пропускной способности используется для передачи служебных и управляющих бит, т.е. при номинальной скорости передачи 10 Мбит/с скорость передачи самих данных составляет всего 4 Мбит/с. Для отдельной станции эта скорость еще ниже. Поскольку каждая станция в любой момент может иметь в кольце только один мини-пакет и не может повторно загрузить вернувшийся такт с собственным мини-пакетом, пропускная способность одной станции составляет (приблизительно) $4/(M + 2)$ Мбит/с, где M — число мини-пакетов в кольце. Таким образом, при наличии в кольце одного мини-пакета ($M = 1$) скорость передачи составит 1,3 Мбит/с, а при шести мини-пакетах ($M = 6$) этот показатель снизится до 0,5 Мбит/с.

Для расширения возможностей сети (поддержание станциями нескольких диалогов, сквозного контроля ошибок по всем сегментам) в Кембриджском университете разработаны усовершенствованные протоколы вышерасположенных уровней, в частности протокол базисных блоков BBR, протокол потока байтов BSP и протокол одиночных символов SCP. Ряд других фирм также разработали и поставляют на рынок ЛВС КТД, например ЛВС Polynet фирмы Logica VTC и др.

Общие сведения. Локальная сеть TBN (Token Bus Network) шинного типа с маркерным доступом (ШМД) реализуется на основе стандартов IEEE 80.24, ISO 8802.4 и ЕСМА-90, определяющих протоколы и услуги подуровня управления доступом к среде (УДС) и параметры физической среды. Перечисленные стандарты ориентированы на использование физической среды широковещательного типа, где каждая подключенная к ней станция может воспринимать все проходящие по среде сигналы.

Основные принципы управления доступом в сети ШМД состоят в следующем. Для обеспечения станциям ЛВС доступа к физической среде по шине непрерывно передается кадр маркера строго заданного формата. Передача кадра маркера происходит от одной станции к другой в последовательности убывания их адресов с циклическим возвратом от станции с самым младшим адресом к станции с самым старшим адресом. Такая циркуляция кадра маркера формирует логическое кольцо физической шины.

Последовательность расположения станций в логическом кольце не обязательно должна соответствовать последовательности размещения на шине. Станции, не входящие в состав логического кольца, не могут передавать кадр маркера и инициировать передачу данных, однако они могут принимать кадры данных от других станций, отвечать на них и могут быть включены в логическое кольцо при получении разрешения.

Станция, "захватившая" маркер, сразу же получает доступ к физической среде.

В сети ШМД не предусмотрена станция-монитор (диспетчер, ДИСП), управляющая работой логического кольца. Ее функции выполняет в каждый данный момент станция, владеющая кадром маркера.

Типы и форматы кадров. Вся информация на подуровне УДС должна передаваться в виде кадров заполнителя. Различаются три основных типа кадров: данных, маркера и прерывания. Кадр данных содержит восемь полей различной длины (в октетах): преамбула (7), начальный ограничитель НО (1), управление кадром УК (1), адрес получателя АП (2 или 6), адрес отправителя АО (2 или 6), данные, контрольная последовательность кадра КПК (4) и конечный ограничитель КО (1). Кадр маркера содержит следующие семь полей: преамбула, НО, код 00001000, АП, АО, КПК, КО. Кадр прерывания содержит два поля: НО, КО.

Все кадры должны передаваться, начиная с крайнего левого поля в последовательности их расположения, поля кадров — последовательно по битам, начиная с крайнего левого (старшего по значимости). В кадре данных число октетов между полями НО и КО не должно превышать 8191.

Преамбула должна предшествовать каждому передаваемому кадру данных и содержать от одного до нескольких октетов символов-заполнителей в зависимости от скорости передачи данных и принимаемого метода модуляции сигналов. Она обеспечивает битовую синхронизацию приемного модема, а также минимально необходимый межкадровый промежуток времени для обработки станций ранее переданного кадра. Длительность преамбулы должна быть не менее 2 мкс.

Поле НО представляет собой комбинацию символов NN0NN000, где N — символ "не-данные". Поле УК кодируется в зависимости от типа передаваемого кадра данных: управление УДС, данные, специального назначения. В зависимости от вида

управления поле УК кодируется следующим образом: 00000000 — заявка маркера; 00000001 — запрос преемника 1; 00000010 — запрос преемника 2; 00000011 — кто следующий?; 00000100 — разрешение соперничества; 00001000 — кадр маркера; 00001100 — установить преемника.

Кадр "Заявка маркера" содержит поле данных произвольной длины, которая должна быть кратна октету и равняться 0, 2, 4 или 6 временам ожидания ответа.

В кадре "Запрос преемника 1" поле АП содержит адрес станции, а поле данных отсутствует. За этим кадром должно следовать одно окно ответа. В кадре "Запрос преемника 2" поле АП содержит адрес следующей или собственной станции, а поле данных отсутствует. За этим кадром должно следовать два окна ответа. В кадре "Кто следующий?" поле данных содержит адрес следующей станции, длина и формат те же, что и у поля АО. За этим кадром должны следовать три окна ответа. Кадр "Разрешение соперничества" не содержит поля данных. За ним должны следовать четыре окна ответа. В кадре "Установить преемника" в поле АП содержится поле АО последнего принятого кадра, а в поле данных — адрес следующей или собственной станции.

В кадре "Данные" поле УК кодируется FFMMPPPP, где FF = 01 — кадр данных "Управление логическим звеном" УЛЗ, FF = 10 — кадр данных ДИСП, FF = 11 — кадр специального назначения (зарезервировано для будущего использования); MMM = 000 — запрос, не требующий ответа; PPP — биты приоритетности кодируются от 000 (наинизший приоритет) до 111 (наивысший приоритет). Поля АП, АО и КПК кодируются аналогично соответствующим полям кадра УДС в ЛВС шинного типа с МДОН/ОК. Поле данных в зависимости от кода поля УК содержит следующую информацию: протокольный блок данных УЛЗ, подлежащий передаче УЛЗ другой станции; данные ДИСП УДС, подлежащие передаче логическому объекту ДИСП УДС другой станции; параметры, специфичные для одного из кадров "Управление УДС". Поле КО кодируется NNINNIE где N — символ "не-данные", I — бит промежуточного кадра (I = 1 — продолжение передачи следует; I = 0 — последний кадр), E — бит ошибки (E = 0 — нет ошибок; E = 1 — ошибка в кадре).

Кадр прерывания выдается станцией, которая желает прервать текущую передачу кадра. Кадр прерывания вводится также ретранслятором при обнаружении им неправильно закодированной последовательности. В поток данных кадр прерывания должен вводиться, начиная с границы октета. Поля НО и КО в кадре прерывания кодируются, как и в кадре данных.

Кадр считается недействительным при выполнении любого из следующих условий: он определен как таковой физическим уровнем (например, содержит все символы не-данные или недействительные символы); его длина не кратна октету; он не содержит все необходимые поля или его поля расположены в неправильной последовательности; при вычислении поля КПК значение остатка не соответствует требуемому; поле УК содержит неопределенную битовую комбинацию; бит E (ошибка) в поле КО указывает на наличие в кадре ошибки.

Услуги и протокол подуровня УДС. Подуровень УДС обеспечивает два вида услуг: услуги подуровня УЛЗ своей станции и услуги диспетчеру станции (ДИСП). Запрашиваемое УЛЗ и обеспечиваемое УДС качество услуг включает приоритетность передачи данных и необходимость подтверждения доставки данных с требуемым качеством услуг.

Каждая станция ЛВС ШМД должна знать адрес своего предшественника (станцию, которая передает ей маркер) и своего преемника (станция, которой она передает маркер) по логическому кольцу. Эти адреса могут динамически изменяться в процессе работы ЛВС. При этом подуровень УДС станции, у которой изменился адрес преемника, должен оповестить об этом диспетчера своей станции.

При включении питания станция вначале входит в автоматическое состояние, из которого она должна быть переведена в дежурное состояние при загрузке в нее базовых операционных параметров, включая собственный адрес, длину адреса, значение тайм-аутов, время ожидания ответа T_o , значения допустимых задержек и др.

Новые станции вводятся в логическое кольцо под управление процесса соперничества с использованием окон ответа. Станция, желающая войти в логическое кольцо, анализирует состояние физической среды и задерживает свою следующую передачу на время (0, 1, 2 или 3) T_o (задержка требования). Если станция обнаружила передачу в физической среде во время задержки требования, она продолжает следить за ней до конца этой задержки. При незанятой среде станция посылает один из двух управляющих кадров: "Запрос преемника 1" или "Запрос преемника 2".

Кадр "Запрос преемника 1" определяет одно окно ответа и разрешает выдать ответ только одной станции и только той, адрес которой меньше адреса передающей станции. Кадр "Запрос преемника 2" определяет два последующих окна ответа: первое для ответа от станции с меньшим адресом, второе для ответа от станции с большим адресом в логическом кольце.

В случае обнаружения конфликтной ситуации опрашивающая станция посылает управляющий кадр "Разрешение соперничества". На этот кадр могут отвечать те станции, которые отвечали на предыдущий кадр запроса, причем с различными заранее определенными задержками.

Станция может выйти из логического кольца по своей инициативе, не ответив на переданный ей маркер или, если она владеет маркером, послав своему предшественнику кадр "Установить преемника". Процесс соперничества станции за включение в логическое кольцо должен состоять из N циклов передачи и задержки требования.

Для разрешения конфликтных ситуаций в кольце используются дополнительные биты случайной значимости адреса станции. При этом станция, имеющая большую длину адреса, а следовательно, и кадра данных, побеждает в соперничестве.

По истечении на какой-либо станции тайм-аута неактивности эта станция посылает кадр "Заявка маркера". Если по истечении времени ожидания ответа среда остается неактивной или обнаружены непонятные сигналы (конфликтная ситуация), станция повторно посылает кадр "Заявка маркера" с добавлением к своему адресу двух дополнительных битов. Процесс разрешения соперничества, как и при входе станций в логическое кольцо, должен состоять из N циклов, где N определяется по соответствующей формуле.

Если станция, получившая по логическому кольцу обратно свой кадр, определяет наличие передачи в среде, она уступает право заявки маркера другим станциям, имеющим более длинный кадр.

Станция может начинать передачу своих данных только в рамках тайм-аута удержания маркера. По истечении этого тайм-аута станция может продолжать

передачу начатого кадра до его конца, если только его длина не превышает максимально установленной.

После завершения передачи данных и передачи кадра маркера своему приемнику станция следит за наличием передачи данных в физической среде. При обнаружении пакета ошибочных сигналов или кадра с неправильной КПК она выдерживает временной интервал, равный $4T_0$. Если и по истечении этого интервала станция не обнаружит действительного кадра, она предположит, что в среде циркулирует ее собственный искаженный кадр маркера и повторно передает его. Если по истечении следующего такого же интервала станция ничего не обнаружит в среде, она предполагает, что ее приемник неисправен и посылает управляющий кадр "Кто следующий?" с адресом нового приемника в поле данных. Та станция, которая в этом адресе опознала своего предшественника, сообщает передающей станции свой адрес в управляющем кадре "Установить приемника". Тем самым станция-держатель маркера устанавливает своего нового приемника, а неисправную станцию удаляет из логического кольца.

Если на двухразовую передачу кадра "Кто следующий?" станция не получила ответа, она посылает кадр "Запрос приемника 2" с собственным адресом в полях АП и АО, предлагая любой станции ответить ей. Станция, желающая передавать данные, должна в интервале окна ответа послать ответ на этот кадр, после чего логическое кольцо восстановится. Если все попытки установить приемника оказались безуспешными, станция прекращает действия по восстановлению логического кольца и наблюдает за состоянием физической среды.

В сети ШМД предусмотрен (факультативно) механизм назначения приоритетности передачи кадров вышерасположенных уровней. Предусмотрено восемь классов услуг, кодируемых от 0 до 7 в поле УК кадра тремя битами. Подуровень УДС преобразует эти восемь классов услуг в четыре класса доступа, обозначаемых 0, 2, 4 и 6, игнорируя младшие по значимости биты поля УК. Для каждого класса доступа диспетчером станции установлено свое максимальное время циркуляции маркера по кольцу. По его истечении станция должна прекратить передачу своих кадров.

Услуги протокола физического уровня и спецификация физической среды. Физический уровень обеспечивает своей станции две услуги: подуровню УДС и ДИСП.

Протокол физического уровня ориентирован на использование в качестве физической среды полужесткого коаксиального 75-омного магистрального кабеля. Протокол допускает использование трех видов модуляции символов УДС в указанном типе среды: фазонепрерывной; фазокогерентной; многоуровневой двоичной амплитудно-фазовой.

При использовании фазонепрерывной модуляции сдвигом частоты физическая среда представляет собой неразветвленный магистральный кабель, к которому станции подключаются посредством очень коротких (до 350 мм) ответвительных кабелей сопротивлением 35...50 Ом через пассивные Т-образные соединители серии BNS. Расширение топологии шины до разветвленной может осуществляться использованием регенеративных повторителей (РП). Магистральный кабель должен иметь на обоих концах терминаторы с согласованным импедансом. Поскольку уровни передачи не превышают 60 дБ, номинальные мощности 0,25 Вт считаются достаточными. Кабели ответвительные должны иметь высокий шунтирующий

импеданс для Т-образных соединителей и не должны содержать терминаторы. Сигнал в магистральном кабеле является фазомодулированным с несущей частотой 5 МГц.

Для фазокогерентной модуляции сдвигом частоты физическая среда представляет собой магистральный кабель, к которому через ответвительные кабели небольшого диаметра сопротивлением 75 Ом и согласующие импеданс ненаправленные соединители серии F подключаются станции.

Посредством распределителей мощности возможно разветвление как магистрального, так и ответвленного кабеля с образованием древовидного соединения без корневого узла. Расширение топологии обеспечиваемой приемниками и передатчиками станций, возможно с помощью активных регенеративных повторителей, включаемых последовательно в кабельную магистраль.

На обоих концах магистрального кабеля, на станционном конце ответвительного кабеля и на всех неиспользуемых входах соединителя должны быть установлены согласующие импеданс 75-омные терминаторы. Поскольку уровни передачи составляют примерно 60 дБ, номинальная мощность 0,25 Вт считается достаточной.

При фазонепрерывной модуляции используется прямое кодирование символов данных и не-данных. При этом используются две частоты модуляции: нижняя 1 Гц/бит/с (т.е. 5 МГц при скорости передачи 5 Мбит/с и 10 МГц при 10 Мбит/с) и верхняя 2 Гц/бит/с (т.е. 10 МГц при скорости передачи 5 Мбит/с и 20 МГц при скорости передачи 10 Мбит/с). Частота изменяется при переходе модулируемого сигнала через нуль.

Применение многоуровневой двоичной амплитудно-фазовой модуляции (АФМ) позволяет организовать широкополосную шину на основе двунаправленного (с разделением частот) коаксиального кабеля или двух однонаправленных кабелей, или на основе их сочетания.

В случае двунаправленного кабеля используются двунаправленные усилители с фильтрами перекрестных помех. Один из этих усилителей передает верхнюю часть спектра сигналов в прямом направлении, другой — нижнюю часть спектра в обратном направлении (к станции-распределителю). Станции подключаются к такой шине посредством ответвительных кабелей небольшого диаметра через согласующие импеданс пассивные соединители серии F с высокой направленностью передачи сигналов.

В случае реализации шины из двух кабелей используются обычные стандартные соединители, ответвители, усилители и коаксиальные кабели.

Оба типа реализации шины служат для передачи трехуровневой двухбинарной АФМ и способны передавать информацию со стандартной частотой 1 символ УДС/Гц. Возможна также передача с более высокими частотами: 2 и 4 символа УДС/Гц. Каждый символ УДС кодируется на интерфейсе с физическим уровнем в один или несколько символов физического уровня в трехуровневые АФМ сигналы, где амплитуда каждого импульса прямо пропорциональна цифровому значению соответствующего символа: 0 — минимальная, 4 — максимальная, 2 — средняя амплитуды.

Шина с АФМ обеспечивает три стандартные скорости передачи данных: 1, 5 и 10 Мбит/с (каждая с допуском 0,005 %).

Минимально допустимые длины преамбулы в шине с АФМ для каждой скорости передачи приведены ниже:

Скорость передачи, Мбит/с

В начале передачи

Между кадрами

	Число символов УДС	Время передачи, мкс	Число символов УДС	Время передачи, мкс
1	32	32	8	8,0
5	32	6,4	16	3,2
10	32	3,2	24	2,4

Во всех трех рассмотренных методах кодирования сигналов для защиты сети ШМД от возможных неисправностей станций каждая станция выполняет функцию в отношении своего передатчика: если передатчик не выключается после установленного периода времени (примерно полсекунды), его выход автоматически блокируется по меньшей мере до окончания передачи.

TRN

Общие сведения. Локальная сеть TRN (Token Ring Network) кольцевого типа с маркерным доступом (КМД) реализуется на основе стандартов IEEE 802.5, ISO 8802.5 и ЕСМА-89, определяющих протоколы и услуги подуровня УДС и физического уровня.

Основные принципы управления доступом в сети КМД состоят в следующем. Для предоставления станциям ЛВС доступа к физической среде по кольцу циркулирует кадр маркера строго заданного формата. При получении кадра маркера станция анализирует его, при необходимости модифицирует и при отсутствии у нее данных для передачи обеспечивает его дальнейшее продвижение к следующей станции. Станция, которая имеет данные для передачи, при обнаружении кадра маркера изымает его из кольца, что дает ей право на доступ к физической среде и передачу своих данных.

Станция, получившая право на передачу данных, выдает в кольцо кадр данных установленного формата последовательно по битам. При временной неготовности у такой станции данных для передачи она передает определенную последовательность бит 0 и 1 (заполнитель). Переданные данные проходят по кольцу всегда в одном направлении последовательно от одной станции к другой.

При поступлении кадра данных к адресуемой (адресуемым) станции (станциям) эта (эти) станция (станции) "копирует (копируют)" для себя этот кадр и выдает (выдают) подтверждение приема. Станция, выдавшая кадр данных в кольцо, при обратном его получении с признаком подтверждения приема изымает этот кадр из кольца и выдает новый кадр маркера для обеспечения возможности другим станциям ЛВС передавать данные.

Время удержания одной станцией маркера и занятости его кольца ограничивается тайм-аутом удержания маркера. Для различных видов сообщений передаваемым данным могут назначаться различные уровни приоритета. Каждая станция имеет механизм обнаружения неисправностей сети, возникающих в результате ошибок передачи или переходных явлений. Для реализации своего протокола подуровень УДС пользуется услугами физического уровня и диспетчера станции ДИСП. В свою очередь, подуровень УДС обеспечивает услуги для подуровня УЛЗ и для ДИСП.

Типы и форматы кадров. Вся информация на уровне УДС должна передаваться в виде кадров и заполнителя. Различаются три основных типа кадров: данных, маркера

и прерывания. Последовательность передачи полей кадра и разрядов полей та же, что и для кадров ШДМ.

В качестве заполнителя должна использоваться последовательность бит 0 и 1 или же произвольная комбинация этих бит любой длительности с учетом ограничения тайм-аута удержания маркера. Передающая станция должна передавать заполнитель до готовности к передаче и некоторое время после передачи любого кадра с целью устранения неактивного или неопределенного состояния передатчика.

Услуги и протокол подуровня УДС. Подуровень УДС совместно с физическим уровнем обеспечивает услуги подуровню УЛЗ и диспетчеру сети (ДИСП). Протокол подуровня УДС использует при своем функционировании кадры, тайм-ауты, буферы задержки, указатели и счетчики.

К основным (обязательным для всех станций кольца) управляющим кадрам УДС относятся следующие. *Заявка маркера (ЗМК)* — передается станцией, находящейся в дежурном состоянии и обнаружившей отсутствие в кольце операций активного монитора, с целью принятия на себя функций активного монитора.

Наличие активного монитора (НАМ) — передается периодически активным монитором после кольца с целью оповещения остальных станций о наличии в кольце активного монитора и регистрации станциями адресов соседних станций ЛВС.

Наличие дежурного монитора (НДМ) — передается периодически дежурным (дежурными) монитором (мониторами) с целью регистрации станциями адресов соседних станций ЛВС.

Неисправность (НИ) — передается станцией, обнаружившей неисправность соседней верхней по потоку данных станции с целью локализации этой неисправности определенным регионом.

Очистка (ОЧ) — передается активным монитором вслед за заявкой маркера очистки кольца от всех циркулирующих кадров или повторной инициализации кольца.

Проверка дублирования адреса (ПДА) — передается с полем АП, равным полю АО. Если этот кадр возвратился с битом А поля СК равным 1, это указывает на наличие в кольце другой станции с тем же адресом, что побуждает данную станцию перейти в состояние обхода.

В спецификации 9234/2, определяющей протокол УДС для сети КМД на основе волоконно-оптического кабеля, помимо рассмотренных шести основных управляющих кадров УДС определены еще 13 факультативных управляющих кадров УДС, которые выполняют вспомогательные функции тестирования кольца, сбор статистики об ошибках, состояния кольца и др.

Для того чтобы кадр маркера непрерывно циркулировал по кольцу при нахождении станции в режиме ретрансляции, в кольце должна обеспечиваться задержка по крайней мере на число битов кадра маркера, т.е. на 24 бита. Эта задержка должна реализовываться с помощью активного монитора, имеющего буфер задержки.

Отдельные сегменты кольца могут в определенные моменты работать с частотами передачи (скоростями), немного отличающимися от частоты генератора, обеспечиваемой также активным монитором. Накопления этих отклонений скорости достаточно для того, чтобы вызвать результирующие отклонения задержки распространения сигналов по кольцу на + 3 бита. При наличии синхрогенератора, переполнении или недогрузки буфера задержки физический уровень должен

генерировать переход полярности каждого битового сигнала, декодировать новый битовый поток и выдавать результирующие сигналы на интерфейс с уровнем УДС.

Протокол подуровня УДС для сети КМД позволяет использовать в качестве физической среды витую пару, коаксиальный или волоконно-оптический кабель. Однако в редакции ISO 8802.5 1987 г. рассмотрен лишь пример реализации физической среды на основе витой пары с обеспечением скоростей передачи 1...4 Мбит/с + 0,01 % . Описываемые ниже параметры и характеристики ориентированы на этот тип физической среды.

В магистральном кабеле (витой пары) с целью удлинения магистрали могут использоваться ретрансляторы, которые служат для восстановления амплитуды, формы и синхронизма сигналов и выполняют те же регенеративные функции, что и ретрансляционные станции кольца. С этой точки зрения ретрансляторы должны входить в число станций кольца.

Подключение станции к магистральному кабелю должно осуществляться через экранированный отрезок кабеля, содержащий две витые пары (одна для передачи, другая для приема) и через модуль сопряжения со средой (МСС). Интерфейсный соединитель может располагаться в разрыве отрезка кабеля или на его концах.

Подключение станции к магистральному кабелю реализуется по методу фантомной цепи, при которой в отрезке кабеля создается постоянное напряжение, не препятствующее прохождению высокочастотной составляющей. Значение этого напряжения используется в МСС для коммутации различных групп реле и управления режимами работы МСС. Прекращение фантомного возбуждения обеспечивает обход станцией кольца и выполнение режима максимального числа станций (250).

Если задержка распространения сигналов в кольце не остается постоянной, то при уменьшении задержки некоторые биты будут пропадать (не ретранслироваться), а при увеличении задержки будут добавляться новые биты. Для поддержания постоянства к буферу фиксированной длины 24 бит добавляется гибкий буфер длиной 6 бит.

Характеристики физического уровня и физической среды. Физический уровень обеспечивает набор услуг для подуровня УДС и для ДИСП. Физический уровень кодирует поступающие из подуровня УДС символы данных (биты 1, 0) и не-данных (биты J, K) и декодирует поступающие из физической среды сигналы. Преобразование символов УДС производится с использованием манчестерского кода. Но в отличие от кодирования сигналов в сети ШМД здесь полярность первой половины символов 1 и 0 строго устанавливается, она может быть любой.

При передаче битов J и K полярность каждого битового сигнала в течение всей его длительности не должна меняться. При этом полярность сигнала бита J должна соответствовать полярности сигнала второй половины предыдущего бита, а полярность сигнала бита K должна быть противоположна полярности сигнала второй половины предыдущего бита. Для устранения длительной передачи сигналов одной полярности синхробиты должны передаваться, как правило, попарно (J и K).

Если на физический уровень поступает в неправильной последовательности более четырех битовых сигналов одной и той же полярности, физический уровень должен изменить полярность принимаемого сигнала на противоположную в конце четвертого битового сигнала. То же должно происходить в период потери (отсутствия) сигналов синхрогенератора.

