

19  
72  
111  
СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Экз. чит. зал 1147

10 - 6119



И.Ф. Колпаков

МАГИСТРАЛЬ КРЕЙТА В СТАНДАРТЕ САМАС

(Обзор)

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1971

10 - 6119

И.Ф. Колпаков

**МАГИСТРАЛЬ КРЕЙТА В СТАНДАРТЕ САМАС**

(Обзор)

**Научно-техническая  
библиотека  
ОИЯИ**

Система **САМАС** /1,2/ является стандартом на устройства сопряжения и обмена информацией между измерительными приборами и цифровым контроллером. Цифровой контроллер, в свою очередь, может быть интерфейсом ЭВМ. **САМАС** определяет как аппаратную, так и электрическую и логическую части и обеспечивает взаимозаменяемость и совместимость модулей сопряжения цифровых устройств. При использовании системы **САМАС** переход от одного типа ЭВМ не вызывает, как обычно, переделок всех устройств сопряжения, а предполагает только замену контроллеров. Стандартизация в системе **САМАС** возможна на следующих трех уровнях: стандартизация магистрали ( *Dataway* ) системы нескольких магистралей и программирования.

Механически система выполняется в виде кассет-крейтов, содержащих 25 станций-направляющих с 86-контактными разъемами (см. рис. 1). Минимальный размер передней панели модуля 221x17,2 мм. Разъемы распаяны стандартным образом. Эта разводка образует магистраль. Таким образом, крейт подобен магистрали ЭВМ, но вынесенной вне процессора и предусматривает не только подачу напряжений питания, но и передачу информации и сигналов управления между модулями. Разводку магистрали можно подразделить на три части: шины передачи данных, управления и питания. Напряжения питания, принятые в **САМАС'е**, -  $\pm 6$ ;  $\pm 24$  в. Возможно использование в качестве вспомогательных напряжений  $\pm 12$  и  $\pm 200$  в. Питание должно обеспечивать токи на порядок большие, чем для схем 2-го поколения. Величины уровней логических сигналов соответствуют уровням инте-

гральных схем ДТЛ и ТТЛ. Уровень "0" находится в пределах +2 - +5 в для входных сигналов и в пределах +3 - +5,5 в для выходных. Уровень "1" колеблется от 0 до +0,8 в для входных сигналов и от 0 до 0,5 в - для выходных. Для наносекундных сигналов приняты уровни **NIM**. Большинство проводников магистрали - общие для всех станций. Для станций 1-24 нумерация идет слева направо (если смотреть на переднюю панель крейта), таким образом, сигнал появляется одновременно на аналогичных контактах всех разъемов. Разводка сигналов выбора модуля (**N**) и флага-запроса (**L**) производится от 25-й станции к каждому модулю.

В **САМАС'**е принята длина слова информации в 24 разряда, для передачи слов используются 48 шин, 24 из которых применяются для передачи слов от контроллера крейта (КК) к модулю и 24 - для передачи от модуля к КК. КК является "хозяином" крейта. Он определяет поток сигналов в крейте. Он размещается всегда справа и занимает, по крайней мере, два места (№24 и 25). КК с одной стороны обращен к модулям крейта и координирует их работу. Порядок координации определяется **САМАС'**ом. С другой стороны крейт обращен к контроллеру всей системы, который может быть, в частности, ЭВМ. В простейшем случае логика работы крейта может быть заложена в самом КК. Один из возможных КК, который применяется для сопряжения крейта с межкрейтной магистралью, - контроллер типа А - стандартизован<sup>/3/</sup>.

Отдельные модули представляют собой блоки с печатным 86-контактным разъемом, вставляющимся в разъем крейта. Модули полностью подчинены командам КК и отвечают на них. Только один сигнал запроса - флаг - исходит от модуля к КК. В каждом модуле можно выделить две части: функциональную, то есть выполняющую основную задачу модуля, и часть, поддерживающую "беседу" с контроллером в стандарте **САМАС**. По первой части модули образуют функциональный набор, который следует рассматривать самостоятельно. Вторая часть будет рассмотрена ниже. "Беседа" модуля с КК осуществляется через магистраль. Сами по себе модули **САМАС'**а не управляются, они пассивны. Задача внешнего управления - посылка набора стандартных для **САМАС'**а команд для выполнения необхо-