Передающая среда может исказить передаваемые сигналы до предела, значение которого равно корню квадратному из частоты затухания. Кроме того, средой, особенно МСС, могут быть вызваны плавные (не разрушающие) затухания. На частотах 1...4 МГц суммарное затухание может изменяться от 0 до 29 дБ, в том числе плавное затухание не должно превышать 15 дБ, а затухание в кабеле 26 дБ.

Допустимая в сети частота ошибок не должна превышать 10^{-8} по битам. Все принимаемые сигналы и помехи определяются на выходе выравнивающего фильтра. Фильтр имеет два полюса и одну нулевую точку. При скорости 4 Мбит/с фильтр должен иметь полюсы на частотах 2,7 и 16 МГц, ноль на частоте 540 кГц (обеспечивать значение частоты с точностью $\pm 1\%$). При скорости 1 Мбит/с указанные значения частоты уменьшаются в четыре раза.

Принцип и пример реализации сети КМД. Увеличив число активных повторителей, можно построить кольцевую ЛВС в принципе с неограниченным числом подключенных станций. Однако в ЛВС с большим числом повторителей, возможна потеря битовой синхронизации. Кроме того, при чрезмерном увеличении числа станций сильно усложняются процессы диспетчеризации сети и понижается ее пропускная способность относительно каждой станции. Поэтому рекомендуемое число подключенных станций ЛВС КМД находится в диапазоне 100...200.

Увеличение числа охватываемых сетью станций может быть организовано с помощью моста (bridge) — высокоскоростного цифрового коммутирующего устройства, который может связать несколько колец, обеспечив для подключаемых станций "прозрачность" логических маршрутов и преобразовав скорости передачи.

Стандартизация мостов ЛВС проводится комитетом IEEE 802 на уровне проекта стандарта IEEE 802.1 части А, В, С и D. Данный проект стандарта рассматривается и в ISO с целью его принятия в качестве основы соответствующего международного стандарта.

Для подключения одной или нескольких связанных мостами ЛВС к глобальным вычислительным сетям через сети связи общего пользования могут быть использованы специальные средства сопряжения — шлюзы (gateway), обеспечивающие преобразование не только скоростей передачи, но и протоколов.

Сеть КМД фирмы IBM имеет комбинированную звездно-кольцевую конфигурацию, обеспечивающую компромисс между противоречивыми требованиями минимизации кабелей и снижения стоимости реконфигурации и обслуживания сети.

Базовая конфигурация сети КМД фирмы IBM типа IBM TRN состоит из нескольких колец, работающих со скоростью 4 Мбит/с и взаимодействующих через высокоскоростные мосты. Данные передаются по кольцу в виде кадра, область адресации которого состоит из двух частей: первые два октета определяют адрес кольца, а следующие два — станцию в кольце.

Операции в кольце могут выполняться в двух режимах: асинхронном для поддержки протоколов SDLC уровня звена данных и протоколов архитектуры SNA вышерасположенных уровней и синхронном, который фирма IBM собирается применить для реализации телефонных услуг.

Для подключения своих персональных ЭВМ и ЛВС фирма IBM разработала специальную плату адаптера на основе пяти БИС и пассивный схемный концентратор, обеспечивающий подключение к сети до восьми абонентов.

В протокол УДС разработчики ЛВС внесли ряд новых функций, отсутствующих в стандартах IEEE 802.5, ISO 8802.5 и ECMA-89. Введены дополнительные шлюзы для подключения процессоров системы Series 1 и ЭВМ системы IBM/370.

Для расширения возможностей объединения в сеть различных систем и изделий фирма IBM выпустила несколько программных систем, в том числе сетевую базовую систему Netbios и пакет программ поддержки взаимодействия одноуровневых абонентов.

В перспективе предполагается, что в зданиях с кабельной проводкой будут функционировать иерархически связанные сети КМД с различными скоростями передачи. Планируется обеспечить равноправное взаимодействие между малыми и персональными ЭВМ. Мощные интеллектуальные рабочие станции для ЛВС поставляет фирма IBM.

TOP

Спецификация TOP (Technical Office Protocol) разрабатывалась до объединения в 1985 г. с проектом MAP при поддержке фирмы Boeing для интеграции станций САПР конструкторов и технологов и АРМ учреждений работников. Спецификация TOP регламентирует организацию оконечных систем TOP, в которых выполняются прикладные функции, собственные учрежденческой деятельности.

Архитектура протоколов TOP 3.0 для систем автоматизации учрежденческой деятельности, отличающаяся от MAP 3.0 в основном на первых двух уровнях, приведена ниже:

*Уровень
ЭМВОС*

Уровень TOP 3.0

- | | |
|--------|--|
| 2
1 | Управление логическим каналом 8802/2, тип 1, класс 1
Шина с методом CSMA/CD ISO 8802/4
Кольцо с передачей маркера ISO 8802/3 |
|--------|--|

Физический уровень. Используются следующие возможности передачи сигналов:

- 1) в основной полосе частот со скоростью 10 Мбит/с по коаксиальному кабелю с топологией шины;
- 2) в широкой полосе частот со скоростью 1 Мбит/с по коаксиальному кабелю с топологией шины;
- 3) в основной полосе частот со скоростью 4 Мбит/с по витым парам с топологией кольца.

Первые два режима определяются стандартом ISO 8802/3, третий — стандартом ISO 8802/5. Второй и третий режимы в спецификации TOP 1.0 отсутствовали.

С целью применения архитектуры TOP в европейских странах по инициативе Франции образована Европейская организация пользователей протокола TOP (OSI TOP).

VAXBI (Bibus)

Общие сведения. Интерфейс VAXBI (именуемый также Bibus) предназначен для построения систем на основе процессоров типа VAX фирмы DEC. Интерфейс реализует синхронный протокол, использует распределенный арбитраж, 32-разрядную

мультиплексированную шину адреса и данных и общие адресные пространства памяти и ввода-вывода (ВВ), обеспечивая прямую адресацию 512 Мбайт памяти и 512 Мбайт пространства ВВ с использованием 30-разрядного адреса.

Данные передаются блоками 4, 8 или 16 байт. По интерфейсу (магистрале) в зависимости от физической реализации устройств могут передаваться 8-, 16- или 32-разрядные данные. Тактовая частота магистрали 5 МГц. Максимальная скорость передачи 16-байтных блоков 13 Мбайт/с, 4-байтных — 6,6 Мбайт/с.

Логическая организация. Сигналы интерфейса приведены ниже:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Данные		
Данные	BID0...BID31	Мультиплексированная шина адреса, данных и арбитража
Код идентификатора	BI10...BI13	Идентификатор типа задатчика, выполняемой команды, принимаемого статуса
Четность	BIPO	Дополнение до нечетности линий данных и кода идентификатора
Управление		
Блокировка	BINOARB	Запрещает арбитраж на линиях BID
Занятость магистрали	BIBSY	Сигнализирует о выполнении операции на магистрали
Код ответа	BICNFO...BICNF2	Код ответа в циклах команды и данных
Управление питанием		
Снижение уровня переменного и постоянного напряжений	BIACLO, BIDCLO	Управление последовательностью включения и отключения питания
Системное управление		
Синхросигнал	BITIME	Синхроимпульс, 20 МГц, используемый модулями
Системный синхросигнал	BIPHASE	Магистральный системный синхроимпульс, 5 МГц
Включение тестирования	BISTF	Включение самодиагностики модулей
Отказ	BIBAD	Идентификатор отказа модуля
Сброс	BIRESET	Запуск инициализации модулей

Магистраль обеспечивает соединение до 16 узлов, каждый из которых может содержать один или несколько модулей. Имеется три основных типа узлов: процессорный, памяти и адаптер. Процессорные узлы исполняют команды, осуществляют доступ к памяти и адаптерам. Узлы памяти хранят команды и данные для процессоров и адаптеров. Адаптеры обмениваются данными с памятью и управляются процессорами. Имеется три типа адаптеров: массовой памяти,

осуществляющие быстродействующие передачи между узлами памяти; магистралей, осуществляющие связь с интерфейсом UNIBUS и памятью других процессоров VAX; локальной связи через интерфейс RS-232C между модемами и терминалами систем на основе интерфейса VAXBI.

Основные функции магистрали реализует размещаемая в каждом узле 133-контактная интерфейсная БИС (ВПС), осуществляющая операции арбитража и передач, а также самодиагностику модулей после включения питания и контроль по четности передач. Бис ВПС принимает информации от внутренних схем контроля модулей, имеющих визуальные индикаторы ошибок. На магистрали реализованы операции для кэш-памяти в мультипроцессорном режиме.

Пространство памяти занимает младшую половину адресного пространства (512 Мбайт). Информация в ходе вычислений может храниться в кэш-памяти процессорных узлов и использоваться без физического обращения к пространству памяти. Старшие 512 Мбайт адресного пространства занимает пространство ввода-вывода, разделенное на фиксированные блоки.

Первые 16 блоков по 8 Кбайт являются пространством адресов, отведенных каждому из 16 узлов магистрали, и используются для адресации регистров. Младшие 256 байт каждого блока содержат регистры, управляемые БИС ВПС. Следующий блок объемом 128 Кбайт является многоцелевым рабочим пространством и зарезервирован для последующего использования. Следующий блок объемом 3,75 Мбайт является скрытым индивидуальным пространством и применяется при начальной загрузке микропрограмм и программ. Узлам магистрали запрещено производить передачи информации в этом пространстве.

За последним блоком расположены 16 блоков по 256 Кбайт, которые отведены для пространства "окна" каждому узлу. Некоторые адаптеры могут использовать эти пространства для передач из магистрали VAXBI в другие магистрали. Старшие 504 Мбайт пространства ввода-вывода зарезервированы для систем, содержащих несколько магистралей VAXBI. Протокол магистрали описывает 4-разрядное адресное соглашение, распределяющее доступ к 16 магистралям VAXBI. Перед выдачей адреса на магистраль эти разряды сбрасываются, что и определяет резервирование старшей зоны пространства адреса.

Функциональная организация. Все передачи на магистрали содержат три цикла: команды-адреса, арбитража и данных. В течение цикла команды-адреса задатчик передает исполнителю код выполняемой операции, адрес исполнителя и формирует контрольные разряды четности, проверяемые всеми исполнителями. В следующем цикле "встроенного" арбитража, имеющем место, если передача уже началась, все задатчики, кроме текущего, выполняют цикл арбитража для следующей передачи. Число последующих циклов данных зависит от длины передаваемого блока, определяемой командой в первом цикле, и может составлять 1,2 или 4 цикла.

Приоритет определяется одним из трех режимов арбитража, устанавливаемым двухразрядным полем регистра управления и состояния (РУС) узла. Возможны режимы с циклическим изменением приоритета, с фиксацией высшего и низшего приоритетов. Могут иметь место любые комбинации режимов в разных узлах, но предпочтителен режим с циклическим изменением, так как он обеспечивает почти равномерный доступ к магистрали всем модулям.

На магистрали реализованы обычные и широковещательные передачи нескольким исполнителям, при которых задатчик в первом цикле вместо адреса устанавливает

маску получателей. Выбранный исполнитель посылает сигнал подтверждения связи ACK и до завершения передачи блока циклы данных выполняются. Если исполнитель не может немедленно ответить сигналом ACK, то он возбуждает сигналы STALL или RETRY. Сигнал STALL задерживает работу магистрали на время, пока исполнитель сможет ответить. По сигналу RETRY прекращается передача, которую задатчик может возобновить позже. Сигналы ответа передаются по линии BICNF.

Наряду с обычными операциями чтения и записи в адресном пространстве на магистрали реализованы операции, поддерживающие работу кэш-памяти, межмодульные связи и прерывания. Типы операций магистрали приведены ниже:

<i>Обозначение</i>	<i>Выполняемая функция</i>
READ	Чтение
RCI	Чтение с участием кэш-памяти
IRCI	Взаимоблокированное чтение с учетом кэш-памяти
WRITE	Запись
WCI	Запись с учетом кэш-памяти
WMCi	Маскированная запись с участием кэш-памяти
UWMCi	Разблокированная маскированная запись с участием кэш-памяти
INTR	Прерывание/ШВ
IDENT	Идентификация
STOP	Останов/ШВ
INVAI	Аннулирование данных в кэш-памяти/ШВ
BDCST	Широковещательная передача/ШВ
IPINIR	Межпроцессорное прерывание/ШВ

П р и м е ч а н и е. ШВ — широковещательные операции с участием нескольких исполнителей.

Для мультипроцессорных систем важным требование является сохранение единства содержимого кэш- и общей памяти. При операциях с общей памятью на магистрали процессор приводит в соответствие содержимое своей кэш-памяти с содержимым общей памяти без специального протокола магистрали. Однако многие процессоры модуля имеют локальную память, запись в которую производится без обращения к магистрали.

Приведение в соответствие содержимого кэш-памяти на магистрали содержимому изменяемой локальной памяти может быть произведено двумя способами. Модули, производящие запись в локальную память, могут выдать сигнал "кэш недействителен" для операций RCI и IRCI других узлов в том случае, если операции затрагивают ячейки памяти, в которые могут быть размещены локальные записи. При другом способе модули могут позволить другим узлам с кэш-памятью выполнять обычные операции RCI и IRCI, но вырабатывают специальную операцию INVAL при записи в локальную память. При этом модули, имеющие кэш-память, аннулируют данные в соответствии с установленным адресом. Для синхронизации доступа к общим структурам данных в мультипроцессорных системах используются команды взаимоблокировки. Процессорный модуль обычно выполняет команды INSQHI или INSQTI для управления адаптером ввода-вывода, используя взаимоблокируемую очередь. При выполнении этих команд операция IRCI опрашивает заголовок очереди и, если блокировка не установлена, операция UWMCi устанавливает разряд вторичной взаимоблокировки (PBB).

Протокол магистрали защищает процедуру вторичной блокировки от возможного прерывания. После выполнения операции IRCI блокируются обращения к блоку памяти, содержащему заголовок очереди. Если к этому блоку памяти обратится другой процессор с помощью операции IRCI, то блок памяти установит сигнал RETRY. Операция UWMCI, установившая PBB, в то же время разблокирует блок памяти на магистрали. Процессоры могут снова читать заголовок очереди, но обнаружат установленный PBB. Процессор, установивший блокировку, может манипулировать очередью с помощью обычных операций и очищать PBB.

Прерывания на магистрали выполняются с помощью передач информации и не требуют отдельных линий запросов прерывания. Адаптеры используют широковещательную операцию INTR, в которой указывают процессор, обслуживающий прерывание, и определяют один или несколько из четырех уровней обслуживания прерывания. Процессор отвечает операцией IDENT, определяющей уровень обслуживаемого прерывания (уровни прерывания 4...7 магистрали соответствуют уровням прерывания 14...17 процессоров VAX).

Если запрос прерывания послали несколько адаптеров, то во время операции IDENT производится арбитраж с циклическим изменением приоритета и обслуживается выигравший его адаптер.

Для межпроцессорных прерываний используется операция IPINTR, выполняемая аналогично операции прерывания от адаптеров, но без IDENT. Прерывающий процессор передает данные сообщения в заранее определенную область общей памяти и формирует межпроцессорное прерывание, сообщая принимающему процессору о готовности данных к печати. Каждый узел магистрали имеет в младшей зоне адресного пространства узла набор 32-разрядных унифицированных регистров:

<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Адрес</i>
DTYPE	Тип устройства	00
VAXBICSR	Управление и состояние магистрали	04
BER	Ошибки магистрали	08
EINTRCSR	Управление прерыванием от ошибки	0C
INTRDES	Получатель прерывания	10
IPINTRMASK	Маска межпроцессорного прерывания	14
FIPDES	Назначение команд IPINTR/STOP	18
IPINTRSRC	установки разряда Источник межпроцессорного прерывания	1C
SADR	Начальный адрес	20
EADR	Конечный адрес	24
BCICSR	Управление и состояние БИС ВПЦ	28
WSTAT	Состояние записи	2C
FIPSCMD	Команда IPINTR/STOP установки	30
UINTRCSR	разряда Управление прерыванием интерфейса	40
GPRO	пользователя Общего назначения PОН 0	F0
GPRI	PОН 1	F4
GPRI	PОН 2	F8
GPRI	PОН 3	FC
SOSR	Состояния ПЗУ	100
RXCD	Данные выносного пульта	200

Регистры SOSR и RXCD физически размещены в БИС ВПЦ. Регистр DTYPE имеет 16-разрядные поля типа устройства и номера исполнения. Регистр VAXBICSR содержит информацию управления и статус магистрали. Он управляет режимом

арбитража, разрешением прерывания от ошибок, передает информацию об ошибках и типе ошибок, а также о типе и реализации интерфейса VAXBI.

Регистр BER запоминает ошибки при операциях на магистрали. Он фиксирует ошибки четности, тайм-аута, несуществующего адреса и др. Регистр EINTRCSR управляет прерываниями, инициализируемыми ошибками, фиксируемыми ВПС и устанавливаемыми в регистре BER.

Младшие 16 разрядов регистра INTRDES определяют получателя операции INTR на магистрали, старшие разряды — нулевые. Регистр IPINTRMASK (старшие 16 разрядов) определяет узлы, в которых разрешается выполнение операции IPINTR. Если соответствующий разряд регистра установлен в 1, то операция IPINTR от данного узла принимается, если в 0 — блокируется. Регистр FIPDES (младшие 16 разрядов) определяет, какие узлы могут посылать команды IPINTR или TOP.

Старшие 16 разрядов регистра IPINTRSRC используются ВПС для запоминания идентификатора узла, пославшего команду IPINTR. Каждый разряд регистра соответствует узлу магистрали. Регистры SADR и EADR определяют начальный и конечный адреса блока памяти или ввода-вывода. Разряды 2...18 регистра BCICSR разрешают или запрещают ВПС возбуждать на магистрали команды, сигналы подтверждения и коды событий. Разряды 27...31 регистра WSTAT фиксируют, в какой из четырех РОН производилась запись.

Разряды 12...15 регистра FIPSCMD определяют команды для операций IPINTR или STOP. Регистр UINTRCSR управляет операциями прерывания, иницируемыми интерфейсом пользователя. При записи в один из регистров GPR0...GPR3 устанавливается соответствующий разряд регистра WSTAT. Регистр SOSR имеется только в модулях ПЗУ, содержащих нуль в разрядах 8...14 регистра DTYPE. Разряды 18...28 регистра определяют объем ПЗУ модуля, а разряд 12 фиксирует отказы. Регистр RXCD в модулях, имеющих выносной пульт, используется для приема информации с собственного пульта или пультов других модулей. Разряды 0...15 используются основным пультом, 16...31 — дополнительным. Регистр содержит принятые символы и идентификатор узла.

Физическая реализация. Магистраль VAXBI реализована на 6-слойной объединительной печатной плате высотой 95,3 мм, имеющей два наружных сигнальных слоя и четыре внутренних слоя питания. Модули с габаритными размерами 203,2 x 233,2 мм имеют пять 60-контактных соединителей с нулевым усилием. Два соединителя используются интерфейсом VAXBI, остальные — интерфейсом пользователя. Каждый модуль содержит интерфейсную БИС ВПС. Кабели ввода-вывода и межмодульных связей подсоединяются не к модулям, а к соединителям объединительной платы. В блоке (кассете) может быть установлено до 6 модулей. Для мультипроцессорных систем реализуется последовательное соединение кассет. В многокассетной системе должен быть только один модуль, генерирующий системный синхроимпульс.

Все места на объединительной плате универсальны для устанавливаемых модулей. В каждом месте коммутационный элемент определяет для соответствующего узла магистрали идентификатор арбитража и географического адреса.

VME-bus

Общие сведения. Интерфейс VME-bus (Versabus Module Europe-bus), разработанный на основе документа Versabus (IEEE P-961), предназначен для построения систем, в основном использующих микропроцессоры фирмы Motorola типов 6800, 68000, 68020. Интерфейс содержит три магистрали: две параллельные VME, VMX и последовательную VMS. Архитектура магистрали VME предусматривает разделенные 8- и 16-разрядные тракты данных и 16- и 24-разрядные тракты адреса в одном соединителе. При использовании второго соединителя на плате реализуются 32-разрядные тракты данных и адреса. В магистрали VME возможна многопроцессорная работа с четырьмя линиями арбитража и семью линиями прерывания. Магистраль VME является главным трактом обмена данными в системе.

Магистраль VMX использует оставшиеся контакты второго соединителя и предусматривает 32-разрядные тракты данных и 24-разрядный мультиплексированный тракт адреса. Она обеспечивает расширение локальной шины процессорного модуля на пять соседних гнезд объединительной платы, что позволяет процессору обращаться к дополнительной памяти без затрат времени на арбитраж и освобождает основную магистраль VME. Магистраль VMX предусматривает связь модулей памяти с контроллером прямого доступа к памяти. Имеется вариант магистрали MVMX 32, предусматривающий мультиплексированный 32-разрядный тракт адреса/данных.

Последовательная магистраль VMS с автоматическим арбитражем использует две линии для передачи данных и предназначена для обмена короткими и срочными сообщениями в системах с непосредственной связью и с гибко связанными процессорами.

Магистраль VMS можно использовать как для связи в одном крейте, так и между процессорами в разных крейтах.

Логическая организация. Работа основывается на принципе задатчик-исполнитель. При наличии нескольких задатчиков они поочередно, в соответствии с приоритетом занимают магистраль. Арбитраж производится параллельно с обращениями на магистрали, что увеличивает быстродействие. Специальный модуль (системный контроллер) содержит арбитр, системный генератор, аппаратуру инициализации и обнаружения отказов.

На шинах выполняются четыре основных функции: служебные, передача данных, арбитраж, приоритетное прерывание. В соответствии с выполняемыми функциями выделены четыре группы шин. Сигналы на магистрали приведены ниже:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Шина "Передача данных"		
Шина адреса	A01...A31	Передача адреса по линиям 15, 23, 31
Шина данных	D00...D31	Передача 8-, 16-, 32-разрядных данных
Модификатор адреса	AM0...AM5	Режим передачи
Запись	WRITE	Идентификатор операции записи-чтения

Строб адреса Строб данных Длинное слово	AS DS0, DSI LWORD	Сопровождение адреса Сопровождение данных Идентификатор передачи 32-разрядного слова данных
Подтверждение	DTACK	Идентификация исполнителем передачи, приема данных при записи и действи- тельности данных при чтении
Ошибка шины	BERR	Идентификация исполнителем ошибки и немедленного прекра- щения цикла
Шина "Арбитраж"		
Запрос магистрали	BR0...BR3	Идентификация наличия запроса захвата маги- страли соответству- ющего уровня
Предоставление магистрали	BG0IN...BGC3IN BG0OUT...BG3OUT	Входные и выходные сигналы цепочечной линии предоставле- ния магистрали
Занятость	BBSY	Идентификация исполь- зования магистрали задатчиком
Очистка	BCLR	Указание текущему задатчику о наличии более приоритетного запроса
Шина "Прерывание"		
Запрос	IRQ0...IRQ7	Запросы прерывания соответствующего уровня, 7 - высший
Подтверждение	IACK	Сигнал ответа от обработчика преры- ваний и о захвате им магистрали
Подтверждение прерывания	IACK IN IACK OUT	Входные и выходные сигналы цепочечной линии подтверждения прерывания
Шина "Служебная"		
Сброс системы Отказ питания	SYSRESET ACFAIL	Общий сброс системы Идентификация неис- правности блока питания
Системный синхроимпульс	SYSCLK	Сигнал с частотой 16 МГц для синхрониза- ции модулей
Сбой системы	SYSFAIL	Индикация сбоя (генера- руется модулем системы)

Наличие 31-разрядной адресной линии и двух стробов данных обеспечивает прямую адресацию 4 Гбайт слов памяти. Для адресации байта в слове используются два строба данных. Шесть разрядов модификатора адреса (MA) позволяют задатчику, передавать исполнителю дополнительную информацию. Для большинства исполнителей нет необходимости работать в полном пространстве памяти и

дешифровать 32-разрядный адрес. Поэтому на интерфейсе определены три адресации: короткая 64 Кбайт, стандартная 16 Мбайт и расширенная 4 Гбайт. Исполнители, принимающие код МА, при стандартной адресации игнорируют старшие 8 адресов, при короткой адресации — старшие 16 адресов. Исполнители, не дешифрирующие старшие адреса, не отвечают на коды МА при расширенной адресации.

Исполнители в системе могут отвечать на единственный код МА. При наличии в системе нескольких задатчиков каждому из них может быть присвоен код МА, который используется группой исполнителей при обращении. Это обеспечивает расчленение системы и предохранение ее от отказа при сбое одного задатчика.

Исполнители могут выдавать ответ по разным адресам в зависимости от получаемого кода МА. Это позволяет задатчику, использующему шину, размещать коды системных устройств в пространстве памяти (в определенных участках пространства) или исключать их заданием различных кодов МА. Исполнители могут некоторым МА отвечать, а другим — нет, что дает возможность установить несколько уровней привилегии. Каждый задатчик при обращении к исполнителю может указывать модификатору адреса свой уровень привилегии. Если исполнитель принимает неподходящий код МА, то он не отвечает.

Четыре кода МА предназначены для указания специального типа цикла передачи — цикла с последовательным доступом. Когда один из них передается в шину, модули памяти системы автоматически помещают адрес в счетчик и затем при передаче каждого байта, слова или двойного слова соответствующим образом увеличивают его значение.

В системах часто используется метод динамического перераспределения и изменения содержимого сегментов памяти, совокупность которых назначается каждой задаче. Исполнительная программа при переключении управления с задачи на задачу изменяет содержимое регистров сегмента либо выбирает другой набор регистров сегмента, который предпочтительнее ввиду большего быстродействия. В качестве селекторов регистра сегмента могут использоваться коды МА. В этом случае задатчик подает в шину коды МА, которые указывают схеме управления памятью, какой именно набор регистров сегмента должен использоваться.

Ниже приведены все 64 возможных кода МА (они определяются интерфейсом VME, пользователем или резервируются):

<i>Шестнадцатеричный код</i>	<i>Функция</i>
3F	Ст, Првл, Псл
3E	Првл, Прог
3D	Ст, Првл, Данн
3C	Резервная
3B	Ст, НП, Псл
3A	Ст, НП, Прог
39	Ст, НП, Данн
2E...38	Резервные
2D	Кор, Првл, ВВ
2A...2C	Резервные
29	Кор, НП, ВВ
20...28	Резервные
10...1F	Определяется пользователем

0F	Расш, Првл, Псл
0E	Расш, Првл, Прог
0D	Расш, Првл, Данн
0C	Резервная
0B	Расш, НП, Псл
0A	Расш, НП, Прог
09	Расш, НП, Данн
00...08	Резервные

П р и м е ч а н и е. Ст — стандартная адресация, Кор — короткая адресация, Расш — расширенная адресация, Првл — привилегированный доступ, НП — непривильегированный доступ, Псл — последовательный доступ, Прог — программа, Данн — данные, ВВ — ввод-вывод.

Коды, определяемые интерфейсом, предназначены для специальных целей: для памяти с последовательным доступом, два кода для обращения к шинам ввода-вывода (один используется для привилегированных операций высшего уровня программным обеспечением, а другой — на произвольном уровне). Коды, определяемые пользователем, могут применяться в любых целях, указанных выше (например, для разбиения системы, управления распределением памяти, защиты памяти и т.д.). Коды, помеченные как резервные, использовать запрещается. Они предназначены для усовершенствованной системы.

В зависимости от выбранного режима на интерфейсе могут передаваться три типа данных: байт, слово (2 байта) и двойное слово (4 байта). Байт передается по линиям D00...D07 или D08...D15, слово — только по линиям D00...D15, а двойное слово — по линиям D00...D31. При передаче двойного слова указанный адрес должен быть четным адресом слова, начиная с которого расположено длинное слово (на линии A01 — лог.0).

При передаче данных адресный строб-импульс AS, вырабатываемый задатчиком, сообщает исполнителю, что адрес установлен и может быть передан в регистры хранения. Рекомендуется инициировать и синхронизировать работу устройств с помощью адресного строга. Строб-импульсы нечетного и четного байтов данных DSO и DS1 определяют линии данных, по которым они передаются и в случае записи стробируют данные. При наличии лог.0 на линиях DSO данные передаются по линиям D00...D07, при наличии лог.0 на линиях DS1 — по D08...D15. При наличии лог.0 на LWORD по линиям D00...D31 передается двойное слово. Сигнал WRITE определяет направление передачи между задатчиком и исполнителем. При установке лог.0 на линии WRITE передача осуществляется от исполнителя к задатчику (чтение), при установке лог.1 — от задатчика к исполнителю (запись). При обнаружении ошибки исполнитель устанавливает лог.0 на линии BERR. Такой ошибкой может быть ошибка режима адреса, нарушение защиты памяти или недопустимый запрос на выборку двойного слова. Рекомендуется, чтобы исполнитель фиксировал ошибку на запросы выборки двойного слова при лог.1 на линии A01 при отсутствии одного из стробов данных, отсутствии режима или возможности исполнителя работать с длинным словом.

Функциональная организация. Ниже рассмотрены основные операции, выполняемые на магистрали. Если имеет место операция передачи, задатчик вначале запрашивает арбитр, расположенный в системном контроллере, санкционировать использование шины данных. При получении разрешения арбитра задатчик организует выполнение операции на магистрали. Операции чтения байта

осуществляются следующим образом. В начале цикла адрес подается на соответствующие линии A01...A31, а код MA — на линии AM0 ... AM5. Лог.1 на линии LWORD означает, что ведется передача менее 32 бит. После установления адресной информации задатчик формирует лог.0 на линии AS. Исполнитель, принимает сигнал AS, сравнивает адрес на магистрали с предварительно ему назначенным. При совпадении адресов и отсутствии ошибок исполнитель начинает выборку данных, подлежащих передаче.

Затем задатчик устанавливает лог.0 на линии DS0, указывая, что передается нечетный байт слова, и ожидает, пока исполнитель не подтвердит факт передачи. При обнаружении недопустимой передачи или внутренней ошибки исполнитель прерывает цикл, формируя лог.0 на линии BERR. При нормальной работе исполнитель подключает выбранные данные к линиям D00...D07 и затем формирует лог.0 на линии DTACK. Задатчик, приняв данные с магистрали, устанавливает лог.1 на линии DS0, сообщая исполнителю о завершении им цикла. Исполнитель отключает данные от линий данных и устанавливает лог.1 на линиях DTACK или BERR.

Временная диаграмма цикла записи аналогична временной диаграмме при чтении, отличаясь тем, что задатчик одновременно с возбуждением адресных линий устанавливает лог.0 на линии WRITE, а перед установкой stroba данных возбуждает линии данных.

Цикл чтение-модификация-запись используется для выполнения семафорных операций, похож на выполнение подряд двух циклов — чтения и записи. Отличие состоит в том, что для цикла записи не формируется адрес и в течение обоих циклов передачи сигнал AS находится в лог.0. Цикл чтение-модификация-запись не может быть прерван более приоритетными задатчиками, так как сигнал AS имеет значение лог.0, а управление шиной может быть передано только в момент установки на AS лог.1.

Цикл последовательного доступа выполняется при передаче блока данных с последовательными адресами. Задатчик инициирует цикл обычным образом, устанавливая для режима последовательного доступа соответствующий код MA. Все исполнители последовательного доступа фиксируют в счетчиках адреса. После первой передачи данных задатчик оставляет лог.0 на линии AS до завершения всех передач. В ответ на сигналы DTACK, поступающие от исполнителя, задатчик циклически формирует stroбы данных, что и обеспечивает передачу данных к или от последовательных ячеек памяти исполнителя. После обращения к очередной ячейке исполнитель увеличивает содержимое счетчика адреса (по фронту stroba данных) и дешифрирует конечное значение счетчика адреса, чтобы убедиться, что оно попадает в границы адресуемого исполнителем пространства памяти. Блок последовательно расположенных ячеек памяти может разделяться между двумя модулями памяти, либо ячейки памяти могут чередоваться для обеспечения более быстрого доступа к памяти. Последовательный доступ не может быть прерван более приоритетным задатчиком, так как сигнал AS имеет лог.0.

Система разрешения конфликтных ситуаций предназначена для предотвращения одновременного доступа к магистрали двух задатчиков и для планирования запросов задатчиков с целью оптимального использования магистрали. Логика приоритетного управления реализуется арбитром, располагаемым в системном контроллере, который устанавливается в крайнее (первое) место (гнездо) объединительной платы. Арбитр

может работать в одном из трех режимов: с фиксированным приоритетом, циклическим приоритетом или обслуживанием единственного уровня. В режиме с фиксированным приоритетом каждой линии запроса магистрали присваивается фиксированный приоритет от высшего BR3 до низшего BR0. В режиме циклического приоритета, после обслуживания очередного запроса ему присваивается низший приоритет. В режиме обслуживания единственного уровня обслуживаются только запросы на линии BR3.

Арбитр принимает запросы по четырем линиям запроса магистрали BR0...BR3, которые возбуждаются формирователем с открытым коллектором, поэтому несколько задатчиков могут совместно использовать общую линию запроса. Каждой из линий запроса соответствует линия предоставления магистрали (BG0IN/OUT...BG3IN/OUT). Если в момент приема запроса магистраль находится в незанятом состоянии, то арбитр немедленно ответит выдачей сигнала по линии предоставления магистрали, соответствующей уровню ожидаемого запроса. Когда текущий задатчик освобождает магистраль, арбитр отвечает на запрос высшего приоритета, возбуждая соответствующую ему линию предоставления магистрали. Если в течение определенного времени, когда текущий задатчик потерял управление, запросов не имеется, арбитр будет ожидать, находясь в незанятом состоянии, поступления запросов магистрали. Дополнительно к схеме управления, основанной на присвоении уровней приоритета, в самой шине имеется встроенный вторичный уровень приоритетного управления. Сигналы предоставления магистрали формируются цепочечным способом так, что задатчикам, использующим совместно общую линию запроса, назначаются приоритеты в соответствии с местоположением модуля. Ближайший к первой ячейке задатчик имеет наивысший приоритет.

Шина разрешения конфликтных ситуаций состоит из шести объединенных линий и четырех разомкнутых цепочечных линий. Входные сигналы каждого задатчика обозначаются как входные линии предоставления магистрали BGXIN, а выходные сигналы — как BGXOUT (далее в тексте BRX, BGXIN, BGXOUT используются для обозначения линий запроса и предоставления магистрали, при этом X может принимать значение от нуля до трех). Следовательно, линии, выходящие из модуля места *N* под именем BGXOUT, входят в место *N+1* под именем BGXIN.

Задатчик возбуждает сигнал на одной из линий BR0...BR3, выходных линиях BG0OUT...BG3OUT и линии занятости магистрали BBSY. Если задатчик не использует какие-либо уровни запросов или в гнездо не установлена плата, то необходимо с помощью кроссировочных проводов обеспечить обход этого гнезда сигналами предоставления магистрали. Арбитр возбуждает сигналы на линиях BGLR и BG0IN...BG3IN. С работой схемы разрешения конфликтной ситуации при включении/выключении питания тесно связаны сигналы сброса системы SYSRESET и отказа питания AGFAIL, которые будут описаны ниже.

Цепочечная структура позволяет использовать два уровня приоритетного управления для доступа к магистрали. Приоритетное управление четырех линий запроса устанавливается таким образом, что арбитр будет обеспечивать предоставление магистрали запроса высшего уровня в зависимости от избранного режима приоритетного управления (фиксированного или циклического). В пределах данного уровня приоритетное управление выполняется с помощью цепочечной схемы. Ближайший к арбитру модуль будет иметь наивысший приоритет, который будет убывать по мере удаления по цепочке. Вследствие такой принятой физической

структуры необходимо, чтобы арбитр обязательно располагался в ячейке 1. Фактически арбитр формирует сигналы на контактах BGXIN в ячейке 1, поэтому любой задатчик, который находится в ячейке 1, может функционировать так же, как если бы он находился на другой плате. Благодаря такой конструкции обеспечивается единообразие структуры интерфейса в каждом модуле.

Как только задатчик захватил управление магистралью, он тут же формирует лог.0 сигнала BBSY. До тех пор, пока задатчик не установит лог.1 на линии BBSY, у него невозможно отобрать управление магистралью.

Линию BCLR арбитр использует в режиме фиксированного приоритета для указания задатчику, владеющему магистралью, что в состоянии ожидания находится запрос с наивысшим приоритетом. Текущий задатчик не обязан отдавать управление немедленно. Обычно он продолжает осуществлять передачу данных до достижения соответствующей точки прерывания, а уж затем устанавливает лог.1 на линии BBSY.

Сигнал на линии освобождения шины формируется арбитром только в режиме фиксированного приоритета. Вследствие того, что в схеме циклического приоритета управления линиями запроса фиксированный приоритет не назначается, арбитр постоянно возбуждает лог.1 сигнала BCLR. Арбитр выполняет две задачи: во-первых, он назначает приоритеты входным запросам и, во-вторых, предоставляет магистраль соответствующему задатчику генерацией сигнала BGXIN.

Задатчик принимает входной сигнал предоставления магистрали требуемого уровня и начинает цикл работы с магистралью, формируя лог.0 на линии BBSY. Если магистраль ему не нужна, то входной сигнал предоставления магистрали транслируется на выход. В простейшем режиме ("Освободить после выполнения") на линии BBSY установится лог.1, как только задатчик закончит цикл работы с магистралью. В системах, где требуется достичь максимальной скорости передачи данных, применяется другой режим ("Освободить по запросу"), при котором задатчик сохраняет управление четырьмя линиями запроса после окончания очередного цикла и устанавливает лог.1 на линии BBSY только тогда, когда в ожидании находится следующий запрос магистрали. Использование режима "Освободить по запросу" снижает число разрешений конфликтных ситуаций, инициируемых задатчиком, которое занимает значительную часть операций магистрали.

Задатчики формируют и принимают сигналы ACFAIL и BCLR. Оба этих сигнала информируют задатчика о том, что уже имеется другое требование на шину, приоритет которого выше, чем у данного задатчика. Получив сигнал BCLR, задатчик определяет, как долго он будет владеть магистралью. Так, если задатчик обеспечивает работу интерфейса ПДП, через который принимается информация с диска, то задатчику нельзя освободить шину в процессе чтения данных из сектора без потери информации. Поэтому он обязан удерживать управление магистралью столько времени, сколько потребуются для передачи всего сектора диска.

Сигнал ACFAIL свидетельствует об обнаружении отказа в источнике питания переменного тока, и какие бы проблемы ни стояли перед задатчиком, касающиеся отмены управления им магистралью, они все равно меркнут по сравнению с общими проблемами системы. Но даже в этом случае в распоряжении задатчика имеется 200 мкс на освобождение магистрали. Обычно этого достаточно для нормального завершения работы.

В качестве примера рассмотрим временную диаграмму арбитража, когда два задатчика одновременно посылают арбитру запросы магистрали по разным линиям

запроса. В начале этой последовательности каждый из задатчиков формирует лог.0 на соответствующей линии запроса (задатчик А возбуждает сигнал на линии BR1 и задатчик В — на линии BR2). Исходя из того, что арбитр обнаруживает сигналы BR1 и BR2 одновременно, можно заключить, что он возбуждает лог.0 сигнала BG2IN ячейки 1, поскольку у сигнала BR2 приоритет выше. После прохождения сигнала к задатчику В тот отреагирует на лог.0 сигнала BG2IN формированием лог.0 сигнала BBSY. Затем он освободит линию BR2 и начнет цикл работы с магистралью.

После того, как арбитр обнаружит, что сигнал BBSY в состоянии лог.0, он возбудит лог.1 на линии BG2IN. Сигнал BBSY и сигнал предоставления магистрали взаимно блокируют друг друга (в частности, арбитру запрещается возбуждать лог.1 сигнала предоставления магистрали, пока он не обнаружит лог.0 на линии BBSY). Когда задатчик В завершает свои операции по передаче данных, он устанавливает лог.1 сигнала BBSY спустя 30 нс после освобождения линии BR2. Эта 30-наносекундная задержка гарантирует, что арбитр не будет интерпретировать прежний сигнал лог.0 на линии BR2 как другой запрос.

Сброс сигнала BBSY арбитр рассматривает как информацию о том, что следует разрешать конфликт между запросами в магистрали. Поскольку сигнал на линии BR1 находится в лог.0 арбитр предоставляет доступ к магистрали задатчику А путем возбуждения лог.0 на линии BG1IN. На что задатчик А отвечает формированием лог.0 на линии BBSY. К тому времени, когда задатчик А завершит свои операции по передаче данных и сбросит сигнал BBSY, поданный сигнал BG1IN будет уже принят в состоянии лог.1 и со времени сброса сигнала BR1 пройдет 30 нс. В данном примере арбитр будет находиться в незанятом состоянии до поступления нового запроса, поскольку при сбрасывании задатчиком А сигнала BBSY линии запроса магистрали не возбуждались в состояние лог.0.

При арбитраже задатчик В в режиме "Освободить по запросу" и задатчик А в режиме "Освободить после выполнения" одновременно посылают запросы к арбитру по общей линии запроса. В этом случае арбитр и задатчик А размещаются на плате системного контроллера в первой ячейке, а задатчик В находится во второй ячейке объединительной платы. В начале последовательности каждый из задатчиков запрашивает магистраль, возбуждая лог.0 на линии BR1. Арбитр, находящийся в первой ячейке, обнаруживает этот сигнал и, поскольку сигнал BBSY находится в лог.1, он возбуждает лог.0 сигнала BG1IN на линии своей же ячейки. Этот сигнал принимается затем задатчиком А (находящимся также в ячейке 1). Когда задатчик А в ячейке 1 обнаруживает лог.0 сигнала BG1IN, он в ответ возбуждает лог.0 сигнала BBSY и начинает цикл работы магистрали. Он также устанавливает лог.1 сигнала BR1. Сигнал BR1 остается в лог.0 потому, что задатчик В все еще удерживает его на этом уровне.

После того, как арбитр обнаруживает лог.0 сигнала BBSY, он формирует лог.1 сигнала BG1IN. Когда задатчик А завершит передачу данных, он установит лог.1 сигнала BBSY.

Арбитр трактует лог.1 сигнала BBSY как информацию о том, что необходимо разрешить конфликт между запросами. Так как сигнал BR1 все еще находится в лог.0, то арбитр снова формирует лог.0 сигнала BG1IN. Когда задатчик А обнаруживает лог.0 сигнала BG1IN, он возбуждает лог.0 сигнала BG1OUT, поскольку ему магистраль не нужна. Затем задатчик А обнаруживает лог.0 сигнала BG1IN и в ответ формирует лог.0 сигнала BBSY.

Когда арбитр, в свою очередь, обнаруживает лог.0 сигнала BBSY, он возбуждает лог.1 сигнала BG1IN, получив который задатчик А формирует лог.1 сигнала BG1OUT. Задатчик В, обнаружив у себя лог.1 сигнала BG1IN, запрашивает использование магистрали.

Так как используется режим "Освободить по запросу", то задатчик В не сбрасывает сигнал BBSY, а удерживает его в состоянии лог.0. Если ему потребуется снова использовать магистраль, то никакого разрешения конфликтной ситуации не понадобится. Однако в данном примере задатчик А возбуждает лог.0 сигнала BR1, означающий, что ему нужна магистраль, в ответ на который задатчик В (управляющий линиями запроса шины) устанавливает лог.1 сигнала BBSY с тем, чтобы позволить арбитру предоставить задатчику А доступ к магистрали.

В процедуре включения и выключения питания принимают участие сигналы ACFAIL и SYSRESET. При отключении питания в системе выполняются следующие действия: в течение 200 мкс после перехода сигнала ACFAIL в состояние лог.0 задатчики прекращают запрашивание шины для выполнение любых операций, кроме ответа на сигнал отказа питания; любой задатчик, который в момент перехода сигнала ACFAIL в лог.0 имел запрос, находящийся в состоянии ожидания, должен работать не более 200 мкс. При отключении питания каждый исполнитель игнорирует любые запросы на передачу данных, инициированные позже, чем через 30 нс после сброса сигнала SYSRESET в состояние лог.0. При включении питания задатчикам не разрешается инициировать передачу данных до истечения 30-наносекундного интервала после перехода сигнала SYSRESET в лог.1, а исполнителям нельзя в течение 30 нс выдавать ответ окончания.

Система прерываний интерфейса VME позволяет строить как подсистемы с одним обработчиком прерываний в супервизорном процессоре, так и распределенные системы, имеющие два и более процессоров, принимающих и обслуживающих прерывания магистрали. В процессе генерации и обработки прерываний участвуют шины передачи данных, арбитража и приоритетного прерывания.

Система прерываний содержит блоки двух типов: обработки прерывания (БОПР) и прерывания (БПР). Первый блок предназначен для назначения приоритетов запросам на прерывание, организации занятия магистрали, считывания байта состояния из БПР и инициирования последовательности операций обслуживания прерывания. Блок прерывания предназначен для запроса прерывания у БОПР, обеспечения установки байта состояния после получения подтверждения своего ЗПР и трансляции сигнала по цепочечной линии подтверждения прерывания, если он не запрашивает соответствующий уровень прерывания.

Шина прерываний состоит из семи сигнальных линий запроса прерываний IR01...IR07, одной сигнальной линии IACKIN/IACKOUT и одной линии подтверждения прерываний IACK. Сигнал на каждой из линий запроса прерываний может быть возбужден установкой лог.0 блоком БПР с целью запроса прерывания. В системе с одним БОПР эти линии запроса прерываний упорядочены по приоритетам, причем высший приоритет имеет линия IR07.

Линия IACK проходит по всей длине шины и соединяется с выводом IACKIN первой ячейки A1. При возбуждении на ней лог.0 сигнала она игнорирует переход на уровень лог.0 сигналов вдоль цепочечной схемы подтверждения прерывания.

Каждую из линий запроса прерывания могут использовать два и более БПР. По этой причине должен применяться способ, гарантирующий подтверждение запроса

только одного БПР. Эту функцию выполняет цепочечная линия подтверждения прерывания. Линия проходит через каждую плату. Когда прерывание подтверждено, в ячейке 1 возбуждается лог.0 сигнала IACKIN. Каждый модуль, возбуждающий сигнал на линии запроса прерывания, обязан ожидать состояние лог.0 "гирляндного" сигнала подтверждения. Модуль, принимающий подтверждение, не пускает лог.0 сигнала подтверждения далее по гирлянде, тем самым гарантируя, что только один модуль получит подтверждение.

Блок БОПР использует шину данных для чтения байта состояния из БПР, он действует как задатчик, а БПР — как исполнитель с некоторыми важными отличиями. Блок БОПР возбуждает только младшие три адресные линии (A01...A03) и не возбуждает линии MA. Уровни этих трех адресных линий указывают, сигналы каких из семи линий запросов будут получать подтверждение. Блоку БОПР запрещается возбуждать линии данных (ему не разрешается осуществлять "запись" в БПР), а потому он должен всегда возбуждать лог.1 сигнала WRITE. Он обязан формировать лог.0 на линии DS0 и лог.1 на линии DS1. Блок БПР действует только на три младшие линии (A01...A03) и, кроме того, проверяет перед ответом следующие условия: наличие запроса на прерывание, уровень которого должен соответствовать уровню, определяемому линиями A01...A03, и наличие лог.0 на входе по "гирляндной" линии IACKIN. Если хотя бы одно из этих условий не удовлетворяется, то БПР на подтверждение не отвечает. Вместо ответа он передает сигнал IACKIN по линии IACKOUT следующему БПР "гирлянды".

Обычная последовательность действий при прерывании может быть поделена на три фазы: запрос (время от момента, когда БПР возбуждает лог.0 на линии ЗПР, до момента, когда управление шиной данных захватывает БОПР), подтверждение (время, в течение которого БОПР занимает шину данных для чтения байта состояния) и обслуживания прерывания (время, которое требуется для выполнения определенных программ обслуживания прерывания).

В системах с одним БОПР он управляет всеми семью линиями ЗПР, которым назначаются приоритеты (высший приоритет имеет линия IR07), и, когда на двух линиях ЗПР обнаруживаются одновременные запросы, первым считывается байт состояния запроса с более высоким приоритетом

В системе с распределенной обработкой прерываний может содержаться до семи БОПР. Имеются две категории таких систем, в состав которых входит либо семь, либо 2...6 БОПР. Каждой из линий ЗПР может управлять отдельный БОПР. Каждый БОПР обязан захватить управление шиной передачи данных до того, как он прочитает байт из БПР, возбуждая при этом собственную линию ЗПР. Если одновременно возбуждаются два сигнала лог.0 на линиях ЗПР шины, то результатом разрешения конфликтной ситуации может быть последовательность операций, отличающихся от применяемой в системах с одним БОПР.

Служебные сигналы обеспечивают периодическую выдачу системных синхроимпульсов, а также выполняют инициализацию и сигнализацию об отказах. Синхроимпульс SYSCLK частотой 16 МГц и скважностью два вырабатывается системным контроллером. Его можно использовать для генерации задержек внутри модулей или для выполнения функций, связанных с синхронизацией событий. Сигнал SYSRESET вырабатывается в блоке управления питанием или ручным переключателем с пульта оператора схемой с открытым коллектором. Сигнал SYSFAIL устанавливается в лог.0 при выполнении модулем тестов самодиагностики

после включения питания или при обнаружении модулем в коде отказа. Если в ходе самодиагностики обнаруживается отказ, линия отказа системы остается в лог.0. Если отказов нет, то после завершения тестирования на линии устанавливается лог.1.

Блок управления питанием вырабатывает лог.0 на линии отказа питания ACFAIL при понижении напряжения сети или ухода напряжений постоянного тока из допустимых границ.