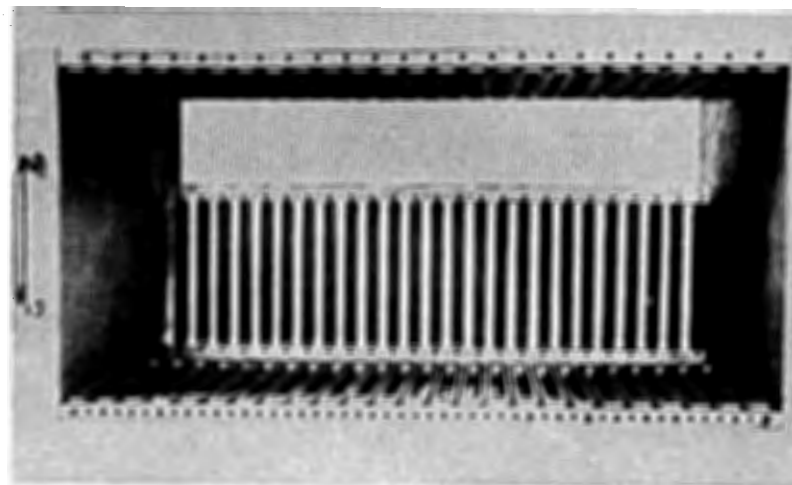
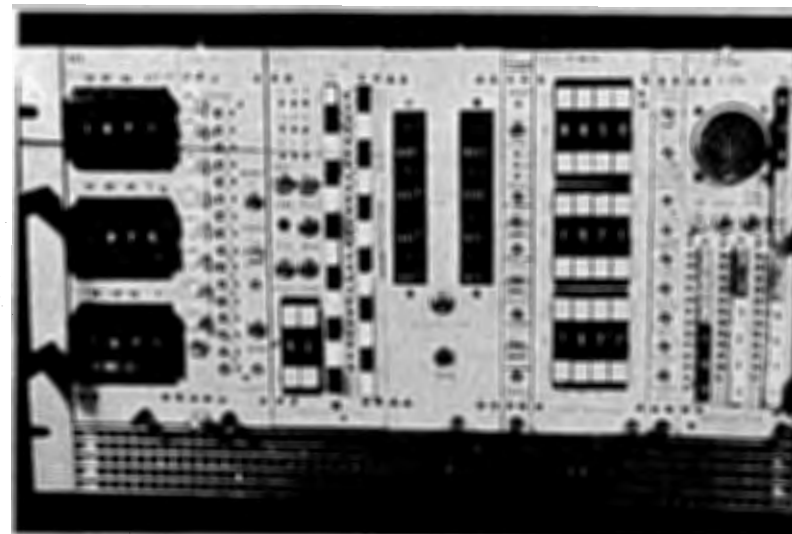


Рис. 1. Внешний вид крейта: а) с модулями, б) без модулей.

димых функций системой, состоящей из отдельных пассивных модулей. Характер системы, конфигурация и возможности связаны с конкретной установкой. КК должен послать набор команд **САМАС'** а в ответ на запросы - флаги модулей. Часто сам КК является просто пассивным приемником команд **САМАС'** а, генерируемых программным путем и подаваемых через него к модулям. В других случаях управление осуществляется чисто аппаратным путем, и программа жестко запаивается в КК. Иногда аппаратный и программный способы совмещаются.

На рис. 2а показана разводка магистрали в упрощенном виде. Имеется два типа проводников - шины, общие для всех 24-х станций, и разводка от контактов разъема КК к определенным контактам каждого модуля. Назначение сигналов, передаваемых по магистрали, расшифровывается в таблице 1.