VMS

Общие сведения. Магистраль VMS обеспечивает передачу сообщений, необходимых для работы многопроцессорных систем, и является эффективным дополнением магистралей VME. При определенных условиях ее целесообразно использовать в случае построения отказоустойчивых систем и для выполнения функций "семафора", широкоэшелонных передач с одновременным опросом. При реализации VME на стандартной объединительной плате скорость передачи данных в магистрале VMS составляет 3,2 Мбит/с. При межкрейтовой связи необходимо уменьшить частоту синхронизации.

Логическая организация. Магистраль VMS представляет альтернативу системной магистрале; ее можно использовать для сброса или отключения модуля, нарушающего работоспособность системной шины, или, наоборот, системную магистраль можно использовать для сброса или отключения модуля, нарушающего работоспособность магистралей VMS. Магистраль VMS имеет линию синхронизации SERCLK и линию данных SERDAT. Синхросигналы на линии SERCLK формируются мощным усилителем, установленным на одном конце магистралей. Сигнал данных SERDAT формируется схемой с открытым коллектором, причем и формирование, и опрос осуществляются модулями под управлением синхросигнала SERCLK. Благодаря этому несколько функциональных модулей могут выдавать данные на линию SERDAT одновременно, результатом чего будет логическое сложение их данных. Сигнал SERCLK асимметричный, он имеет четыре перепада на бит данных, передаваемых по линии SERDAT. Это сделано для того, чтобы старт-бит, которым начинается каждый кадр сообщения, можно было отличить от данных.

Старт-бит устанавливает на линии SERDAT лог.1 по фронту Ф2 и лог.0 по фронту Ф1. При передаче бит данных формирование сигнала в линии происходит всегда по фронту Ф2, а опрос сигнала — по срезу С1. Кадр состоит из заголовка и содержательной части. Заголовок посылается модулем-источником (S) заголовка, который в сочетании с модулем контроля используется для инициирования операций, связанных с участием модулей, которые могут находиться в любом месте магистралей. Заголовок принимается модулем-приемником (R) заголовка, который управляет связанными с ним модулями S или R. Как вариант, приемник заголовка может просто управлять триггером состояния. Заголовок содержит 25 разрядов, следующих за старт-битом. Первые три разряда — поле приоритета сообщений. Затем следуют два 10-разрядных адресных поля источника S и приемника R. Заканчивается заголовок двумя одноразрядными полями: разрешения арбитража источника данных, которое при одновременной работе нескольких источников определяет, реализуется ли логическое ИЛИ данных или осуществляется передача наибольшего значения; разрешения источника заголовка, которое обеспечивает возможность выхода из арбитража магистралей.

Заголовок не содержит кода операции, обозначающего функцию кадра, которая определяется кодами модулей R и S и конкретными приемниками заголовка, которые они выбирают.

Функциональная организация. Арбитраж происходит в процессе передачи кадра. Здесь не предусматриваются отдельные сигнальные линии или периоды времени, в течение которых модули получают право управления магистралью. Если источнику заголовка нужно начать передачу, когда кадр уже передается, то он ждет, пока не закончится текущий кадр. Если в данный момент кадр не передается, несколько источников заголовков могут одновременно выдать старт-бит на шину. Когда они начинают выдавать последующий подкадр заголовка, каждый из источников формирует на линии SERDAT сигнал лог.0 (бит 1) или лог.1 (бит 0) по фронту Ф2 синхросигнала SERCLK, а потом опрашивает линию SERDAT по срезу C1.

Здесь могут быть три случая. Если на линии SERDAT была установлена лог.1 по фронту Ф2 и воспринята лог.1 по срезу C1, то модуль-источник заголовка переходит к следующему биту. Если на линии SERDAT был сформирован лог.0 по фронту Ф2 и воспринят лог.0 по срезу C1, то модуль переходит к следующему биту. Если на линии SERDAT была установлена лог.1 по фронту Ф2 и воспринят лог.0 по срезу C1, это значит, что источник заголовка потерял управление последовательной шиной. Он прекращает передачу, ждет завершения кадра и только затем делает новую попытку. Такой способ арбитража гарантирует, что одно из нескольких конкурирующих сообщений будет передаваться.

После заголовка следует 3-разрядный код типа кадра. Поскольку функцию кадра сообщения определяют адреса модулей S и R, передаваемые в заголовке, тип кадра указывает общую функцию, которая будет выполнена. Коды кадра делятся на три категории. При коде 000 не выбирается ни один отправитель данных. Кадры используются только для установки или сброса триггера, который связан с получателем заголовка, выбираемого с помощью поля S или R либо обоих полей. Этот тип операции может просто изменять состояния на выходах или семафоров. При кодах 001...110 источник данных выбирается с помощью поля S. Функция кадра состоит в том, чтобы послать данные получателю данных, выбранному с помощью поля R. Значение кода, посылаемого отправителем данных, показывает, сколько байтов будет передаваться: 1, 2, 4, 8, 16 или 32. При коде 111 один или более из выбранных модулей шины не готов к обработке кадра. За полем типа кадра могут следовать (8...256)-разрядное поле данных, трехразрядное поле состояния и бит обнаружения затора. Кадр типа 111 не имеет поля состояния кадра. В кадрах типа 001...110 за кодом типа следует поле данных, за ним — состояние кадра. В кадре типа 000 состояние кадра идет непосредственно за кодом типа кадра. Поле состояния кадра используется для индикации особых состояний, связанных с выбором модулей с помощью полей S и R. Поле состояния может указывать на такие ошибки, как выбор источника данных без их получателя или наоборот, а также на то, был ли конкретный модуль выбран с помощью поля S и R. Другие ошибки, предусмотренные для индикации поля состояния: источник данных посылает более длинное, чем может обработать получатель, поле данных, а также выбор более одного источника данных с неправильно заданным количеством посылаемых данных.

Каждый кадр заканчивается битом обнаружения затора, который предотвращает нарушение кадров. Как правило, на этой линии поддерживается уровень лог.1 (бит 0). Если какой-либо модуль контроля кадров обнаруживает в рамках кадра старт-бит,

он немедленно выдает на линию SERDAT 512 битовых сигналов лог.0 (бит 1). Поскольку максимально возможный размер кадра составляет 286 бит, 512 последовательных единиц, безусловно, захватят бит обнаружения затора текущего кадра. Все модули проигнорируют кадр, который заканчивается битом обнаружения затора, равным 1. Передаваемая последовательность обеспечит также вхождение в синхронизацию всех источников заголовков.

Поле приоритетности сообщений служит для разделения сообщений на восемь уровней приоритета с целью использования в схеме предоставления доступа к последовательной шине. Это поле можно запрограммировать таким образом, что оно будет обозначать начальный или исходный приоритет сообщения для подсистемы последовательной шины. Такой подход позволяет свести к минимуму потери от многократного аннулирования кадров.

Модули на шине VMS можно комбинировать многочисленными способами, реализуя различные функции и операции. В простейшем случае можно управлять триггером на другой плате. Когда источник заголовка посылает подкадр заголовка с кодом выбора получателя заголовка в поле S, устанавливается соответствующий триггер. Когда источник заголовка посылает тот же самый код в поле R, этот триггер сбрасывается. Если источник заголовка размещается на одной плате с процессором в отказоустойчивой системе, данную конфигурацию можно использовать для отключения неисправной платы от магистрали VME.

При реализации семафора исполнительная программа процессора выдает сигнал аппаратным средствам последовательной шины, расположенным на плате, когда ей требуется системный ресурс, связанный с конкретными семафорами. Если этот семафор уже установлен, копия программ на плате запрещает отправителю заголовка посылать заголовок до тех пор, пока семафор не будет сброшен. Адрес семафора указывается в поле S заголовка, а уникальный код источника запроса — в поле R. Указание кода источника запроса гарантирует, что в каждый момент только один процессор будет устанавливать семафор. Когда аппаратный модуль устанавливает семафор, он сообщает об этом процессору с помощью сигнала прерывания или кода состояния. Затем процессор использует соответствующий системный ресурс. Когда процессор освобождает ресурс, он уведомляет об этом отправителя заголовка, который посылает кадр для очистки всех копий этого семафора. Тем самым другие процессоры получают возможность еще раз обратиться к этому семафору.

При использовании многоуровневой адресации в сочетании со средствами одновременного опроса, например для определения состояния группы датчиков, можно опросить все датчики, датчики указанной зоны или какой-то конкретный датчик. Этот же принцип можно применить для выполнения операций без данных, например для установки и сброса триггеров. Так, если в отказоустойчивой системе обнаруживается неисправность магистрали VME, можно послать кадр, обеспечивающий отключение всех задатчиков, конкретного задатчика либо всех плат, изготовленных конкретным изготовителем.

Поскольку получатели данных могут иметь существенно различные скорости, с которыми они могут принимать, обрабатывать данные и подготавливаться к поступлению новых данных, магистраль предусматривает асинхронную работу на уровне сообщений во избежание напрасных затрат времени на передачу аннулированных кадров. Например, один получатель данных всегда может быть готов к приему данных; другой может относительно быстро обрабатывать данные за время,

требуемое для передачи нескольких битов данных по магистрали VME; третьему придется выполнять большой объем работ, прежде чем он получит возможность принимать новый кадр.

Для решения проблемы переполнения при работе с "медленными" получателями данных используется аннулирование кадров (тип кадра 111). Однако аннулирование кадров недостаточно для решения проблем, поскольку типичное действие отправителя заголовка в случае аннулирования кадра — это просто повторная попытка передачи. Если получателю требуется много времени для обработки данных, то магистраль будет загружена бесполезными аннулированными кадрами. Чтобы избежать этого, используется кадр ответа, показывающий, что получатель обработал предыдущие данные и готов к приему новых. При этом на плате, передающей данные, устанавливается источник заголовка, приемник заголовка с источником данных и триггер состояния. На плате, принимающей данные, устанавливается источник заголовка и приемник заголовка с приемником данных. Кадр, с помощью которого данные передаются приемнику, устанавливает и триггер состояния. После этого контроллер-передатчик воздерживается от отправки последующих кадров данных. Когда приемник будет готов к приему новых данных, он через свой контроллер посылает кадр, который сбрасывает триггер состояния и разрешает передачу очередного кадра данных. Этот кадр ответа может быть кадром данных, включающим результат операции или информацию состояния.

VMX

Общая организация. Магистраль имеет 32-разрядный тракт данных и 24-разрядный тракт адресов. Два строба данных дают возможность производить передачи старших или младших байтов. Адресный тракт мультиплексируется по 12 линиям, причем эти два строба служат также признаками того, какие разряды адреса в данный момент передаются по шине — младшие или старшие 12 разрядов. Линия признака ошибки данных или квитанции-подтверждения передачи данных служат для завершения цикла обмена данными.

К одной магистрали могут подключаться до шести соседних модулей. Каждый из устанавливаемых модулей может работать как первичный или вторичный задатчик либо исполнитель. Первичный задатчик — это обычно центральный процессор, которому требуется высокоскоростная локальная память большей емкости, чем емкость его собственной памяти. Первичный задатчик управляет магистралью и контролирует, кроме того, доступ со стороны вторичного задатчика к исполнителям.

Первичный задатчик инициирует цикл шины и выдает на шину младшие разряды адреса и управляющие сигналы, прежде чем решить, будет ли производиться передача данных по VMX- или VME-шине или будет использоваться память самой платы. Перед выдачей старших разрядов адреса на мультиплексированные линии шины задатчик может отменить цикл VMX-шины (это называется аннулированием цикла) и вместо того обратиться к ресурсам своей платы или VME-шине. Если главный абонент не отменяет цикл VMX-шины, он получает выгоду из-за того, что заблаговременно выдал на нее адресные и управляющие сигналы.

Вторичный задатчик может обращаться к памяти исполнителей с несколькими большими временными задержками. Память исполнителей управляется первичным задатчиком, поэтому вторичный задатчик должен вначале попросить разрешения у

первичного и получить доступ к магистрали — только после этого он может обращаться к памяти исполнителя. Если другому задатчику предоставляется статус вторичного, это упрощает задачу арбитража.

При передачах между задатчиками и памятью исполнителя используется схема с выдачей упреждающего сигнала подтверждения и последующего сигнала ошибки данных. Предполагая, что данные на шине будут действительными, можно выдавать подтверждение до завершения всех операций управления, чтобы избежать временных затрат на выдачу подтверждений, свойственных типичным центральным процессорам. Сигнал ошибки данных DERR может следовать за сигналом подтверждения ACK, если схема обнаружения ошибок установит наличие ошибок. Для обеспечения совместимости всех модулей каждый исполнитель должен выдавать сигналы "данные действительны" или DERR с задержкой менее 1 нс по отношению к сигналу подтверждения ACK.

Для повышения эффективности работы исполнитель применяет примерно такой же способ, как главный абонент для повышения эффективности работы.

Наименование, сокращенные обозначения и назначение сигналов на магистрали приведены ниже (функции сигналов, как и в магистрали VME):

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Адрес	A01/A13...A11/A23	Мультиплексированная шина адреса
Длинное слово	LWORD/A12	Мультиплексированная линия указателя 32-разрядного слова данных/разряда адреса
Данные	DB00...DB31	Шина данных
Строб адреса	LAS, UAS	Сопровождение данных
Чтение	READ	Идентификатор операции чтения/записи
Подтверждение передачи	ACK	Идентификация исполнителем приема данных при записи и готовности данных при чтении
Ошибка данных	DARR	Идентификация исполнителем ошибки
Запрос магистрали	SMRQ	Идентификация наличия запроса магистрали
Подтверждение передачи	SMACKIN SMACKOUT	Входные и выходные сигналы подтверждения передачи вторичному задатчику
Запрос прерывания	IR	Идентификатор запроса прерывания
Блокировка	LOCK	Признак захвата порта памяти и блокировки обращения от других портов

Логическая организация магистрали MVMX32. В ряде систем в качестве локальной магистрали вместо VMX используется магистраль MVMX32, набор сигналов которой удобен при работе с микропроцессором 68020. Эта магистраль использует 32-разрядную мультиплексированную шину адреса/данных. Назначение сигналов на магистрали приведено ниже:

<i>Наименование</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
Адрес/данные	MAD00...MAD31	Мультиплексированная шина адреса/данных
Разрядность магистралаи	MSIZO, MSIZI	Идентификатор разрядности данных, передаваемых задатчиком
Строб адреса	MAS	Сопровождение адреса
Строб данных	MDS	Сопровождение данных
Запись	MWRITE	Идентификатор операции за-пись/чтение
Завершение декодирования	MDCOMP	Идентификатор завершения кодирования адреса исполнителем
Подтвержде-ние передачи	MACK	Идентификация исполнителем приема данных при записи и готовности данных при чтении
Подтвержде-ние разрядности магистралаи	MASACK0,MASACK1	Идентификатор разрядности данных, передаваемых исполнителем
Ошибка данных	MERR	Идентификация исполнителем ошибки
Запрос прерывания	MIRQ	Идентификатор запроса прерывания
Блокировка	MBLOK	Признак захвата порта памяти и блокировки обращения от других портов
Разрешение кэш-памяти	MCACHE	Идентификатор обращения к кэш-памяти

Линии подтверждения размера магистралаи MASACK , 1 позволяют микропроцессору 68020 принимать или передавать данные от устройств, автоматически уменьшая разрядность данных до 8 или 16, если они могут передавать 32-разрядные данные. Эти линии позволяют иметь на магистралаи 8-, 16- и °32-разрядные задатчики и исполнители, причем разрядность задатчика равна или превышает разрядность исполнителя. При выполнении 32-разрядным задатчиком команды, требующей передачи 32-разрядного слова, задатчик на магистралаи передает 32-разрядные данные в течение первого цикла магистралаи. При подтверждении исполнителем передачи полного слова по линиям MASACK операция завершается на первом цикле.

Если исполнитель отвечает, что он работает только с 16-разрядными данными, на первом цикле будут переданы только 16 разрядов и задатчик возбudit второй цикл для передачи оставшихся разрядов. Для 8-разрядного исполнителя задатчик возбуждает четыре цикла магистралаи.

При цикле чтения на линии MAS устанавливается лог.0 после подключения к мультиплексированным шинам адреса. Сигналы на линиях MASACK сигнализируют задатчику о необходимости переключения мультиплексированных выходов с адреса на данные. Если сигналы на линии MASACK остаются в лог.1 после установки лог.0 на линиях MAS и MDCOMP, это означает, что ни один исполнитель не отвечает на текущий адрес памяти. При этом задатчик должен переключаться на магистраль VME.

Линии MSIZ определяют размер кода операции или операнда длиной 32, 24, 16 или 8 разрядов. Вместе с разрядами адреса MAD00 и MAD01 они определяют расположение операнда на шине данных, позволяя передавать данные указанных размеров в любых границах шины данных.

Линия MCACHE реализует работу с кэш-памятью на магистрали и возбуждается исполнителем для указания задатчику, что определенные области могут быть использованы для кэш-памяти, а другие нет. Управление возбуждением сигнала MCACHE исполнителем через основную магистраль гарантирует корректность использования областей памяти, выделяемых в системе под семафоры.

Физическая реализация. Магистрали интерфейсов реализованы на многослойной объединительной печатной плате, в каждом месте которой, предназначенном для установки модуля, имеется по два 96-контактных трехразрядных соединителя P1 и P2 типа МЭК 603-2. На обоих концах сигнальных линий (кроме "гирляндных") в объединительной печатной плате установлены согласующие резисторные делители (330 Ом на +5 В, 470 Ом на "землю"). Модули используют европлаты 100x160 мм (E1) или 233,35x160 мм (E2). Одинарные модули E1 используют только соединитель P1 и могут работать максимум с 24-разрядным адресом и 16-разрядными данными. Двойные модули E2, использующие соединители P1 и P2, могут работать с 32-разрядными адресом и данными. Распределение сигналов по контактам основного соединителя P1 приведено ниже:

	Контакт		Ряд	
	A	B	C	
1	D00	BBSY	D08	
2	D01	BCLR	D09	
3	D02	AGFAIL	D10	
4	D03	BG0IN	D11	
5	D05	BG0OUT	D12	
6	D05	BG1IN	D13	
7	D06	BG1OUT	D14	
8	D07	BG2IN	D15	
9	GND	BG2OUT	GND	
10	SYSCLK	BG3IN	SYSFALL	
11	GND	BG3OUT	BERR	
12	DS1	BR0	SYSRESET	
13	DS0	BR1	LWORD	
14	WRITE	BR2	AM5	
15	GND	BR3	A23	
16	DTACK	AM0	A22	
17	GND	AM1	A21	
18	AS	AM2	A20	
19	GND	AM3	A19	
20	IACK	GND	A18	
21	IACKIN	SERCLK	A17	
22	IACKOUT	SERDAT	A16	
23	AM4	GND	A15	
24	A07	IRQ7	A14	
25	A06	IRQ6	A13	
26	A05	IRQ5	A12	
27	A04	IRQ4	A11	
28	A03	IRQ3	A10	
29	A02	IRQ2	A09	
30	A01	IRQ1	A08	
32	- 12 В	+ 5 В STDBY	+ 12 В	
32	+ 5 В	+ 5 В	+ 5 В	

В соединителе P2 средний ряд контактов В использует магистраль интерфейса VME. Распределение сигналов по контактам этого ряда дано ниже:

Кон- такт	Сигналы VMX		Сигналы MVMX-32	
	ряд А	ряд С	ряд А	ряд С
1...16	DB00...DB0*	DB01...DB31**	MAD00...MAD30*	MAD01...MAD31**
17	READ	RES	GND	GND
18	IRQ*	RES	MIRQ	GND
19	LWORD/A12	RES	MDS	GND
20	A02/A14	A01/A13	MWRITE	GND
21	A04/A16	A03/A15	RES	MSIZ0
22	A06/A18	A05/A17	RES	MAS
23	A08/A20	A07/A19	MBLOK	MSIZ1
24	A10/A22	A09/A21	MERR	GND
25	RES	A11/A23	GND	MACK
26	RES	LAS	GND	DCOMP
27	RES	UAS	GND	MASACK1
28	RES	SDS	GND	MASACK0
29	RES	LDS	GND	MCACHE
30	RES	DERR	GND	RES
31	SMACKIN	ACK	RESDC	RES
32	SMPQ	SMACKOUT	RES	RESDC

Примечание: * — четные; ** — нечетные

Ряды А и С соединителя P2 могут быть использованы для сигналов пользователя или для реализации магистралей VMX или MVMX32. Максимальное число модулей, объединенных магистралью VME, равно 20. Шаг модулей на объединительной плате — не менее 20,32 мм. Максимальная высота элементов на модуле 15,24 мм.

Сигналы на интерфейсе имеют стандартные ТТЛ-уровни для лог.0 и лог.1. В зависимости от требуемых функций используются формирователи с выходом ТТЛ, открытым коллектором или с тремя состояниями. Приемник имеет максимальное напряжение лог.0, равное 0,8 В при максимальном входном вытекающем токе 400 мкА, и максимальное напряжение лог.1, равное 2,0 В при максимальном входном втекающем токе 50 мкА.

VXI

Общие сведения. Интерфейс VXI (VME-bus Extension for Instrumentation), представляющий собой расширение интерфейса VME для измерительной техники, предложен в 1987 г. ведущими фирмами в отрасли контрольно-измерительного оборудования (Colorado Data Systems, Hewlett-Packard, Racal-Dana, National Instruments, Tektronix, Wavetek), образовавшими консорциум по развитию VXI. В настоящее время консорциум включает 10 фирм, среди которых John Fluke, A/S Bruel & Kjaer, Keihtley Instruments, Gen Rad, National Instruments, еще 93 фирмы объявили о поддержке VXI.

Стандарт на интерфейс VXI является открытым (т.е. не защищен патентом) и регламентирует правила объединения модульных или одноплатных измерительных приборов. Такой подход снижает стоимость, габаритные размеры и массу систем, облегчает разработку и переконфигурацию систем под конкретные измерительные задачи. Работы по стандарту VXI на одноплатные приборы начались в 1985 г. в рамках программы BBC США по модульному автоматическому испытательному оборудованию (Mate /Modular Automated Test Equipment) с целью сближения военных и коммерческих стандартов. При разработке спецификации VXI использован опыт построения систем на основе распространенных интерфейсов VME, Multibus-1,2, Fastbus и приборного интерфейса IEEE-488. Стандарт на интерфейс VXI наряду со

стандартом IEEE-488 представляет одну из основополагающих разработок, определяющих направления развития измерительной техники.

Введение стандарта на интерфейс VXI позволяет: обеспечить однозначную связь между модульными приборами; уменьшить физические размеры стандартных контрольно-измерительных систем; уменьшить стоимость программного обеспечения при интеграции испытательных систем за счет общего интерфейса с возможностью передачи аналоговых сигналов; обеспечить более высокую производительность измерительно-управляющих систем за счет использования высокопроизводительной шины при межприборном обмене, а также новых эффективных протоколов обмена информацией и сообщениями; создать "виртуальные" приборы.

Логическая организация. Интерфейс VXI имеет иерархическую структуру, в которой выделяются УПРАВЛЯЮЩИЕ устройства (COMMANDER) и устройства подчиненные (SERVANT) в отличие от устройств ЗАДАТЧИК (MASTER)/ИСПОЛНИТЕЛЬ (SLAVE). Существуют четыре типа устройств:

1) командные, основанные на сообщениях (message-based device), которые поддерживают VXI-конфигурацию и все четыре уровня протоколов обмена; включают устройства типа управляющий или подчиненный, управляемый командами (например, устройства с встроенным "интеллектом", мультиметры, анализаторы, интерфейс IEEE 488-VXI и др.);

2) регистровые, основанные на регистрах (register-based device), как правило, являются подчиненными; поддерживают простейший протокол обмена через регистры конфигурации.

3) памяти, имеют регистры конфигурации и поддерживают протокол обмена;

4) заказные (custom device), содержат регистры конфигурации и поддерживают простейший протокол обмена.

• Уровни протоколов обмена интерфейса VXI:

		Протокол устройства
	Протокол устройства	IEEE 488.2 синтаксис
Протокол устройства	Протокол разделяемой памяти	IEEE 488-VXI протокол
	Последовательный протокол обмена словами	
Протокол устройства	Регистры связи	
	Регистры конфигурации	

В интерфейсе VXI реализованы следующие основные дополнения:

Функциональные системно-зависимые

Системные регистры конфигурации модулей.

Географическая адресация.

Протокол обмена сообщениями (через системно-доступные регистры модулей).

Расширение системы прерываний.

Стандартизованные сообщения о причинах прерываний.

Новый протокол освобождения шин.

Локальные шины между соседними модулями.

Функциональные системно-ориентированные

ЭСЛ-линии синхронизации (10 и 100 МГц).

Линии запуска.

Протокол запуска.

Стандартизованный интерфейс VXI-IEEE 488/IEEE 488-VXI, совместимый с протоколом IEEE 488.2.

Аналоговая суммирующая шина SUMBUS.

Механические

Дополнительные размеры плат (тип C-234x340мм, тип D-366x340 мм).

Большая ширина модулей — 30 мм.

Механическое кодирование типа локальной шины по передней панели.

Требования к электромагнитным помехам и экранированию модулей.

Электрические

Большой набор номиналов питания (24, 12, +5, -5,2, -2 В)

Более жесткие требования к временным параметрам сигналов DTACK и BERR

Функциональная организация. Спецификация на интерфейс VXI определяет функции контроллера крейта (менеджера ресурсов VXI-системы), который представляет собой устройство, расположенное в гнезде 0 и имеющее логический адрес 0. Контроллер гнезда 0 формирует синхронизирующие сигналы (10 и 100 МГц) и возбуждает линии идентификации модулей MODID. После включения питания менеджер шины выполняет следующие системные функции:

идентифицирует все устройства VXI;

распределяет линии прерывания между модулями;

выполняет самоконтроль и диагностику системы;

согласует адресации всех областей памяти модулей системы, задаваемых 24- и 32-разрядными адресами;

выполняет конфигурацию иерархической структуры взаимного подчинения управляющих и подчиненных (COMMANDER и SERVANT) модулей системы.

Конфигурация иерархической структуры системы VXI производится следующим образом:

1) проверяется значение разряда CMOR регистра типа протокола;

2) считывается информация о потребности вспомогательных модулей для каждого управляющего устройства (так называемый Servant Area);

3) определяется иерархия взаимного подчинения устройств COMMANDER/SERVANT;

4) каждому управляющему устройству указываются логические адреса подчиненных ему устройств (команда Grant Device), обозначаемые в спецификации A16, A24, A32 в соответствии с разрядностью адреса.

Динамическая конфигурация и основные протоколы обмена данными и сообщениями реализуются с помощью регистров конфигурации и связи (сообщений),

под которые отводится 64 байт в 16-разрядном адресном пространстве конфигурации системы VXI. Структура регистров конфигурации:

Номер регистра		Формат регистра					
4		Начальный адрес памяти модуля					
3	SLAVE	MODIO	Зависит от устройства	EXTTST	PASS	NOSF	RESET
2	Размер памяти модуля			Номер модели модуля			
1	Тип устройства	Адресное пространство		Идентификационный номер изготовителя			

Регистр 1 (идентификационный) содержит в разрядах: идентификационный номер изготовителя (D11...D00); адресное пространство модуля (D13, D12: 00 — A16/A24; 01 — A16/A32; 10 — резервный; 11 — 2 A16); класс устройства (D15, D14: 00 — память; 01 — обычное устройство; 10 — командное устройство (message-based device); 11 — регистровое устройство (register-based device)).

Регистр 2 (тип устройства) содержит номер модели устройства (D11...D0) и емкость памяти, которую имеют устройства типа A24 и A32.

Регистр 3 (тип устройства или конфигурации) содержит разряды состояния и управления: A24/A32 Active — индицирует доступность регистров устройства в адресном пространстве A24 или A32; MODID — состояние линии MODID модуля; Extended (EXTTST) и Passed (PASS) — индицируют режим и глубину самоконтроля; Sysfail Inhibit (NOSF) — блокирование управления линией магистрали SYSFAIL; Reset — установка модуля в исходное состояние или инициирование режима самодиагностики.

Регистр 4 (смещения) содержит начальный адрес памяти модуля в A24- или A32-адресных пространствах.

Под регистры конфигурации и связи выделяется 64 байт в A16-адресном пространстве конфигурации [старшие 16 К из 64 К (A16)]. Расположение блока регистров идентификации определяется логическим адресом модуля ULA (Unit Logical Address), который указывает порядковый номер 64-байтового блока в A16-адресном пространстве. Адрес ULA обычно устанавливается DIP-переключателями на плате модуля. Рассматривается возможность реализации программной установки ULA.

Протокол обмена сообщениями является существенным расширением возможностей VXI и реализуется с помощью дополнительных четырех регистров конфигурации устройства:

Номер регистра	Содержимое регистров									
4	Младший регистр сообщения (данных)									
3	Старший регистр сообщения (данных)									
2	0	RQS	DOR	DIR	ERR	RDRDY	WRDY	FHSA	LOCK	Определяется устройством
1	CCMDR	SIGREG	MASTER	INIR	FHS	SHRMEM	Резервировано			

Регистр 1 (тип протокола) определяет тип протокола обмена и содержит разряды: CMOR (D15) — "лог.1" соответствует только функциям подчиненного устройства;

Signal Register (D14) — "лог.0" указывает на наличие сигнального регистра; MASTER (D13) — "лог.0" указывает на функции задатчика; Interrupter — "лог.1" определяет возможность выдачи запроса на прерывание устройством; FHS — "лог.0" свидетельствует, что устройство поддерживает быстрый протокол обмена сообщениями (Fast Handshake Transfer).

Регистр 2 (ответ) является регистром состояния и содержит следующие разряды: Red SVS (Requires Service-дополнительный) — "лог.1" — запрос на обслуживание; DAV (Data Available-дополнительный) — "лог.1" свидетельствует о готовности данных; OPC (Operation Complete-дополнительный) — "лог.1" индицирует завершение операций; ERR (Error дополнительный) — "лог.0" индицирует, что произошла ошибка, но еще не идентифицирована; RRDY (Read Ready) и WRDY (Write Ready) — "лог.1" свидетельствует о готовности данных для чтения в регистре сообщений или о готовности устройства для приема сообщений; FHS Active — устанавливается управляющим устройством и блокирует обращение к регистрам сообщений других устройств. Регистры 3 и 4 соответственно являются старшими и младшими регистрами данных.

Устройство, осуществляющее подачу сообщений, должно содержать по крайней мере один регистр сообщений, называемый Data Low Register, и поддерживать последовательный протокол обмена 16-битовыми сообщениями (Word Serial Protocol). Допускается также 32/48-разрядный регистр сообщений и обмен 32/48-разрядными сообщениями. Реализуемый последовательный протокол соответствует обобщенной модели дуплексной асинхронной связи (UART), которая использует двунаправленные (для независимой записи и чтения) регистры сообщений и регистры ответа, а также биты WRDY и RRDY.

Готовность устройства-исполнителя к приему сообщения индицируется установкой бита WRDY в регистре состояния. Управляющее устройство записывает сообщения для передачи данных другим устройствам.

Протокол интерфейса VXI допускает также обмен сообщениями через общие области памяти, что более эффективно по двум причинам: при обмене через разделяемую память используется более "узкая" шина (меньшее число сигналов) и ускоряется передача больших массивов сообщений. В последнем случае на интерфейсе VXI реализуется высший уровень протокола обмена через разделяемую память.

Система прерываний интерфейса VXI имеет структуру линий прерывания и семантику сообщений и прерываниях, как в интерфейсе VXI и позволяет устранить его основные недостатки: ограниченность числа линий прерывания (семи линий IRQ) и произвольный нерегламентированный способ формирования сообщений о прерываниях (Status/ID).

Устройство-прерыватель (Interrupter) формирует запрос на прерывание и после подтверждения прерывания выдает 8-, 16- или 32-разрядный логический адрес устройства ((0...7)-разрядный) для всех типов устройств. Разряды 8...15 этого слова в зависимости от типа устройства могут содержать: код причины прерывания или информацию о состоянии устройства (для устройств регистрового типа); содержимое регистра ответа (response register) или код события, которое послужило причиной прерывания (для устройств, основанных на сообщениях). Расширение системы прерываний VXI достигается с помощью сигнального регистра (Signal register) из числа регистров сообщений для непосредственной записи в него слова Status/ID,

указывающего причину прерывания и логический адрес устройства-прерывателя, с последующей программной обработкой запроса на прерывание.

Физическая реализация. Система на основе интерфейса VXI состоит из базового блока шириной 438 мм и объединительной панели (backplain) с разъемами для установки до 13 (с номерами от 0 до 12) сменных модулей с шагом 31 мм. Всего в состав системы VXI может входить до 256 устройств.

Спецификация на интерфейс VXI сохраняет два стандартных соединителя плат Евроконструктива (Е) интерфейса VME: плата типа А (Е1 — 100х160 мм), плата типа В (Е3 — 234х160 мм), и вводит два дополнительных размера — плата типа С (Е6 — 234х340 мм) и плата типа D (Е7 — 366х340 мм). Ширина модуля 30 мм. Плата типа А — содержит один трехразрядный 96-контактный соединитель типа IEC 603-2 P1 для интерфейса VME (16 разрядов данных и 24 разряда адреса). Платы типа В и С имеют два соединителя P1 и P2. Средний ряд соединителей P2 определяется интерфейсом VME (дополнение до 32 разрядов шины адреса и данных), а внешние ряды являются расширением интерфейса VXI. Они включают линии: ЭСЛ-синхросигналов (10 МГц), напряжения питания -5,5 и -2 В для ЭСЛ-схем и ± 24 В для аналоговых схем, восемь ТТЛ и две ЭСЛ-сигналов запуска, 50-омную аналоговую суммирующую SUMBUS, идентификации модуля MODID, локальной шины LBUSA/LBUSC (12 штук) для шлейфового подключения к соседним модулям. Локальная шина позволяет передавать сигналы ТТЛ-, ЭСЛ-уровней, низковольтные аналоговые $\pm 5,5$ В (нагрузка 50 Ом), аналоговые среднего уровня ± 16 В (0,5 А) и высоковольтные аналоговые ± 42 В (0,5 А). Назначение контактов шины LBUS определяется разработчиком. Тип локальной шины LBUSA и LBUSC кодируется с помощью механических ключей на передней панели соответственно со стороны рядов А и С соединителя.

Соединитель P3, расположенный на плате D, содержит линии сигналов (100 МГц) тактовых и синхриимпульсов, синхронных с тактовым сигналом 10 МГц, дополнительные линии питания, запуска (4), радиальной системы запуска STARX, STARY с одинаковой для всех модулей задержкой распространения от гнезда 0 (временной сдвиг не более 2 мс), дополнительные шины LBUSA.LBUSC (24).

Размеры используемых плат VXI и назначение соединителей:

<i>Тип плат VXI</i>	<i>Соединитель</i>
А (100х160 мм)	P1
В (234х160 мм)	P1, P2
С (234х340 мм)	P1, P2
D (366х340 мм)	P1, P2, P3

Распределение сигналов для соединителей P2, P3 приведено ниже:

Соединитель P2

<i>Контакт</i>	<i>Ряд А</i>	<i>Ряд В</i>	<i>Ряд С</i>
1	ECLTRGO	+ 5 В	CLK10+
2	- 2 В	GND	CLK10-
3	ECLTRG1	RSV1	GND
4	GND	F24	- 5,2 В
5	LBUSA00	F25	LBUSC00
6	LBUSA01	F26	LBUSC01
7	- 5,2 В	F27	GND

8	LBUSA02	F28	LBUSC02
9	LBUSA03	F29	LBUSC03
10	GND	F30	GND
11	LBUSA04	F31	LBUSC04
12	LBUSA05	GND	LBUSC05
13	- 5,2 B	+ 5 B	- 2 B
14	LBUSA06	D16	LBUSC06
15	LBUSA07	D17	LBUSC07
16	GND	D18	GND
17	LBUSA08	D19	LBUSC08
18	LBUSA09	D20	LBUSC09
19	- 5,2 B	D21	- 5,2 B
20	LBUSA10	D22	LBUSC10
21	LBUSA11	D23	LBUSC11
22	GND	D24	GND
23	TTLTRG0	D25	TTLTRG1
24	TTLTRG2	D26	TTLTRG3
25	+ 5 B	D27	GND
26	TTLTRG4	D28	TTLTRG5
27	TTLTRG6	D29	TTLTRG7
28	GND	D30	GND
29	RSV2	D31	RSV3
30	MODID	GND	GND
31	GND	+ 5 B	+ 24 B
32	SUMBUS	-	- 24 B

Соединитель P3

Контакт	Ряд A	Ряд B	Ряд C
1	ECLTRG2	+ 24 B	+ 12 B
2	GND	- 24 B	-12 B
3	ECLTRG3	GND	RSV4
4	- 2 B	RSV5	+ 5 B
5	ECLTRG4	- 5,2 B	RSV6
6	GND	RSV7	GND
7	ECLTRG5	+ 5 B	- 5,2 B
8	- 2 B	GND	GND
9	LBUSA12	+ 5 B	LBUSC12
10	LBUSA13	LBUSC15	LBUSC13
11	LBUSA14	LBUSC15	LBUSC14
12	LBUSA16	GND	LBUSC16
13	LBUSA17	LBUSC19	LBUSC17
14	LBUSA18	LBUSC19	LBUSC18
15	LBUSA20	+ 5 B	LBUSC20
16	LBUSA21	LBUSC23	LBUSC21
17	LBUSA22	LBUSC23	LBUSC22
18	LBUSA24	- 2 B	LBUSC24
19	LBUSA25	LBUSC27	LBUSC25
20	LBUSA26	LBUSC27	LBUSC26
21	LBUSA28	GND	LBUSC28
22	LBUSA29	LBUSC31	LBUSC29
23	LBUSA30	LBUSC31	LBUSC30
24	LBUSA32	+ 5 B	LBUSC32
25	LBUSA33	LBUSC35	LBUSC33
26	LBUSA34	LBUSA35	LBUSC34
27	GND	GND	GND
28	STARX+	- 5,2 B	STARY+
29	STARX-	GND	STARY-
30	GND	- 5,2 B	- 5,2 B
31	CLK100+	- 2 B	SYNC100+
32	CLK100-	GND	SYNC100-

В спецификации на интерфейс VXI не рекомендуется использовать коды адресного модификатора DTB интерфейса VME, определяемые пользователем. Кроме

того, рекомендуется устанавливать сигналы -BERR и -DTACK не более, чем на 1 мкс после появления низкого уровня stroba данных, что является ужесточением требований протокола интерфейса VME. Сигнал ACFAIL формируется не менее, чем за 8 мс перед выдачей сигнала SYSRESET и не менее, чем за 10 мс перед падением напряжения питания +5 В ниже 4,875 В, что определяется как сбой питания. Указывается на необходимость работы таймера интерфейса от генератора с частотой не менее 100 МГц. Отклонение частоты сигнала CLK (100 МГц) не должно превышать 0,1 %.

Линии MODID модулей соединяются резисторами с сопротивлением 825 Ом + 1 % на контакт GRN с током утечки не более 100 мкА для проверки наличия модуля (даже с отключенным питанием).

По линии синхронизации TTLTRG и ECLTRG реализуются синхронный, полусинхронный и асинхронный протоколы запуска в зависимости от использования линий и сигналов подтверждения запуска. Линии запуска могут использоваться и для передачи данных между модулями.

Для уменьшения взаимного влияния модулей в стандарте на интерфейс VXI регламентируются методы испытаний и допустимый уровень электрических помех (динамических токов) по цепям питания, наводимый модулями с изменяемым потреблением тока.

Особые требования предъявляются к конструкции объединительной платы. Для уменьшения помех и улучшения согласования линий интерфейса рекомендуется следующая структура многослойной объединительной платы:

<i>Номер слоя (со стороны разъема)</i>	<i>Назначение слоя</i>
1	Земля (плоскость)
2	TTL-сигналы
3	+ 5 В (плоскость)
4	Земля (плоскость)
5	- 5,2 В (плоскость)
6	- 2 В (плоскость)
7	ЭСЛ-сигналы
8	Земля (плоскость)

Практически объединительная плата реализуется по 20-слойной технологии. Расстояние между слоями 3 и 4, 4 и 5, 6 и 7 должно быть минимальным (реально 0,125 мм), что позволяет создать большую распределенную емкость цепей питания. Также рекомендуется оставлять линии земли и питания между контактами разъемов в соответствующих слоях.

XT-bus

Интерфейс XT-bus применяется в IBM PC совместимых ПЭВМ на основе МП типа 8086/8088, использующих 8-разрядную двунаправленную внешнюю шину данных. Интерфейс также содержит 20-разрядную шину адреса, 6 линий уровней прерывания, линии управления операциями ввода-вывода и записи-чтения при обмене с памятью, линии синхронизации и таймирования, линии управления тремя каналами ПДП, линии управления операциями регенерации и контроля, линии питания и земли для адаптеров ввода-вывода (+5, -5, +12, -12 В). Длительность операции обмена составляет 1,05 мкс/байт. Для операций регенерации используется

около 7 % от общей пропускной способности шины. Для портов ввода-вывода отводится 512 адресов. Магистраль реализуется посредством 62-контактного двухрядного соединителя непосредственного контактирования (шаг между контактами 2,54 мм).

Приемопередатчики обеспечивают подключение до пяти одноплатных контроллеров-адаптеров ввода-вывода с двумя единичными нагрузками на плату, которые обычно используют одну нагрузку.

Интерфейс XT-bus, оформленный в виде ISA-8, является фактически промышленным стандартом ПЭВМ на базе МП типов 8086, 8088 и совместимых с ними.

X.21, X.21 bis

Общие сведения. Определенные в рекомендациях V.10, V.11, V.24, V.28, ГОСТ 18145-81, ГОСТ 23675-79 (переиздан в 1985 г. с изменениями) характеристики стыка C2 обеспечивают сопряжение аппаратуры передачи данных (АПД) с оборудованием обработки данных (ООД). В рекомендациях X.21 bis и X.21 процедуры расширены с целью возможности подключения АПД к цифровым сетям с помощью аналоговых каналов.

Общая организация. В стыке C2 по рекомендации X.21 bis используют 8 цепей, перечень которых приведен ниже:

Обозначение	Наименование	Направление	
		от АПД	от ООД
G	Сигнальная земля	+	+
Ga	Общий возврат	+	-
T	Передача	+	-
R	Прием	-	+
C	Управление	+	-
I	Индикация	-	+
S	Передача сигнальных элементов	-	+
B	Байтовая сигнализация	-	+

Функции цепей определены в рекомендации X.24, их электрические характеристики — в рекомендации X.27, альтернативные электрические характеристики — в рекомендации X.26.

Общий характер функционирования цепей рассмотрим на примере установления соединения по инициативе АПД, передачи данных и разъединения. Если стык находится в состоянии готовности, в цепях T, R, C и I постоянно удерживается состояние лог.1 и АПД или ООД может инициировать установление соединения. Для этого ООД передает по цепи R символы синхронизации (СИН). АПД устанавливает цепь C в состояние "Выключено", а цепь T — в состояние лог.0, что вызывает переход стыка в состояние "Запрос соединения". Если ООД готово к приему адресной информации от АПД, оно передает символ СИН и вслед за ним последовательность символов, переводящую в состояние выбора. В этом состоянии АПД передает адрес противоположной АПД, с которой нужно установить соединение. В ответ ООД посылает сигналы об установлении соединения по цепи R. Передачу данных инициирует ООД путем включения цепи I. Процесс обмена данными (на содержимое

которых рекомендация X.21 bis не накладывает никаких ограничений) между двумя АПД происходит до тех пор, пока какое-либо АПД не выдаст запрос на разъединение соединения выключением цепи С. После этого АПД не может передавать данные, но она должна оставаться готовой для приема данных ООД, пока ООД не закончит процесс разъединения выключением цепи I. Включение цепей Т и R переведет стык в состояние готовности.

Процедуры по рекомендации X.21 bis для выделенных каналов более просты. Изменения состояния цепи С или I указывают на намерение соответствующей стороны стыка передать данные. Когда обе эти цепи переходят в состояние "Включено", то осуществляется процесс передачи данных.

Следует заметить, что процедурные характеристики рекомендации X.21 bis отличаются от описанных выше процедурных характеристик стыка C2 (V.24), даже если наборы цепей одинаковы.

Рекомендацию X.21 часто называют спецификацией физического уровня, хотя физически она содержит элементы всех трех нижних уровней эталонной модели ВОС. В отличие от X.21 bis рекомендация X.21 регламентирует совместную передачу данных пользователя и информации управления аппаратурой всего по двум парам проводов. По одной паре, называемой цепью передачи, сигналы проходят от ООД к АПД, а по другой паре, называемой цепью приема, — от АПД к ООД. Кроме того, для определения состояний ООД и АПД в цепи управления (от ООД к АПД) и в цепи индикации (от АПД к ООД) используются логические уровни "Включено" и "Выключено" в сочетании с последовательностями дешифрованных данных в цепях передачи и приема. Например, ООД сигнализирует АПД о своем требовании вызова станции, устанавливая уровень "Включено" в цепи управления и нулевой уровень в цепи передачи. После этого АПД должна выполнить необходимые действия для оповещения сети о поступлении вызова. В зависимости от принятой структуры эти действия могут означать снятие телефонной трубки, переход на несущую модема и завершение последовательности согласования линии.

Помимо функций по установлению физического соединения рекомендация X.21 охватывает и процедуры уровней звена данных и сетевого уровня, например, установление позначной синхронизации посылкой последовательностей знаков СИН и адреса вызываемой станции в виде знаков международного телеграфного кода МТК-5. При реализации процедур по рекомендации X.21 АПД должна обеспечить взаимодействие с сетью, не получая подробных инструкций от ООД. Такой подход отличается от методов, основанных на использовании большей части из 39 цепей стыка C2 по рекомендации V.24 для координации работы ООД и АПД.

Основное отличие рекомендации X.21 от X.21 bis состоит в том, что в X.21 используются цепи нового стыка X.24, а в X.21 bis — цепи рекомендации V.24. Кроме того, в X.21 сигналы управления кодируются знаками стандартного семизлементного первичного кода по рекомендации V.3, а в X.21 bis для каждого сигнала имеется отдельная цепь. Таким образом, сети, реализующие рекомендации X.21, предоставляют пользователю все услуги новых изохронных цифровых сетей с коммутацией цепей данных, а сети, реализующие X.21 bis, — только часть этих услуг.

X.25

Общие сведения. Редакция X.25 1980 г. (вторая редакция) положена в основу ГОСТ 26556-85. Существенно переработанная редакция X.25 (1984 г.) используется в настоящее время. Редакция X.25 охватывает все три уровня архитектуры сетей передачи данных и состоит из трех частей: первая, касающаяся физического уровня, соответствует рекомендациям X.21 и X.21 bis, вторая — описывает процедуры управления звеном данных (сбалансированную LAPB и несбалансированную LAP); третья (X.25/3) содержит определение интерфейса (услуг) и протокола третьего пакетного уровня сети передачи данных и является основной в рекомендации X.25. Структура интерфейса X.25 представлена ниже:

Сеть данных общего пользования (СДОП) с коммутацией пакетов (КП)

Интерфейс ООД — АКД

ООД	Сеть данных общего пользования с коммутацией пакетов		
	АКД	СПД	СПД
Уровень 4...7			
Уровень 3	X.25, X.25/3 (пакеты)	Уровень 3	Уровень 3
Уровень 2	LAPB, LAP(кадры)	Уровень 2	Уровень 2
Уровень 1	X.21, X.21 bis(биты)	Уровень 1	Уровень 1
УПС	УПС	УПС	УПС

Последняя (1984 г.) редакция рекомендации X.25 имеет ряд существенных отличий от предыдущей второй редакции во всех своих трех частях. В первой части конкретизированы и учтены ссылки на рекомендации X.21, X.21 bis и интерфейсы серии V. Вторая часть дополнена расширенным форматом кадра процедур управления звеном данных; введены процедуры многозвенного управления; выделены в отдельные разделы и более подробно описаны несбалансированные процедуры LAP; уточнены функции тайм-аута.

В третьей части исключен из рассмотрения датаграммный режим, введены новые типы пакетов регистрации, расширены и уточнены процедуры факультативных средств обслуживания пользователей, уточнены форматы пакетов, функции тайм-аута.

Службы и процедуры. Пакетный уровень рекомендации X.25 определяет два вида служб для ООД: виртуальных соединений, которая обеспечивает установление виртуального соединения (ВС) между двумя взаимодействующими ООД, обмен данными по ВС и разъединение ВС после окончания сеанса обмена данными; постоянных виртуальных каналов (ПВК), которые существуют постоянно между взаимодействующими ООД и в процессе работы лишь изменяют свои состояния.

Для организации нескольких одновременных виртуальных соединений и/или ПВК используются логические каналы (ЛК). Каждому ВС и каждому ПВК присваивается номер группы логических каналов (НГЛК, 1...15) и номер логического канала (НЛК, 16...255).

Для обмена информацией через интерфейс ООД/АКД в каждой службе используются различные процедуры установления и завершения виртуального соединения, передача данных и прерываний, управления потоком и сброса, повторного пуска (рестарта), диагностики и регистрации. Данные и управляющая информация передаются через интерфейс ООД/АКД в виде пакетов строго заданного формата.