Все сигналы, за исключением **N** и **L**, подаются по общим для станций 1-24 шинам. Стандартная разводка позволяет технологически выполнять все связи в крейте в виде единого печатного красса. Особенностью станции 25 является то, что от нее идут связи по 24-м **N** и 24-м **L** линиям к остальным 24-м станциям. Таким образом, адрес модуля определяется местом его расположения в крейте. Единственным блоком, имеющим доступ ко всем **N** и **L** контактам, является КК. Поскольку от КК исходят все команды, он определяется всю программу работы крейта. На рис. 2б показан в упрощенном виде обмен информацией и сигналами управления между КК и модулями крейта. Обмен данными осуществляется, как указано в таблице 1, по 24-м **R** -шинам (чтение) и 24-м **W** -шинам (запись). Одна шина **Q** служит для передачи сигнала состояния модуля в КК. Что касается обмена сигналами управления, то здесь почти все команды исходят из КК, кроме **L**. Максимальная длина слова в **САМАС'** е ограничена 24-мя разрядами, однако, разработчик может выбирать любую длину слова, не превышающую 24 разряда, например, 16 разрядов, ввиду популярности 16-ти разрядных ЭВМ. На рис. 3а и б показаны варианты связи крейта с внешней ЭВМ<sup>4/</sup>, что демонстрирует гибкость системы.

Набор команд магистрали можно разделить на пять групп.

Таблица I. Перечень сигналов магистрали САМАСа

Наименование	Обозначение на стандартной разводке	Назначение в модуле.
<b>Адресуемые команды</b>		
Коды функций	1, 2, 4, 8, 16	Определяет операции, которые надо выполнить в модуле. Имеется 5 <sup>2</sup> возможных кода - 2 <sup>5</sup> .
<b>Безадресные команды</b>		
Подготовка	Z	Устанавливает модуль в определенное состояние
Запрет	I	Запрет на длительность сигнала
Сброс	C	Очистка регистров
<b>Адресация</b>		
Выбор модуля	N	Выбирает модуль. Имеется отдельная подводка от КК к каждому модулю
<b>Субадрес</b>	A 1, 2, 4, 8	Двоичный код. Выбирает субблок внутри модуля, к которому адресована команда. Возможно 16 субадресов - 2 <sup>4</sup> .
<b>Данные</b>		
Шины чтения	R 1 ÷ 24	Передают цифровую информацию от модуля к КК параллельным 24-разрядным кодом
Шины записи	W 1 ÷ 24	Передают информацию цифровую от КК к модулю параллельным 24-разрядным кодом.
<b>Временные сигналы</b>		
Строб 1	S 1	Строб первой фазы команды.
Строб 2	S 2	Строб второй фазы команды.
<b>Состояние</b>		
Запрос обслуживания	L	Сигнал от модуля к КК требования обслуживания. имеется отдельная подводка от каждого модуля к КК.
Ответ	Q	Отклик модуля на команды определенные, поступающие от КК
Занято	B	Показывает, что Магистраль занята выполнением команд

Основной категорией, определяющей смысл САМАС'а и целесообразность его использования, является группа адресуемых команд NAF. Общее возможное число команд NAF достигает 12000 на заполненный крейт. Все адресуемые команды NAF называются циклическими, поскольку модули "повинуются" им только в течение цикла. Поскольку команды C и Z сопровождают каждый цикл, их можно характеризовать как квазициклические. Команда I и запрос L могут быть поданы произвольно во времени. Рассмотрим каноническую форму адресуемой команды  $N(i) A(j) F(k)$ . Здесь  $N(i)$  - номер станции крейта,  $1 \leq i \leq 23$ ,  $A(j)$  - субадрес внутри модуля,  $0 \leq j \leq 15$ . Субадрес выдается параллельным 4-разрядным двоичным кодом. Шины субадресов являются в отличие от разводки адресов общими для всех модулей.  $F(k)$  - команда, которая должна быть выполнена логическим устройством с субадресом  $A(j)$  в модуле  $N(i)$ ,  $0 \leq k \leq 31$ , выдается в двоичном пятиразрядном параллельном коде на общие для всех модулей шины. Чтобы избежать путаницы в символах  $F1 - F16$  в таблице 1 обозначают разряды 5-разрядного двоичного кода, а не функции  $F(0) \div F(31)$ . Например, функция  $F(2)$  - "считать и очистить регистры группы A" - состоит из элементов  $F16 = 0$ ,  $F8 = 0$ ,  $F4 = 0$ ,  $F2 = 1$ ,  $F1 = 0$ , то есть  $F(2) = 00010$ .

Поскольку номер станции N закодирован в единичном коде и имеется отдельный проводник от КК к каждому модулю, каждая данная команда может адресоваться сразу к нескольким модулям. Это полезно для таких команд, как "сброс" и "добавление 1", которые иногда необходимо выполнить сразу в нескольких модулях.