Типы процедур каждой службы и используемые при этом типы пакетов:

От АКД к ООД	Тип пакетов	От ООД к АКД	Код октета	Служба ВС ПВК	
Установление и разъединение соединения					
Входящий вызов		Запрос соединения	00001011	+	-
Соединение установлено		Вызов принят	00001111	+	-
Индикация разъединения		Запрос разъединения	00010011	+	-
Подтверждение разъединения АКД		Подтверждение разъединения ООД	00010111	+	-
Данные и прерывания					
Данные АКД		Данные ООД	XXXXXXXX0	+	+
Прерывание АКД		Прерывание ООД	00100011	+	+
Подтверждение прерывания АКД		Подтверждение прерывания ООД	00100111	+	+
Управление потоком и сброс					
АКД ГПР (модуль 8)		ООД ГПР (модуль 8)	XXX00001	+	+
АКД ГПР (модуль 128)*		ООД ГПР (модуль 128)*	00000001	+	+
АКД НГПР (модуль 8)		ООД НГПР (модуль 8)	XXX00101	+	+
АКД НГПР (модуль 128)*		ООД НГПР (модуль 128)*	00000101	+	+
		ООД НПР (модуль 8)*	XXX01001	+	+
		ООД НПР (модуль 128)	00001001	+	+
Индикация сброса		Запрос сброса	00011011	+	+
Подтверждение сброса АКД		Подтверждение сброса ООД	00011111	+	+
Повторный пуск					
Индикация повторного пуска		Запрос повторного пуска	11111011	+	+
Подтверждение повторного пуска АКД		Подтверждение повторного пуска ООД	11111111	+	+
Диагностика*					
Диагностика *			11110001	+	+
Регистрация*					
		Запрос регистрации	11110011	+	+
Подтверждение регистрации		—	11110111	+	+

Примечание. ГПР — готов к приему, НГПР — не готов к приему, НПР — не прием, * — эти типы пакетов необязательны.

Процедура установления ВС может инициироваться со стороны ООД передачей пакета "Запрос соединения", в ответ на который АКД должна передать пакет "Входящий вызов". Если вызываемое ООД не принимает вызов передачей пакета "Вызов принят" или не отвергает его передачей пакета "Запрос разъединения" в течение установленного тайм-аута, АКД должна рассмотреть это как процедурную ошибку на вызываемом ООД и разъединить ВС. Если вызываемое ООД принимает вызов, то вызывающее ООД должно получить пакет "Соединение установлено" с тем же номером ЛК, что и в пакете "Вызов принят". В случае встречных вызовов по одному и тому же логическому каналу АКД должна принять запрос соединения и аннулировать свой вызов.

Процедура разъединения ВС может быть инициирована в любой момент в ООД передачей пакета "Запрос разъединения". При готовности АКД освободить ЛК она должна передать в ответ пакет "Подтверждение разъединения". Вызывающее ООД может преждевременно прервать вызов посылкой пакета "Запрос разъединения" до получения пакета "Соединение установлено" или "Индикация разъединения"; АКД также может инициировать разъединение передачей пакета "Индикация разъединения", на который ООД должно ответить пакетом "Подтверждение разъединения". Встречное разъединение происходит при одновременной встречной передаче по одному ЛК пакетов запроса и индикации разъединения со стороны ООД и АКД соответственно. В этом случае процедура разъединения считается законченной и АКД не должна ожидать и передавать пакет подтверждения. Она передает пакет "Индикация разъединения" также в ответ на пакет "Запрос соединения", если соединение не может быть установлено.

Процедуры передачи данных применимы независимо для каждого ЛК, закрепленного за ВС или ПВК. При нормальной работе сети данные пользователя в пакетах данных и прерываний передаются без преобразований в сети при взаимодействии пакетных ООД. Для указания необходимости уведомления о доставке пакета адресуемому ООД в заголовке пакета используется бит подтверждения доставки (бит D). При передаче в одном направлении непрерывной последовательности нескольких пакетов "Данные" используется бит дополнительных данных (бит M). Бит M совместно с битом D определяет возможность объединения пакетов различных категорий на другом конце ВС или ПВК. В некоторых случаях для различения двух видов передаваемой информации (например, данных и управляющей информации) в заголовке пакета может использоваться бит идентификации (бит Q).

В процедуре управления потоком во избежание потери пакетов и их дублирования пакеты нумеруются при передаче и приеме по модулю 8 или 128 с присвоением порядковых номеров передачи Нпд и приема Нпм. На интерфейсе ООД/АКД для логического канала, используемого для ВС или ПВК, вводится понятие "окна", которое определяется как диапазон порядковых номеров Нпд в пакетах "Данные", которые разрешено передавать через интерфейс до получения подтверждения. Стандартный размер "окна" равен 2 для каждого направления передачи. Нестандартный размер "окна" может быть временно выбран для всех ВС и для каждого ПВК. Первый передаваемый пакет "Данные" должен иметь Нпд=0. Пакеты,

порядковые номера которых выходят за границы "окна", не должны передаваться через интерфейс ООД/АКД.

Номер Нпм может быть передан в пакетах "Данные", "Готов к приему (ГПР)" и "Не готов к приему (НГПР)". Посредством этого номера приемная сторона формирует передающую о возможности посылку и новых пакетов "Данные".

Процедура прерывания позволяет ООД передавать данные удаленному ООД, не следуя процедуре управления потоком, и может использоваться только в состоянии готовности управления потоком в рамках состояния передачи данных. Процедура прерывания не оказывает никакого влияния на процедуры передачи и управления потоком пакетов данных, передаваемых по ВС или ПВК.

Процедура сброса используется для повторной инициации ВС или ПВК; при этом в каждом направлении передачи аннулируются все пакеты данных и прерываний, которые могут находиться в сети, а номера Нпд и Нпм каждого направления передачи устанавливаются в нуль.

Процедура повторного пуска одновременно разъединяет все ВС и возвращает в исходное состояние все ПВК. При этом ООД может инициировать повторный пуск передачей через стык ООД/АКД пакета "Запрос повторного пуска", в ответ на который АКД должна передать пакет "Подтверждение повторного пуска". В этом случае АКД может инициировать повторный пуск передачей пакета "Индикация повторного пуска АКД" после чего АКД не должна воспринимать никаких пакетов за исключением пакетов "Запрос повторного пуска" и "Подтверждение повторного пуска". В ответ ООД должно выдать пакет "Подтверждение повторного пуска ООД". В случае одновременной инициации повторного пуска с обеих сторон процедура повторного пуска может считаться законченной без выдачи и ожидания подтверждающих пакетов на обеих сторонах.

Пакет "Диагностика" используется некоторыми сетями для указания на наличие ошибок ситуаций в тех случаях, когда обычные методы информирования о таких ситуациях неприемлемы или неудобны. Будучи выдан из АКД, этот пакет несет информацию о таких ошибочных ситуациях, которые неустраняемы на пакетном уровне по рекомендации X.25. Содержащаяся в этом пакете информация дает возможность проанализировать ошибку и устранить ее на более высоком уровне ООД при необходимости и возможности.

Процедура регистрации используется ООД, если требуется согласовать с АКД вопрос использования факультативных средств обслуживания пользователя или прекратить ранее установленное соглашение.

Форматы пакетов. Каждый пакет, передаваемый через интерфейс ООД/АКД, состоит по меньшей мере из трех октетов, в которых содержатся идентификатор общего формата, номера НГЛК и НЛК и идентификатор типа пакета. Во всех октетах биты, расположенные левее и имеющие большие номера, являются старшими (имеют больший вес) по отношению к битам, расположенным справа от них с меньшими номерами.

Поле идентификатора общего формата используется для указания общего формата остальной части заголовка пакета. Способ кодирования этого поля для различных типов пакета приведен ниже:

Тип пакета	Нумерация по модулю	Октет 1 биты			
		8	7	6	5
Установление соединения	8	0	X	0	1
	128	0	X	1	0
Завершение соединения. Управление потоком. Прерывание. Сброс.	8	0	0	0	1
Повторный пуск. Диагностика. Регистрация.	128	0	0	1	0
Данные	8	X	X	0	1
	128	X	X	1	0
Расширение идентификатора общего формата	-	0	0	1	1
Зарезервировано для других применений	-	N	N	0	0

Примечание. X — любое значение 0 или 1; N — не определено.

Формат стандартный ФС пакетов "Запрос соединения" и "Входящий вызов" показан ниже:

Оклеты	Биты							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Идентификатор общего формата				НГЛК			
2	НЛК							
3	Идентификатор типа пакета							
4	Длина адреса вызывающего ООД				Длина адреса вызываемого ООД			
5	Адрес ООД				0	0	0	0
	Длина поля факультативных услуг							
	Факультативные услуги							
	Данные вызывающего пользователя							

В пятом и, возможно, последующих октетах формата ФС содержится адрес вызываемого ООД и далее адрес вызывающего ООД, если он имеется. Каждая цифра адреса представлена в полуоктете в двоично-десятичном коде, и, таким образом, в одном октете расположены две десятичные цифры. Это поле изображено в предположении, что общее число десятичных цифр адреса(ов) ООД — нечетное, в связи с чем последний полуоктет поля заполнен нулями.

Поле услуг имеется только в том случае, когда ООД использует факультативную услугу пользователя, на которую необходимо указать в пакетах "Запрос соединения" и "Входящий вызов". Поле услуг содержит целое число октетов, не превышающее 63.

Поле данных вызывающего пользователя, если оно имеется, имеет длину, равную 16 октетам.

Пакеты "Вызов принят" и "Соединение установлено" могут иметь базовый и расширенный форматы. Расширенный формат этих пакетов соответствует ФС. В базовом формате поле данных пользователя отсутствует, а поля длин адресов ООД (октет 4) не являются обязательными в пакете "Вызов принят".

В формате пакетов "Запрос завершения" и "Индикация завершения" после октета 3 введено два дополнительных октета "Причина завершения" и "Диагностический код" (необязательный в пакете "Запрос завершения"). В этих полях содержится код причины завершения соединения и дополнительная информация о причине

завершения. Остальные поля формата аналогичны полям пакетов "Вызов принят" и "Соединение установлено".

Формат пакетов "Подтверждение завершения ООД/АКД" соответствует ФС, за исключением того, что отсутствует поле данных пользователя; поля длин адресов (октет 4) используются только в расширенном формате пакета "Подтверждение завершения АКД".

Форматы пакетов "Данные ООД" и "Данные АКД" показаны ниже для нумерации по модулю 8 и по модулю 128.

Нумерация по модулю 8

Октейты	Биты							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Идентификатор общего формата				НГЛК			
2	О	Д	О	1				
3	Н _{ЛК} Н _{ПМ} Данные пользователя			М	Н _{ПД}			0

Нумерация по модулю 128

Октейты	Биты							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Идентификатор общего формата				НГЛК			
2	Н _{ЛК}							
3	Н _{ПД}							0
4	Н _{ПМ} Данные пользователя							М

Пакеты "Прерывание ООД/АКД" состоят из четырех октетов: три первых октета те же, что и в ФС четвертом октете содержатся данные пользователя и прерывание.

Пакеты "Подтверждение и прерывание ООД/АКД, "Подтверждение сброса ООД/АКД" и "Подтверждение повторного пуска ООД/АКД" состоят из трех октетов, соответствующих трем первым октетам.

Пакеты "ГПР ООД/АКД" и "НГПР ООД/АКД" могут иметь основной формат (модуль 8) из трех октетов и расширенный формат (модуль 128) из четырех октетов. В основном формате два первых октета те же, что и в ФС, третий октет для пакетов ГПР имеет формат Н_{ПМ} 00001, для пакетов НГПР — формат Н_{ПМ} 00101. В расширенном формате три первых октета те же, что и в ФС, в четвертом октете семь старших разрядов занимает номер Н_{ПМ}, младший разряд установлен в 0.

Пакеты "Запрос сброса", "Индикация сброса", "Запрос повторного пуска" состоят из пяти октетов: три первых октета те же, что и в ФС, в четвертом октете содержится код причины сброса (повторного пуска), в пятом — диагностический код (не обязательный для пакетов запроса). Аналогичный формат имеет пакет "Диагностика" с тем отличием, что в четвертом и пятом октетах содержится диагностический код и дополнительная диагностическая информация.

В пакете "Запрос регистрации" после трех первых октетов стандартного формата ФС следуют поля "Длина адреса ООД" (4 разряда), "Длина адреса АКД" (4 разряда), "Адрес(а) ООД и АКД", "Длина поля регистрации" (7 разрядов) и при необходимости (ООД желает установить или прекратить с ООД соглашение о факультативных услугах) "Поле регистрации". Длина последнего не должна превышать 109 октетов.

Формат пакета "Подтверждение регистрации" отличается от предыдущего тем, что после первых трех октетов введены два дополнительных: "Причина" и "Диагностика", в которых содержится причина отказа от согласования или подтверждение согласования услуг.

Развитие и расширение X.25 В новой редакции стандарта расширен набор факультативных услуг пользователям сети, уточнены форматы и коды полей факультативных услуг, уточнены и детализированы вопросы влияния двух нижних уровней на пакетный уровень, дана привязка к работам ISO, относящимся ко второму и третьему уровням X.25 (стандарты ISO 7776, 8208, 8878). Новая редакция X.25 расширила возможности подключения ООД к сети и возможности доступа со стороны ООД как к сети данных с коммутацией пакетов, так и непосредственно к другому ООД, работающему по интерфейсу X.25. Это расширение проведено с учетом стандарта ISO 8208. Способ отображения услуг сетевого уровня ВОС, определенных в X.213, на протокол пакетного уровня X.25 реализован с учетом стандарта ISO 8878.

Расширение интерфейса X.25 включает также три новые рекомендации X.32, X.28 и X.29, относящиеся к организации интерфейса интерактивных терминалов с сетями данных.

X.32

Общая организация. Рекомендация X.32 определяет стык между ООД и АКД для оконечных устройств, работающих в пакетном режиме и осуществляет доступ к сети передачи данных с коммутацией пакетов (СПД КП) через телефонную сеть (ТС) или СПД с коммутацией каналов (СПД КК).

В X.32 выделяются следующие режимы работы ООД: с прямым набором, обеспечивающим возможность доступа ООД к СПД КП посредством некоторого множества процедур в ТС или СПД КК, причем процедура вызова в ООД может осуществляться автоматически или вручную; с обратным набором, обеспечивающий возможность СПД КП доступа к ООД посредством специального набора процедур ТС или СПД КК; в этом режиме следует принять процедуру автоответа, но можно использовать и процедуру ответа, передаваемую вручную.

Идентификация ООД может быть применена для : тарификации; обеспечения идентификации вызывающего ООД; предоставления возможности ООД, которое подключено к сети, принимать входящие вызовы; определения предопределенного набора параметров услуг, которые должны быть использованы на стыке ООД/АКД; подтверждения права ООД использовать необязательные услуги.

В рекомендации X.32 предусмотрены различные методы идентификации/неидентификации, которые можно разделить по признакам (моментам) идентификации ООД:

<i>Тип или область используемого пакета (кабра)</i>	<i>Идентификация до установления виртуального соединения</i>	<i>Идентификация для каждого виртуального соединения отдельно</i>
Отсутствие идентификации	Предусмотрено коммутацией сетью общего пользования	-
Кадр	Процедура XID на уровне звена	-
Пакеты регистрации	Процедура регистрации на уровне пакетов	-
Область услуг	-	Услуги NUI в пакетах установления соединения
Область адресов	-	Область адресов в пакетах установления соединения

Следует отметить, что в результате процедуры идентификации ООД достигается определенная степень защиты. Таким образом необходимо включить проверку и/или аутентификацию правильности идентификации ООД.

Идентификация АКД может быть использована в сетях, обеспечивающих доступ с обратным каналом к ООД, для предоставления ООД возможности: обеспечивать набор соответствующей процедуры безопасности в отношении информации (например, зашифрованный ключ, пароль и др.) при осуществлении обмена ООД с АКД в данной сети; выбирать различные параметры, процедуры или наборы, соответствующие данной сети; подтверждать, какой СПД КП был установлен коммутируемый доступ и таким образом задействовать необязательную услугу "Замкнутая группа пользователей", доставку адреса, вызывающего ООД, обслуживаемую СПД КП.

Идентификации АКД оборудованием ООД не требуется, когда в сети предусмотрен доступ с прямым набором от ООД и/или доступ с обратным набором к ООД. Если идентификация АКД не принимается ООД, то в оборудовании определяется уровень безопасности для продолжения работы. Возможна и идентификация для установления виртуального канала.

X.75

Рекомендация X.75 определяет процедуры управления оконечными и транзитными вызовами по международным каналам между сетями данных с коммутацией пакетов. Процедуры X.75 основаны на аналогичных процедурах X.25, но имеют ряд существенных отличий: не используются постоянные виртуальные каналы; введены дополнительные процедуры для обмена управляющей информацией, касающейся учета трафика, накопления статистики и др.; учтены требования международной нумерации для организации взаимосвязи абонентов различных национальных сетей.

Приложение 1. МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ (МС) И РЕКОМЕНДАЦИИ, ОХВАТЫВАЕМЫЕ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛЬЮ ВОС

Стандарты ISO

МС 1155. Использование продольной четности для обнаружения ошибок в информационных сообщениях.

МС 1177. Структура знака для стартстопной передачи данных.

МС 1745. Процедуры управления основного режима для систем передачи данных:

МС 2110. 25-контактный соединитель стыка между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой окончания канала данных (АКД). Распределение контактов.

МС 2111. Процедуры управления основного режима. Кодонезависимая передача информации.

МС 2382. Обработка информации. Словарь терминов.

Часть 09. Передача данных.

Часть 18. Распределенная обработка данных (ПМС).

Часть 26. Архитектура открытых систем (ПМС).

МС 2593. 34-контактный соединитель стыка между ООД и АКД.

Распределение контактов.

МС 2628. Процедуры управления основного режима. Дополнения.

МС 2628. Процедуры управления основного режима. Диалоговая передача информационных сообщений.

МС 3309. Процедуры управления звеном данных верхнего уровня (HDLC). Структура кадра.

МС 4335. Объединение элементов процедур HDLC.

МС 4902. 37-контактный соединитель стыка между ООД и АКД. Распределение контактов.

МС 4903. 15-контактный соединитель стыка между ООД и АКД. Распределение контактов.

МОС/ТР 7477. Требования к физическому соединению с использованием цепей обмена V.24 и X.24.

ПМС 7478. Процедуры многозвенного управления HDLC.

МС 7480. Качество сигналов на стыке между ООД и АКД при стартстопной передаче данных.

МС 7498. Базовая эталонная модель взаимосвязи открытых систем (ВОС).

МС 7776. HDLC. Описание процедур уровня звена данных для ООД, совместимого с X.25 LAPB.

МС 7809. Объединение классов процедур HDLC.

ПМС 7942. Машинная графика. Ядро графической системы. Функциональное описание.

МС 8072. Определение услуг транспортного уровня.

МС 8073. Спецификация протокола транспортного уровня.

ПМС 8208. Спецификация протокола уровня пакетов X.25 для ООД.

ПМС 8211. Спецификация дескрипторного файла для обмена информацией.

ПМС 8280. Стык между ООД и АКД для работы терминальных устройств в режиме коммутации пакетов по сетям данных общего пользования (СДОП).

ПМС 8326. Определение услуг уровня сессий.

ПМС 8348. Описание услуг сетевого уровня в режиме с установлением соединения.

ПМС 8471. Разрешение/согласование адресного соперничества на уровне звена данных в коммутируемых соединениях.

ПМС 8472. Протокол сетевого уровня, сходящийся к X.25.

ПМС 8473. Протокол для обеспечения услуг сетевого уровня в режиме установления соединения.

ПМС 8478. Протокол средств передачи сетевого уровня.

ПМС 8480. Управление операциями резервирования стыка ООД/-АКД с использованием 25-контактного соединителя.

ПМС 8481. Физическое соединение ООД-ООД с использованием цепей обмена X.24 при синхронизации со стороны ООД.

ПМС 8482. Многоточечные соединения на витых парах.

ПМС 8505. Системы обмена текстами. Функциональное описание и спецификация.

ПМС 8509. Соглашения по услугам ВОС.

ПМС 8571. Передача файлов, доступ к файлам, управление системами файлов.

ПМС 8602. Протокол для обеспечения услуг транспортного уровня в режиме без установления соединения с использованием услуг сетевого уровня в режиме с установлением или без установления соединения.

ПМС 8632. Машинная графика. Метафайл для хранения и передачи информации об описании изображений.

ПМС 8648. Внутренняя организация сетевого уровня.

ПМС 8649. Определение элементов услуг прикладного уровня.

ПМС 8650. Спецификация протоколов для элементов услуг общего применения.

ПМС 8651. Машинная графика. Связь с языками программирования ядра графических систем: ФОРТРАН, ПАСКАЛЬ, АДА.

ПМС 8805. Машинная графика. Ядро графических систем для трехмерного варианта (3D). Функциональное описание.

ПМС 8807. LOTOS — метод формализованного описания, основанный на упорядочении во времени внешних событий процесса.

ПМС 8822. Определение услуг уровня представления.

ПМС 8823. Спецификация протоколов уровня представления.

ПМС 8824. Определение языка нотаций абстрактного синтаксиса ASN.1.

ПМС 8825. Основные правила кодирования для языка нотаций абстрактного синтаксиса ASN.1.

ПМС 8831. Передача и обработка заданий. Определение услуг.

ПМС 8832. Передача и обработка заданий. Спецификация протокола базового класса.

ПМС 8867. Системы управления, реализующие асинхронную полудуплексную передачу. Электрические и механические характеристики интерфейса и протокол управления звеном данных.

ПМС 8877. Соединитель стыка базового доступа к ISDN в эталонных точках S и T и распределение контактов.

ПМС 8878. Использование протокола X.25 для обеспечения услуг сетевого уровня с

установлением соединения.

ПМС 8880. Спецификация протоколов для обеспечения и поддержки сетевого уровня ВОС.

ПМС 8882. Аттестационное тестирование ООД, соответствующего X.25.

ПМС 8883. Системы обмена текстами. Подуровень передачи сообщений. Услуги обмена сообщениями и протокол передачи сообщений.

ПМС 8885. HDLC. Содержимое поля информации и формат команды ИДС (XID) общего назначения.

ПМС 8886. Определение услуг уровня звена данных для ВОС.

ПМС 8907. Язык описания сетевой базы данных NDL.

ПМС 9040. Услуги виртуальных терминалов базового класса. Начальный набор средств.

ПМС 9041. Протоколы виртуальных терминалов базового класса. Начальный набор средств.

МС 9066. Системы обмена текстами. Услуги надежной передачи и использование услуг уровня представления и уровня сессий.

ПМС 9067. Процедуры автоматической локализации неисправностей с использованием проверочных шлейфов.

ПМС 9068. Обеспечение услуг сетевого уровня в режиме без установления соединения с использованием ПМС 8208.

ПМС 9072. Системы обмена текстами, ориентированные на сообщения. Услуги удаленных операций.

ПМС 9074. ESTELLE — метод формализованного описания, основанный на расширенной модели перехода состояний.

ПМС 9075. Язык описания реляционной базы данных SDL.

ПМС 9234. Электрические и механические характеристики интерфейсов и протокол линейного управления, использующий управляющие символы связи для последовательного звена данных между управляющими системами, реализующими асинхронную дуплексную и полудуплексную передачу.

ПМС 9322. Интеллектуальный периферийный интерфейс IPI (ИПИ). Состав команд, общий для устройств передачи данных.

Стандарты ЕСМА

ЕСМА-16. Процедуры управления в основном режиме для систем передачи данных с использованием 7-битового кода

ЕСМА-24. Кодонезависимая передача информации. Расширение стандарта ЕСМА-16.

ЕСМА-26. Процедуры восстановления. Расширение стандарта ЕСМА-16.

ЕСМА-27. Процедуры прерывания передачи данных. Расширение стандарта ЕСМА-16.

ЕСМА-28. Процедуры выборки станций в многостанционном режиме. Расширение стандарта ЕСМА-16.

ЕСМА-29. Диалоговая передача информации. Расширение ЕСМА-16.

ЕСМА-37. Дополнительные функции управления передачей данных. Расширение стандарта ЕСМА-16.

ЕСМА-40. Процедуры управления звеном данных верхнего уровня HDLC

Структура кадра.

ЕСМА-49. Элементы процедур HDLC.
 ЕСМА-60. Несбалансированный класс процедур HDLC.
 ЕСМА-61. Сбалансированный класс процедур HDLC.
 ЕСМА-71. Предпочтительные процедуры HDLC.
 ЕСМА-72. Протокол транспортного уровня.
 ЕСМА-84. Протокол уровня представления данных.
 ЕСМА-85. Протокол виртуальных данных.
 ЕСМА-86. Представление обобщенных данных. Описание услуг и определение протокола.
 ЕСМА-87. Обобщенный виртуальный терминал. Описание услуг и протокола.
 ЕСМА-88. Базовый класс виртуальных терминалов. Описание услуг и определение протокола.
 ЕСМА-92. Межсетевой протокол в режиме без установления соединений.
 ЕСМА-93. Система обмена сообщениями в распределенной среде.
 ЕСМА-96. Синтаксис графических данных для интерфейса с группой рабочих станций GDS.
 ЕСМА-101. Архитектура учрежденческих документов.
 ЕСМА-102. Согласование скоростей для поддержки синхронного и асинхронного оборудования, использующего интерфейс серии V на сетях коммутации каналов частного пользования. (ККЧП).
 ЕСМА-103. Физический уровень интерфейса базового доступа между ООД и сетями ККЧП.
 ЕСМА-104. Физический уровень интерфейса для первичной скорости между ООД и сетями ККЧП.
 ЕСМА-105. Протокол уровня звена данных для передачи сигналов по D – каналу S@интерфейсов между ООД и сетями ККЧП.
 ЕСМА-106. Протокол уровня 3 для передачи сигналов по D – каналу S@интерфейсов между ООД и сетями ККЧП.
 ЕСМА-112. Подсеть X.25. (1980). Протокол, зависимый от особенностей подсети.

Рекомендации ССИТТ (МККТТ)

V.24. Перечень определений цепей стыка между ООД и АКД.
 X.21. Стык между ООД и АКД для синхронной передачи по СДОП.
 X.25. Стык между ООД и АКД для терминальных устройств.
 X.75. Процедуры управления оконечными и транзитными вызовами по международным каналам между сетями данных с коммутацией пакетов.
 X.200. Базовая эталонная модель взаимосвязи открытых систем (ВОС) для применений МККТТ.
 X.210. Соглашения по определению услуг уровней ВОС для применений МККТТ.
 X.211. Определение услуг физического уровня ВОС для применений МККТТ.
 X.213. Определение услуг сетевого уровня ВОС для применений МККТТ.
 X.214. Определение услуг транспортного уровня для применений МККТТ.
 X.215. Определение услуг уровня сессий ВОС для применений МККТТ.
 X.224. Спецификация протокола транспортного уровня ВОС для применений МККТТ.
 X.225. Спецификация протокола уровня сессий ВОС для применений МККТТ.

- X.250.** Методы формализованного описания для протоколов и служб передачи данных.
- X.400.** Системы обработки сообщений (COC). Модель системы. Элементы услуг.
- X.401.** СОС. Элементы базовых услуг и необязательные услуги для пользователей.
- X.408.** СОС. Правила преобразования типов кодируемой информации.
- X.409.** СОС. Синтаксис и система обозначений передаваемых данных на уровне представления.
- X.410.** СОС. Дистанционная работа и поставщик надежной передачи.
- X.411.** СОС. Уровень передачи сообщений.
- X.420.** Уровень представления данных пользователя для передачи межперсональных сообщений.
- X.430.** СОС. Протокол доступа для телексных оконечных устройств.

Приложение 2. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ НА ИНТЕРФЕЙСЫ

Отечественные стандарты на интерфейсы

<i>Интерфейс</i>	<i>ГОСТ</i>
КОП	26.003-80. Система интерфейса для измерительных устройств с байт-последовательным, бит-параллельным обменом информацией.
МВ	26.201.1-84. Система КАМАК. Требования к интерфейсу параллельной ветви.
ПМ	26.201.2-84. Система КАМАК. Требования к интерфейсу последовательной магистрали.
ИРМ	26139-84. Интерфейс для автоматизированных систем управления рассредоточенными объектами.
МПИ	26765.51-86. Интерфейс магистральный параллельный (МПИ) системы электронных модулей. Общие требования к совокупности обмена информацией.
МДКК	27079-86. Система КАМАК. Многоконтроллерный крейт. Требования к интерфейсу и дополнительным контроллерам.
МК	27080-86. Система КАМАК. Крейт и сменные блоки. Требования к конструкции и интерфейсу.

Стандарты и проекты стандартов IEEE на интерфейсы вычислительных систем

S-100	P696. Интерфейс для микропроцессорных компонентов.
MBI	P796. Интерфейсная 16-разрядная система фирмы Intel.
Futurebus	P896.1. Интерфейсная модульная система.
Futurebus	P896.2. Аппаратно-программное обеспечение.
SBX	P959. Шина расширения ввода-вывода.

STD	P961. 8-разрядная шина микропроцессорных систем.
Versabus	P970. Усовершенствованный системный интерфейс фирмы Motorola.
EPCBB	P996. Системный интерфейс расширения ПЭВМ.
STE bus	P1000. Совместимая с STD 16-разрядная шина микропроцессорных систем.
VME	P1014. Стандартный многофункциональный системный интерфейс фирмы Motorola.
VSБ	P1096. Высокопроизводительный мультиплексированный интерфейс системы VME.
VMS	P1132. Последовательный многофункциональный интерфейс системы VME.
I-Bus	P1155. Высокоскоростной системный приборный интерфейс.
NuBus	P1196. Упрощенный 32-разрядный системный интерфейс фирмы TI.
MBII	P1296. Интерфейсная 32-разрядная система фирмы Intel.
HPSB	P1394. Высокопроизводительный системный последовательный интерфейс.
RB	P1496. Сверхвысоконадежная структура интерфейса.
SCI	P1596. Межпроцессорный последовательный сверхвысокопроизводительный интерфейс.

Стандарты IEEE на приборные интерфейсы

IB	488. Интерфейс программируемых приборов на основе HP-IB
DW CAMAC	583. Магистраль крейта КАМАК
SHW CAMAC	595. Магистраль последовательной ветви КАМАК
BHW CAMAC	595. Магистраль параллельной ветви КАМАК.
	683. Блочная передача данных КАМАК.

Стандарты IEC на приборные интерфейсы

DW CAMAC	516. Интерфейс на основе IEEE-583.
BHW CAMAC	552. Интерфейс на основе IEEE-596.
КОП	625. Приборный интерфейс на основе IEEE-488.
SHW CAMAC	640. Интерфейс на основе IEEE-595.
	677. Интерфейс на основе IEEE-683.
	678. Терминология на системе КАМАК.
ACB CAMAC	729. Магистраль дополнительных крейт-контроллеров.
VME	821. Интерфейс MMC на основе P1014

Приложение 3. СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

Абонент (Subscriber). Юридическое или физическое лицо, пользующееся услугами, предоставляемыми системами передачи, обработки данных или вычислительной сетью; компонент системы или сети, реализующий ее протокол.

Адаптер (Adapter). Устройство, обеспечивающее сопряжение и взаимодействие двух или более технических средств с различными интерфейсами и/или протоколами.

Адрес (Address). Закодированное обозначение абонента, получателя или источника данных.

Адресация географическая (Geographical Addressing). Адресация, при которой указывается географическое размещение (как правило, в каркасе) абонента.

Адресация групповая (Group Addressing). Адресация, при которой данные передаются группе абонентов.

Адресация индивидуальная (Individual Addressing). Адресация, при которой данные передаются только одному абоненту.

Адресация логическая (Logical Addressing). Адресация абонентов, независимая от их физического месторасположения.

Адресация физическая (Physical Addressing). Адресация, при которой указывается физическое месторасположение абонента.

Адресация широковещательная (Broadcast Addressing). Адресация одновременно ко всем абонентам.

Аппаратура окончания канала данных (Data circuit Termination Equipment). Оборудование станции данных, выполняющее преобразование сигналов и кодов между оконечным оборудованием данных и линией связи.

Аппаратура передачи данных (Data Communication Equipment). Совокупность устройств, осуществляющая установление физического соединения, преобразование сигналов данных, некоторые функции защиты от ошибок и вспомогательные функции (например, контрольно-измерительные).

Арбитр (Arbiter). Устройство (схема, механизм), определяющее приоритет абонента на получение ресурсов интерфейса (системы, сети).

Арбитраж (Arbitrage). Процедура определения абонента с наивысшим приоритетом.

Арбитраж децентрализованный (Noncentralized Arbitrage). Арбитраж, основанный на распределении средств арбитра по активным абонентам интерфейса (системы, сети) коллективного пользования.

Арбитраж на основе кодированных приоритетов (Coded Priority Arbitrage). Арбитраж, при котором осуществляется синхронный опрос устройства, хранящего асинхронные запросы, и конфликты разрешаются в пользу устройства с наивысшим приоритетом.

Арбитраж параллельный (Parallel Arbitrage). Вид арбитража, обеспечивающий параллельное сравнение сигналов прерывания, поступающих по соответствующему числу уровней приоритета выделенных линий интерфейса.

Арбитраж последовательный, "гирляндный". Вид арбитража, при котором линия запроса и разрешения захвата магистрали проходит последовательно через все устройства к или арбитра магистрали и конфликты разрешаются в пользу запрашивающего устройства, ближайшего к началу последовательной линии разрешения захвата магистрали.

Арбитраж централизованный (Centralized Arbitrage). Арбитраж, основанный на использовании только одного отдельного физического устройства в интерфейсе (системе, сети).

Архитектура взаимосвязи открытых систем (Open Systems Interconnection Architecture). Сетевая архитектура, удовлетворяющая конкретному набору стандартов МОС, относящихся к взаимосвязи открытых систем.

Архитектура вычислительной сети (Network Architecture). Логическая структура и принципы работы вычислительной сети.

Архитектура вычислительной системы (Computing Architecture). Общая логическая организация цифровой вычислительной системы, определяющая процесс обработки данных в конкретной вычислительной системе и включающая методы кодирования данных, состав, назначение, принципы взаимодействия технических средств и программного обеспечения.

Архитектура интерфейсной системы (Interface Systems Architecture). Общая логическая организация интерфейсной системы, которая определяет процессы передачи информации в интерфейсной системе и включает состав, назначение, принципы и протоколы взаимодействия средств аппаратурного и программного уровней, обеспечивающие создание и функционирование различных структур систем.

Ассоциация локальных сетей (Local-area network associatian). Объединение локальных сетей в единое целое с целью квалифицированного и экономичного управления ассоциацией с центрального пункта специалистом по управлению сетями; передачи электронной почты между пользователями различных сетей, что увеличивает производительность этих сетей; быстрого и эффективного обмена файлами и информацией; создания единых для группы сетей базы данных и банков данных.

Ассоциация ЕСМА (European Computer Manufacturers Association). Организация, созданная в 1961 г. и разрабатывающая стандарты на интерфейсы и сети для ее членов — европейских производителей электронных машин. Занимается распространением различных стандартов на оборудование обработки данных.

Базовая эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) (Open systems interconnection basic reference model). Концептуальная основа, определяющая характеристики и средства взаимодействия открытых систем, выпускаемых различными производителями, в которой предусматриваются взаимодействие прикладных процессов, формы представления данных, хранения данных, управления прикладными процессами и ресурсами, целостность и защита информации, диагностика программ и технических средств.

Байт (Byte). Последовательность битов (обычно используется 8-битовый байт). Каждый байт соответствует одному знаку данных, букве, символу, цифре. Используется в качестве единицы емкости запоминающих устройств.

Байт в секунду, байт/с (Byte per second). Единица измерения скорости передачи информации по параллельным интерфейсам.

Байтовый режим (Byte mode). Обмен данными между несколькими абонентами по шине данных с чередованием байтов данных.

Без возвращения к нулю, БВН (Return-to zero (NRZ)). Относительно двоичного кода, при котором каждый бит информации в течение периода следования передается высоким или низким уровнем.

Бит (BYT). Двоичная единица измерения количества информации.

Бит в секунду, бит/с. (Bit per second, BPS). Единица измерения скорости передачи информации по последовательным интерфейсам.

Блок данных (Data Unit). Порция данных, пересылаемая как целое между устройствами вычислительной системы или сети.

Блок данных интерфейсный, ИБД (Interface Data Unit, PDU). Блок данных, передаваемый между объектами одного и того же уровня.

Блок данных сервисный, СБД (Service Data Unit, SDU). Блок данных, в который отображаются ПБД смежного верхнего уровня при их переносе в смежный, нижний уровень. При переносе СБД в смежный нижний уровень они отображаются в ПБД последнего.

Блок доступа (Medium attachment unit). Техническое устройство, соединяющее систему с общим звеном моноканала либо циклического кольца и являющееся активным компонентом физических средств соединений, используемых в сетях с селекцией данных.

Блокировка (Lock-up). Запрещение других обращений к ресурсам системы или сети при выполнении какой-либо операции, использующей эти ресурсы.

Блоковый режим (Data Unit Mode). Передача между двумя абонентами группы байтов по шине данных в течение определенного непрерывного промежутка времени.

Ввод данных (Data Input). Операция чтения данных с носителя или клавиатуры ввода данных и последующая их запись в основную память. Компонент, управляющий в текущий момент операцией в интерфейсе, системе.

Ведомый (Slave). Компонент, взаимодействующий в текущий момент с управляющим компонентом (ведущим) в совместном выполнении операций.

Ведущий (Master). Компонент, управляющий в текущий момент операцией в интерфейсе, системе.

Вектор прерывания (Interrupt vector). Адрес первой из двух ячеек оперативной памяти, выделенных абоненту, в которой хранится начальный адрес программы обслуживания прерывания от абонента, во второй ячейке хранится слово состояния процессора для этой программы.

Взаимодействие (Interworking). Способность взаимосвязанных систем выполнять совместную работу при решении общей распределенной задачи.

Взаимодействие с подтверждением (Handshaking). Процедура синхронизации обмена, при которой сигнал подтверждения посылается обратно для указания о получении (выдаче) информации.

Взаимосвязь открытых систем (Open Systems Interconnection). Взаимосвязь нескольких открытых систем в соответствии с определенными стандартами МОС с целью обмена информацией и обеспечения взаимодействия между ними.

Виртуальный канал (Virtual circuit). Логический канал, проложенный между объектами транспортного уровня и проходящий через всю коммуникативную сеть (осуществляется маршрутизация пакетов).

Входные данные (Input Data). Данные, получаемые с помощью соответствующих сигналов управления в процессе приема информации от источника к приемнику.

Вывод данных (Data Output). Операция чтения данных из основной памяти и последующая запись их на носитель данных или на экран.

Вызов (Call). Запрос на установление соединения через коммуникационную сеть с коммутацией каналов.

Выходные данные (Output Data). Данные, выдаваемые с помощью соответствующих сигналов управления в процессе передачи информации от источника к приемнику.

Высший уровень управления каналом данных (High level data link control (HDLC)). Протокол уровня канала, определенный ISO для процедур управления каналом передачи данных при синхронной кодонезависимой передаче блоков данных (кадров) между системами.

Данные (Data). Информация, которая представлена в формализованном виде и предназначена для обработки с помощью технических средств (например, вычислительных машин) или уже обработана ими.

Датаграмма (Datagram). Пакет, передаваемый через коммуникационную сеть без предварительной организации пути его следования и независимо от других пакетов с помощью специальной датаграммной службы.

Двойное кольцо (Dual ring). Циклическое кольцо, образованное двумя кольцевыми каналами, сигналы по которым передаются в разные стороны, и при разрыве одного из общих звеньев они продолжают передаваться по другому общему звену.

Двойное кольцо FDDI (Fiber Distributed Data Interface dual ring, FDDI). Двойное кольцо с оптическим распределенным интерфейсом данных, в котором используются оптические кабели; соответствует стандарту X.379.5.

Дискретная (цифровая) сеть с интегрированным обслуживанием (Integrated Services Digital Network, ISDN). Сеть с маршрутизацией данных, обеспечивающая коммутацию пакетов и сообщений и передающая любую информацию (текст, графику, речь) со скоростями 64 Кбит/с... 1,5 Мбит/с в соответствии со стандартами CCITT серии I.

Доступ (Access). Процесс обращения абонента к некоторым ресурсам системы, сети.

Доступ дистанционный (Remote Access). Доступ к ресурсам от удаленных абонентов через средства дистанционной связи.

Доступ коллективный, множественный (Multiaccess). Одновременный доступ нескольких абонентов к общим ресурсам.

Доступ случайный (Random Access). Доступ, позволяющий абоненту передавать данные без явной предварительной координации с другим абонентом.

Драйвер (Driver). Блок управления, формирующий нормируемые сигналы на линиях интерфейса; электромеханическое периферийное оборудование с магнитной запоминающей средой; программа управления конкретным ПУ.

Евроконструктивы (Euromechanical). Конструктивы каркасов (крейтов), соответствующие требованиям стандартов IEC.

Европлата (Eurocard). Печатная плата, соответствующая требованиям стандартов IEC 297.

Евросоединитель (Euroconnector). Соединитель косвенного контактирования, устанавливаемый на европлату и соответствующий требованиям стандарт IEC 603-2.

Задатчик (Master). Абонент, управляющий в данный момент обменом с другим абонентом.

Задняя панель (Backplane). Жесткая электронная сборка (панель), содержащая соединители и токопроводящие дорожки, по которым передаются сигналы интерфейса.

Захват магистрали (Highway Lockont). Операция, которая выполняется абонентом интерфейса для того, чтобы стать задатчиком (ведущим).

Защита от ошибок (Error Control). Процедуры уменьшения влияния помех, возникающих при передаче и обработке данных.

Звено данных (Data Link). Совокупность канала связи и двух или более станций, подключенных к этому каналу и одновременно участвующих в передаче данных при отсутствии промежуточных пунктов хранения или обработки данных.

Знак данных (Character). Буква, цифра, знак препинания или какой-либо другой символ, отображающий данные.

Инициация системы (System Initiation). Процедура, обеспечивающая начальную подготовку к работе, установку в активных абонентах значений, управляющих доступом к коллективно используемым ресурсам, а также запуск системы в работу.

Интерфейс (Interface). Совокупность средств и правил, обеспечивающих взаимодействие компонентов вычислительной системы или сети.

Интерфейс асинхронный (Asynchronous Interface). Интерфейс, в котором передача данных осуществляется после получения сигнала приемника, подтверждающего готовность к приему и завершается подтверждением о приеме данных.

Интерфейс ввода-вывода (Input-output Interface). Интерфейс, используемый в вычислительных системах для подключения системного периферийного оборудования.

Интерфейс внутриблочный (Intranuit Interface). Интерфейс, обеспечивающий взаимодействие абонентов на уровне плат, модулей, субблоков.

Интерфейс внутриплатный (Intraboard Interface). Интерфейс, обеспечивающий взаимодействие основных интегральных схем (БИС, СБИС) платы.

Интерфейс двунаправленный дуплексный (Biderrectional Duplex Interface). Интерфейс, в котором передача данных между абонентами может осуществляться в обоих направлениях.

Интерфейс двунаправленный полудуплексный (Biderrectional Semiduplex Interface). Интерфейс, в котором передача данных между абонентами осуществляется поочередно в каждом из двух направлений.

Интерфейс логический (Logical Interface). Термин, относящийся в общем случае ко всем протоколам, уровни которых выше уровня физического интерфейса

Интерфейс магистрально-модульный (Highway-Modul Interface). Интерфейс, содержащий как правило несколько магистралей, часть из которых обеспечивает высокое быстродействие при взаимодействии модулей внутри блоков, а другая часть © обмен информацией между блоками.

Интерфейс магистральный (Highway Interface). Интерфейс, в котором все устройства, подсоединенные параллельно к общей магистрали, могут взаимодействовать друг с другом.

Интерфейс межблочный (Interblock Interface). Интерфейс, обеспечивающий взаимодействие абонентов на уровне автономного устройства, блока, стойки.

Интерфейс однонаправленный (One-Way-Interface). Интерфейс, в котором передача данных между абонентами осуществляется только в одном определенном направлении.

Интерфейс параллельно-последовательный (Parallel-Serial Interface). Интерфейс, в котором группы из определенного числа бит (чаще всего из 8 бит, т.е. байта) передаются параллельно по соответствующему числу линий, а количество групп (байт) воспринимается приемниками последовательно.

Интерфейс параллельный (Parallel Interface). Интерфейс, в котором определенное число бит данных передается одновременно по соответствующему числу линий.

Интерфейс последовательный (Serial Interface). Интерфейс, в котором передача информации осуществляется побитно по одной линии связи.

Интерфейс программируемый (Programmable Interface). Интерфейс или средство сопряжения периферийного устройства, функции которого могут быть изменены программным образом.

Интерфейс сети коммутации пакетов (Packet switching Network Interface). Стандарт, определяющий связь систем; для выделенных каналов абонентский интерфейс определяется CCITT рекомендацией X.25, а для коммутируемых – рекомендацией X.32.

Интерфейс системный (System Interface). Интерфейс, обеспечивающий сопряжение центрального процессора с основными системными устройствами ЭВМ.

Интерфейс физический (Physical Interface). Термин, определяющий совокупность электрических, механических и функциональных характеристик средств, реализующих взаимодействие.

Интерфейс физический уровня 0. Совокупность электрических и механических характеристик физического интерфейса.

Интерфейс физический уровня 1. Совокупность состояний магистрали, последовательностей и других правил (за исключением электрических и механических характеристик), определяющих использование интерфейсов.

Информационная сеть (Data Network). Ассоциация взаимодействующих абонентских систем; различают территориальные и локальные сети, общественные (государственные) и ведомственные (частные).

Кадр (Frame). Блок данных, передаваемый в сети.

Канал (Channel). Среда распространения сигналов.

Канал ввода-вывода (Input-Output Channel). Устройство, обеспечивающее пересылку данных между основной памятью и периферийными устройствами.

Канал передачи данных (Data Channel). Совокупность канала связи или физической линии связи и аппаратуры передачи данных.

Канал связи (Data Circuit, Data Line). Совокупность технических средств и среды распространения сигналов, обеспечивающая передачу сообщений любого вида от источника к получателю(ям).

Каркас, см. крейт между объектами уровня канала.

Кодек (Codec). Составная часть оконечного устройства, обеспечивающая кодирование и декодирование информации в соответствии с принятой формой ее представления.

Контроллер (Controller). Составная часть абонента, обеспечивающая функциональное и электрическое сопряжение с контроллером.

Контроль по четности (Parity check). Метод проверки правильности данных, основанный на сравнении кодов по модулю 2.

Крейт (Crate). Типовой каркас системы (например, КАМАК), используемый для размещения встраиваемых функциональных узлов, блоков и модулей.

Линия выборки (Selection Line). Линия, по которой передается адрес или сигнал выборки периферийного устройства.

Линия связи (Communication Line). Физическая среда, по которой передается адрес или сигнал выборки периферийного устройства.

Магистраль (Bus). Совокупность линий и шин интерфейса, обеспечивающих его функционирование.

Магистраль локальная (Local Bus). Магистраль, используемая активным абонентом для взаимодействия с собственными локальными ресурсами (например, с оперативной памятью).

Магистраль системная (System Bus). Параллельная высокопроизводительная магистраль, используемая для взаимосвязи основных компонентов системы (процессоров, общей памяти, контроллеров и др.).

Маршрутизация (Routing). Выбор пути передачи данных в системе или сети с несколькими промежуточными узлами между источниками данных и получателем данных.

Модель эталонная взаимосвязи открытых систем (Reference Model of Open Systems Interconnection). Модель, которая описывает общие принципы взаимодействия открытых систем и представляет иерархическое расположение семи уровней, определенных соответствующими стандартами МОС.

Модуль (Module). Основная функциональная единица внутри абонента. Абонент может состоять из одного или нескольких модулей.

Модуль интерфейсный (Interface Module). Конструктивно и функционально законченные устройства, обеспечивающие взаимодействие абонентов.

Моноканал. Монопольно используемая физическая среда, обеспечивающая возможность передачи данных от одного источника всем абонентам, подключенным к этой физической среде.

Монопольный режим интерфейса (Interface burst Mode). Режим использования интерфейса, обеспечивающий передачу данных между двумя абонентами в течение длительного времени, при этом работа остальных абонентов на это время блокируется.

Мультиплексный режим интерфейса (Interface Multiplex Mode). Режим разделения во времени функций одних и тех же шин интерфейса.

Обмен данными (Data Communication). Процедура передачи данных между двумя и более абонентами системы, сети.

Обмен интерфейсный асинхронный (Asynchronous Data Communication). Операция передачи данных по интерфейсу, выполняемая после получения сигнала от приемника о его готовности к выполнению операции и заканчивающаяся подтверждением о завершении операции передачи.

Обмен интерфейсный синхронный (Synchronous Data Communication). Операция передачи данных на основе одного общего или отдельных генераторов с использованием отдельной(ых) линии стробирования.

Обработка данных (Data Processing). Систематическое выполнение операций над данными.

Обработка данных распределенная (Distributed Data Processing). Обработка данных, в которой все функции обработки, хранения данных и управления, а также функции ввода-вывода распределены между абонентами, станциями системы, сети.

Оконечное устройство (Terminal Device). Составная часть абонента, обеспечивающая функциональное и электрическое сопряжение с контроллером.

Отрицательная логика (Negative Logic). Условия, при которых наличие сигнала (лог.1) соответствует наименьшему положительному (или наибольшему отрицательному) потенциалу, а отсутствие сигнала (лог.0) — наибольшему положительному (или наименьшему отрицательному) потенциалу.

Пакет (Packet). Протокольный блок данных сетевого уровня.

Передача блочная. Передача одной или нескольких групп слов.

Передача данных (Data Transmission). Пересылка данных от источника данных к получателю с помощью средств связи.

Приемник (Receiver). Устройство, осуществляющее прием сигналов по линиям связи для последующего использования.

Повторитель интерфейсный (Interface Repeater). Устройство, обеспечивающее восстановление сигналов интерфейса, увеличение длины и расширение топологии системы.

Пользование ресурсами коллективное (Resource Sharing). Совместное использование несколькими абонентами ресурсов интерфейса, системы, сети.

Пользователь (User). Физическое лицо, пользующееся ресурсами интерфейса, системы, сети.

Порт ввода-вывода (Input-output Port). Адресуемый канал (устройство) ввода-вывода.

Преобразователь интерфейсный (Interface Converter). Совокупность технических и программных средств, обеспечивающих взаимодействие одной или нескольких различных систем между собой и с вычислительной сетью.

Преобразователь межсетевой (Gateway). Совокупность технических и программных средств, обеспечивающих взаимодействие нескольких ВС.

Преобразователь протокольный (Protocol Converter). Совокупность функций, выполняемых для соединения элементов сетей различной архитектуры.

Прерывание (Interrupt, Abort). Преждевременное принудительное прекращение нормальной последовательности выполнения операции.

Прерывание векторное (Vector interrupt). Прерывание, при котором передается адрес метки, идентифицирующей первую команду подпрограммы прерывания.

Примитив услуги (Service primitive). Абстрактное независимое от реализации элементарное взаимодействие пользователя услуги и поставщика.

Приоритет (Priority). Ранг средства, определяющий его относительную(ую) важность (право) на доступ к ресурсам коллективного пользования.

Протокол (Protocol). Совокупность правил, определяющая взаимодействие абонентов системы, сети и описывающая способ выполнения определенного класса функций.

Протокол межсетевой (Internetwork Protocol). Протокол, определяющий способ взаимодействия двух или более различных сетей.

Процесс (Process). Конечная последовательность событий, выполняемая в системе обработки данных при определенных условиях для достижения заданной цели или результата. Процесс способен взаимодействовать с другими процессами и/или пользователями в данной или других системах обработки данных.

Процесс прикладной (Application Process). Процесс, который выполняет по заданию пользователя обработку данных для конкретного применения.

Разъем (Connector). Физическое устройство, которое может быть соединено с другим аналогичным устройством с целью передачи одного или более сигналов.

Режим байтовый (Byte Mode). Обмен данными между несколькими устройствами по одному каналу связи с чередованием байтов данных.

Режим блоковый (Block Mode). Передача группы байтов между двумя абонентами по одному каналу связи в течение определенного непрерывного промежутка.

Режим монополюсный (Brust Mode). Режим использования канала, при котором один абонент монополизует средства канала в течение длительного периода.

Режим мультиплексный (Multiplex Mode). Режим использования канала, при котором один из абонентов взаимодействует с другими одновременно работающими абонентами в интервале, устанавливаемом автоматически.

Сеансовый уровень. См. уровень сеансовый.

Сервер (Server). Станция, обслуживающая другие станции локальной сети.

Сервис уровня (Service layer). Совокупность услуг уровня и правил их использования.

Сетевая архитектура (Network architecture). Логическая структура и принципы работы сети.

Сетевой уровень. См. уровень сетевой.

Сеть (Network). Совокупность узлов и соединяющих их ветвей

Сеть передачи данных, СПД (Data, Network Transmission). Совокупность аппаратуры окончания канала данных и передающей среды, обеспечивающая передачу данных между реальными конечными системами.

Сигнал (Signal). Физическое представление данных, используемое для передачи из одной точки интерфейса в другую.

Синхронный режим (Synchronous Mode). Режим работы интерфейса, при котором все операции выполняются по жесткой временной схеме, задаваемой генератором тактовых импульсов.

Система вычислительная (Computer System). Система обработки данных, настроенная на решение задач конкретной области применения и работающая с данными, представленными в закодированной форме.

Система децентрализованная (Noncentralized System). Система, в которой информационные, вычислительные и управляющие ресурсы распределены по нескольким элементам системы.

Система интерфейсная (Interface System). Совокупность интерфейса и конструктивных средств для реализации функционально и конструктивно законченной системы.

Система обработки данных (Data Processing System). Система, выполняющая автоматизированную обработку данных и включающая технические средства обработки данных, методы и процедуры, программное обеспечение и соответствующий персонал.

Система открытая (Open System). Система, удовлетворяющая определенным стандартам и способная взаимодействовать с другой системой, удовлетворяющей тем же стандартам.

Система передачи данных (Data Communication System). Взаимодействующий комплекс технических средств, линий связи и протоколов, обеспечивающий передачу данных между абонентами системы.

Система приоритетов (Priorities System). Система условий, определяющая очередность обслуживания запросов на установление связи.

Система с общей шиной (Common Bus System). Система, все абоненты которой подсоединены параллельно к общей шине.

Система с разделением времени (Time-sharing System). Централизованная система, в которой управление взаимодействием абонентов вырабатывается общим элементом в порядке установленной очередности или приоритета.

Система телеобработки данных (Teleprocessing System). Взаимосвязанный комплекс технических, программных средств и процедур обмена данными, реализующий функции обработки данных.

Система централизованная (Centralized System). Система, в которой управление взаимодействием вырабатывается общим элементом.

Слово (Word). Определенное сочетание битов, имеющее конечную длину и рассматриваемое как единое целое при передаче, приеме, обработке, отображении и хранении.

Совместимость (Compatibility). Способность устройства системы согласованно взаимодействовать с другим устройством, системой (обычно рассматривается информационная, логическая, программная и электрическая совместимость).

Совместимость информационная (Information Compatibility). Согласованность взаимодействия абонентов интерфейса в соответствии с совокупностью логических условий, определяющих структуру и состав унифицированного набора шин.

Совместимость конструктивная (Design Compatibility). Согласованность конструктивных элементов интерфейса, предназначенных для обеспечения механического контакта электрических соединений и механической замены схемных элементов, блоков и устройств.

Совместимость электрическая (Electrical Compatibility). Согласованность статических и динамических параметров электрических сигналов в системе шин с учетом ограничений на пространственное размещение устройств интерфейса и техническую реализацию приемопередающих элементов.

Согласователь интерфейсный (Interface Terminator). Устройство или техническое средство, обеспечивающее согласование электрических параметров линий интерфейса.

Соединение (Connection). Связь, устанавливаемая между функциональными блоками для передачи информации.

Соединение двухточечное (Point-to-Point Connection). Соединение, устанавливаемое между двумя абонентами для передачи данных.

Соединение многоточечное (Multipoint Connection). Соединение, устанавливаемое между более чем двумя абонентами для передачи данных.

Сообщение (Message). Сочетание командных, информационных и ответных слов, построенных в соответствии с протоколом обмена.

Среда передачи (Transmission medium). Совокупность линий передачи данных и, возможно, другого оборудования, не относящегося к станции данных, организация структуры и функционирование которой обеспечивают физическую передачу данных между станциями данных.

Станция (Station). Соединенный с магистральным каналом абонент, которому отведен адрес из общего объема адресов интерфейса.

Станция данных (Data Station). Совокупность оконечного оборудования данных, аппаратуры окончания канала данных и, возможно, промежуточного оборудования.

Станция управляющая (Control Station). Станция, предназначенная для выполнения функции децентрализованного управления магистральным каналом.

Столкновение (Collision). Нежелательная ситуация, возникающая в результате одновременных передач по передающей среде.

Терминал (Terminal). Устройство, имеющее выход на периферийную сторону интерфейса.

Территориальная сеть (Wide area Network, WAN). Сеть передачи данных, охватывающая значительное географическое пространство (регион, страну, несколько стран).

Управление системой (System Management). Функции прикладного уровня, относящиеся к управлению различными ресурсами ВОС и их состояниями по всем уровням ее архитектуры.

Управляющая информация протокола (Control Information Protocol). Информация, которой обмениваются логические объекты некоторого уровня для координации их совместной работы с помощью логического соединения, поддерживаемого сегментным нижним уровнем.

Уровень (Layer). Иерархическое подмножество функций ВОС, предоставляющих услуги смежному верхнему уровню по обмену данными и использующих для этого услуги смежного нижнего уровня.

Уровень звена данных (Data Link Layer). Уровень, обеспечивающий протокол управления звеном данных, формирование и передачу кадров данных.

Уровень представления данных (Presentation Layer). Уровень, обеспечивающий преобразование и представление данных в требуемом формате.

Уровень прикладной (Application Layer). Уровень, обеспечивающий связь между прикладными процессами.

Уровень сеансовый (Session Layer). Уровень, обеспечивающий диалог или обмен структурированными сообщениями между двумя логическими объектами прикладного уровня.

Уровень сетевой (Network Layer). Уровень, определяющий формирование пакетов данных и их маршрутизацию по сети.

Уровень транспортный (Transport Layer). Уровень, ответственный за надежную и достоверную доставку сообщений по сетевому соединению.

Уровень физический (Physical Layer). Уровень, определяющий механические, электрические и функциональные характеристики, требуемые для подключения, поддержания и отключения физической линии или канала связи между станциями звена данных.

Услуга (Service). Функциональная возможность, предоставляемая уровнем одному или нескольким вышерасположенным уровням.

Фаза доступа (Access Phase). Фаза цикла арбитража, в которую вступает абонент, получивший на данное время доступ к шине после принятия решения о его приоритете.

Фаза запроса (Inquiry Phase). Начальная фаза цикла передачи, во время которой задатчик интерфейса осуществляет запрос на передачу данных, посылая команду и адрес на шину.

Фаза ответа (Response Phase). Конечная фаза цикла передачи, во время которой другой абонент отвечает на запрос задатчика шины на передачу данных путем посылки сигналов данных и/или состояний.

Фаза решения (Decision Phase). Начальная фаза цикла арбитража, во время которой все претендующие на доступ к шине абоненты посылают идентификатор арбитража на шину, определяющий взаимную очередность доступа к шине абонентов.

Файл (File). Идентифицированная совокупность экземпляров полностью описанного в конкретной программе типа данных, находящихся вне программы во внешней памяти и доступных программе через специальные функции.

Формат данных (Data Format). Установленное расположение закодированных знаков данных и управляющих знаков в последовательности передаваемых данных.

Формат сообщения (Message Format). Длина сообщения, его состав, назначение, размеры и взаимное расположение элементов сообщения.

Функция интерфейсная (Interface Function). Часть алгоритма интерфейса, реализующая определенную операцию взаимодействия.

Цепь приоритетная, гирляндная (Daisy Chain). Способ подключения, при котором позиция в цепи определяет приоритет на получение рерурсов коллективного пользования.

Цикл (Cycle). Временной или пространственно-временной интервал, в котором выполняется один набор операций.

Цикл арбитража (Arbitrage Cycle). Цикл шины, во время которого абоненты пытаются установить монопольный доступ к шине. Цикл подразделяется на фазы решения и доступа.

Цикл исключающий [Reject (Abort) Cycle]. Цикл, во время которого один из абонентов посылает на шину сигнал ошибки и прекращает все циклы шины.

Цикл передачи (Transmission Cycle). Цикл шины, во время которого задатчик интерфейса передает данные на шину. Цикл передачи подразделяется на фазы запроса и ответа.

Цикл шины (Bus Cycle). Временной интервал, в котором с помощью сигналов выполняется передача данных по интерфейсу посредством последовательности управляющих сигналов и некоторого числа полных периодов синхронизирующих импульсов. Цикл шины состоит из циклов арбитража, передачи и исключающего цикла.

Шина (Bus). Группа линий связи, предназначенных для выполнения определенной операции в процессе обмена данными.

Шина адреса (Address Bus). Группа линий связи, предназначенная для передачи адреса абонента.

Шина данных (Data Bus). Группа линий связи, предназначенная для передачи сигналов управления.

Шина управления (Control Bus). Группа линий связи, предназначенная для передачи сигналов управления.

Ячейка (гнездо) [Slot (self)]. Позиция каркаса (блока), в которую может быть вставлена интерфейсная плата для подключения к задней панели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богуславский Л.Б., Дрожжинков В.И. Основы построения вычислительных сетей для автоматизированных систем. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 256 с.
2. Вейцман К. Распределенные системы мини- и микроЭВМ. — М.: Финансы и статистика, 1982. — 382 с.
3. Горностаев Ю.М., Дрожжинков В.И. Сетевая интеграция автоматизированного машиностроительного производства на базе протоколов связи MAP/TOP. — М.: МНЦТИ, 1988. — 144 с.
4. Заморин А.П., Мячев А.А., Селиванов Ю.П. Вычислительные машины, системы, комплексы: Справочник/ Под ред. Б.Н. Наумова, В.В. Пржиялковского. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 264 с.
5. Мячев А.А. Системы ввода-вывода ЭВМ. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 168 с.
6. Мячев А.А., Иванов В.В. Интерфейсы вычислительных систем на базе мини- и микроЭВМ/Под ред. Наумова Б.Н. — М.: Радио и связь, 1985. — 248 с.
7. Мячев А.А., Степанов В.Н., Щербо В.К. Интерфейсы систем обработки данных: Справочник/ Под ред. А.А. Мячева. — М.: Радио и связь, 1989. 415 с.
8. Мячев А.А., Степанов В.Н. Персональные ЭВМ и микроЭВМ. Основы организации: Справочник/ Под ред. А.А. Мячева. — М.: Радио и связь, 1990. — 320 с.
9. Мячев А.А. Мини- и микроЭВМ систем обработки информации: Справочник. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 304 с.
10. Науман Г., Мейслинг В., Щербина А. Стандартные интерфейсы для измерительной техники: Пер. с нем. — М.: Мир, 1982. — 304 с.
11. Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник/ Под ред. И.А. Мизина, А.П. Кулешова. — М.: Радио и связь, 1990. — 504 с.
12. Щербо В.К., Киреечев В.М., Самойленко С.И. Стандарты по локальным вычислительным сетям: Справочник/ Под ред. С.И. Самойленко. — М.: Радио и связь, 1990. — 304 с.

Список основных сокращений

АВУ	— автоматическое вызывное устройство
АКД	— аппаратура окончания канала данных
АПД	— аппаратура передачи данных
АФМ	— амплитудно-фазовая модуляция
ВВ	— ввод-вывод
ВЗУ	— внешнее запоминающее устройство
ВОС	— взаимосвязь открытых систем
ВС	— вычислительная система
ЕС ЭВМ	— Единая система ЭВМ
З	— задатчик
ЗУ	— запоминающее устройство
ИВВ	— интерфейс ввода-вывода
ИГМД	— интерфейс накопителя на гибком магнитном диске
ИКМД	— интерфейс накопителя на кассетном магнитном диске
ИКМЛ	— интерфейс накопителя на кассетной магнитной ленте
ИЛПС	— интерфейс линейной связи с последовательной передачей информации
ИНМЛ	— интерфейс накопителя на магнитной ленте
ИНМЛ-К	— интерфейс НМЛ типа картридж
ИНМЛ-П	— интерфейс НМЛ потокового типа
ИРМ	— интерфейс распределенной магистрали
ИРПР	— интерфейс радиальный параллельный
ИРПР-М	— интерфейс радиальный параллельный модифицированный
ИРПС	— интерфейс радиальный последовательный
ИУС	— интерфейс управляющих систем
КВВ	— канал ввода-вывода
КДОН/ОК	— коллективный доступ с опознаванием несущей и обнаружением конфликтов
КНМЛ	— кассетный накопитель на магнитной ленте
КОП	— канал общего пользования
КПД	— канал прямого доступа
КТД	— кольцо с тактированным доступом
ЛВС	— локальная вычислительная сеть
ЛПС	— локальная подсистема
МК	— магистральный канал
МККТТ	— Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии
МЛС	— малые локальные сети
ММС	— магистрально-модульная мультипроцессорная система
МОС	— Международная организация по стандартизации
МПД	— мультиплексор передачи данных
МПИ	— межмодульный параллельный интерфейс
МС	— международный стандарт
МЭК	— Международная электротехническая комиссия
НГМД	— накопитель на гибком магнитном диске

НМД	— накопитель на магнитном диске
НОД	— накопитель на оптическом диске
ОЗУ	— оперативное запоминающее устройство
ООД	— оконечное оборудование данных
ОШ	— общая шина
ПДП	— прямой доступ к памяти
ПЗУ	— постоянное запоминающее устройство
ПК	— подкомитет
ПМ	— последовательная магистраль
ПМС	— проект международного стандарта
ППЭ	— приемопередающий элемент
ПТД	— процессор телеобработки данных
ПУ	— периферийное устройство
ПУС	— последовательность управляющих сигналов
РГ	— рабочая группа
РСУ	— распределенная система управления
СВВ	— система ввода-вывода
СВТ	— средства вычислительной техники
СИ	— системный интерфейс
СМ	— системная магистраль
СОД	— система обработки данных
СОИ	— система обработки информации
ТК	— технический комитет
УВВ	— устройство ввода-вывода
УПС	— устройство преобразования сигнала
УСО	— устройство связи с объектом
УУ	— устройство управления
ШМД	— шина с маркерным доступом
ШСД	— шина со случайным доступом
ЦП	— центральный процессор
ЭМВОС	— эталонная модель взаимосвязи открытых систем
ANSI	— American National Standard Institute
ASCII	— American Standard Code for Information Interchange
ASN	— Abstract Syntax Notation
CCITT	— International Telegraph and Telephone Consultative Committee
ECMA	— European Computer Manufacturers Association
ESONE	— European Standard Committee of Nuclear Electronics
HDLC	— High-level Data Link Control
IEEE	— Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEC	— International Electrotechnical Commission
IPI	— Intelligent Peripheral Interface
ISDI	— Integrated Service Digital Networks
ISO	— International Organization for Standardization
MAP	— Manufacturing Automation Protocol
RS	— Recommended Standard
SNA	— Systems Network Architecture

Содержание

Предисловие.....	3
Часть I. Интерфейсы. Основы организации и классификация	4
Архитектура	4
Интерфейсы периферийных устройств.....	12
Интерфейсы программируемых приборов.....	16
Интерфейсы ПЭВМ.....	18
Интерфейсы распределенных систем управления.....	21
Интерфейсы ЭВМ системные	23
Интерфейсы IBM PC и PS-совместимых ПЭВМ системные.....	25
Локальные вычислительные сети	27
Магистралы модульных мультипроцессорных систем	36
Малые локальные сети	41
Протоколы управления каналами передачи данных.....	42
Стандартизация.....	43
Стыки систем передачи данных	49
Эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС)	51
Часть II. Отечественные интерфейсы.....	57
ИВВ (Интерфейс ввода-вывода)	57
ИГМД (Интерфейс накопителя на гибком магнитном диске)	68
ИКМД (Интерфейс для НМД с кассетой).....	70
ИКМЛ-М (Интерфейс для кассетных накопителей на магнитной ленте)	73
ИЛПС (Интерфейс линейной последовательности связи).....	75
ИНМЛ (Интерфейс бобинных НМЛ)	81
ИНМЛ-К (Интерфейс НМЛ в кассете типа "картридж")	83
ИНМЛ-П (Интерфейс потоковых НМЛ)	85
Интерфейс клавиатуры.....	88
ИРМ (Интерфейс распределенной магистралы).....	89
ИРПР-М (Интерфейс для радиального подключения устройств с параллельной передачей информации)	94
ИРПС (Интерфейс для передачи информации между устройствами с радиальной последовательной связью)	96
Интерфейс управляющих систем.....	97
И-41 (Системная магистраль)	100
МПИ (Магистральный параллельный интерфейс)	103
ОШ СМ (Системная магистраль "Общая шина")	106
Стыки С1	110
Стыки С2	117
Стык С3	127

Часть III. Зарубежные интерфейсы.....128

AT-bus (Системный интерфейс ПЭВМ фирмы IBM).....	128
BITBUS (Магистраль связи)	130
BSC (Протокол СПД фирмы IBM)	139
CAMAC (Модульная система).....	141
CAMAC IEC 516 (Магистраль крейта КАМАК)	142
CAMAC IEC 552 (Магистраль ветви КАМАК)	147
CAMAC IEC 640 (Магистраль многоконтроллерного крейта)	156
CSMA/CD (Локальная сеть шинного типа со случайным доступом)	170
VXXBI IEC 729 (Последовательная магистраль)	167
DDCMP (Байт-ориентированный дуплексный протокол)	174
DNA (Архитектура сети фирмы DEC)	175
EISA (Системный интерфейс ПЭВМ).....	180
ESDI (Расширенный интерфейс малых устройств)	182
ESSS (Интерфейсная система)	185
Eurobus (Интерфейсная система)	186
Eurobus ESONE (Новый стандарт малых многопроцессорных систем)	189
Fastbus (Интерфейсная система)	189
FDDI (Распределенный волоконно-оптический интерфейс)	192
FDDI-II (Интерфейс для интегральных сетей передачи данных, речи и видеозображений)	194
Fieldbus (Малые интерфейсы микроконтроллера)	196
Futurebus (Интерфейс для систем будущего)	198
Futurebus+ (Развитие интерфейса Futurebus).....	201
HP-IL (Последовательный приборный интерфейс фирмы Hewlett Packard)	203
HSSB (Проект стандарта на высокоскоростную последовательную магистраль)	204
I ² C, D ² B (Последовательные интерфейсы первого и второго уровней)	207
IP1 (Интеллектуальный периферийный интерфейс)	210
MAP (Спецификация протокола автоматизации производства)	219
MCA (Интерфейс Micro Channel)	220
MIDI (Стандарт цифрового интерфейса)	224
MIL-1553B, MIL-1773B (Стандартизированные интерфейсы последовательных мульти-плексированных каналов)	225
Multibus (Интерфейсная система фирмы Intel)	230
Multibus II PSB (Интерфейсная система с центральной магистралью PSB)	233
Multichannel (Магистраль)	240
NUBUS (Интерфейс, удовлетворяющий требованиям стандарта ANS/IEEE P1196)	244
PROWAY C (Интерфейс для распределенных систем управления)	249
RESYM (Интерфейс для MMC)	252
RS-232C (Интерфейс для синхронной и асинхронной передачи данных)	254
RS-422, RS-423 (Развитие стандарта RS-232C)	254
RS-449	255
RS-485 (Усовершенствованный вариант интерфейса RS-422)	255

SCSI (Системный интерфейс малых ЭВМ)	256
SCSI-2 (Интерфейс ввода-вывода)	264
SDLC (Протокол)	267
SNA (Системная сетевая архитектура)токол СПД)	267
SRN (Локальная сеть)	273
TBN (Локальная сеть шинного типа с маркерным доступом)	278
TRN (Локальная сеть кольцевого типа)	283
TOP (Спецификация)	287
VAXBI (Bibus, магистраль ММС фирмы DEC)	287
VME-bus (Магистраль ММС фирмы Motorola)	293
VMS (Магистраль многопроцессорных систем)	
VMX (Магистраль)	306
VXI (Расширение интерфейса VME)	
XT-bus (Для IBM PC-совместимых ПЭВМ на-основе МП типа 8086/8088)	317
X.21, X.21 bis (Рекомендации)	318
X.25 (Рекомендация)	320
X.32 (Рекомендация определяет стык между ООД и АКД)	326
X.75 (Рекомендация)	327
 <i>Приложение 1. Международные стандарты (МС) и рекомендации,</i>	
охватываемые эталонной моделью ВОС	328
<i>Приложение 2. Отечественные стандарты на интерфейсы.</i>	332
<i>Приложение 3. Словарь основных терминов.</i>	334
Список литературы	346
Список основных сокращений	347

Справочное издание

Мячев Анатолий Анатольевич

Интерфейсы средств вычислительной техники

Справочник

Заведующий редакцией Ю.Г.Ивашов
Редактор С.Н.Удалова
Художественный редактор В.И.Мусиенко
Обложка художника Н.Ф.Пашуро
Корректор З.Г. Галушкина

ИБ №2480

Подписано в печать с оригинал-макета 14.12.92 Формат 60×88/16 Бумага газетная Гарнитура "Таймс" Печать офсетная Усл. печ. л. 21,56 Усл. кр.-отт. 21,80 Уч.-изд. л. 30,60 Тираж 25 000 экз. Изд. № 23534 Зак. №40. С-021

Издательство "Радио и связь". 101000, Москва, Почтамт, а/я 693
Московская типография №4 Министерства печати и информации РФ
129041, Москва, Б.Переславская, 46.

„РАДИО И СВЯЗЬ”