Половина команд (16) определена, из остальных команд 8 не стандартизовано и 8 - резервные, то есть будут определены в спецификации САМАС впоследствии. Кроме того можно выделить 3 подгруппы команд, имеющие выход на шины чтения  $R(F16 = F8 = 0)$ , имеющие выход на шины записи  $W(F16 = 1, F8 = 0)$  и не имеющие выхода на шины  $R$  и  $W(F8 = 1)$ . Под регистрами группы 1 обычно понимаются регистры, в которые заносятся данные. Регистры группы 2 могут использоваться либо для записи сигналов управления, либо также для хранения данных. Выборочная запись озна-

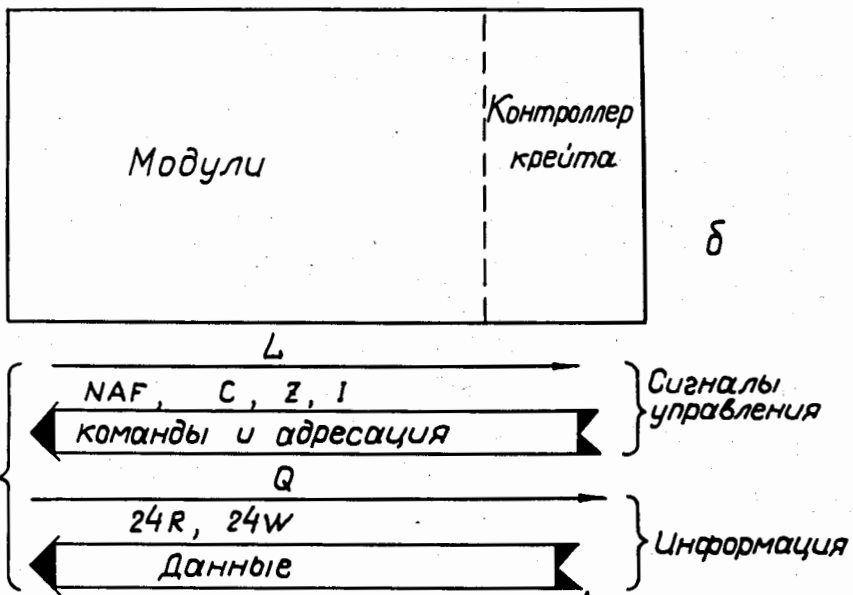
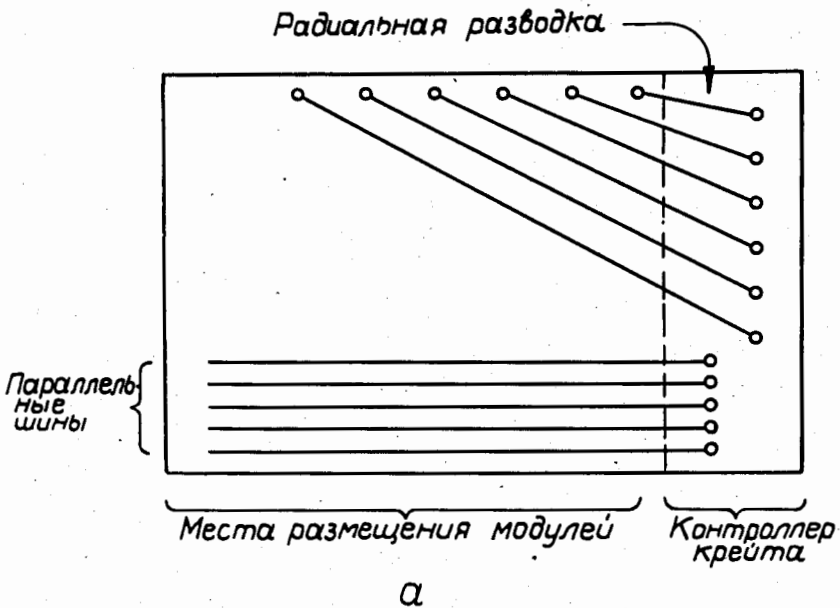


Рис. 2. Упрощенная схема магистрали: а) два вида разводки-шины и от точки к точке, б) обмен сигналами между модулями и КК.



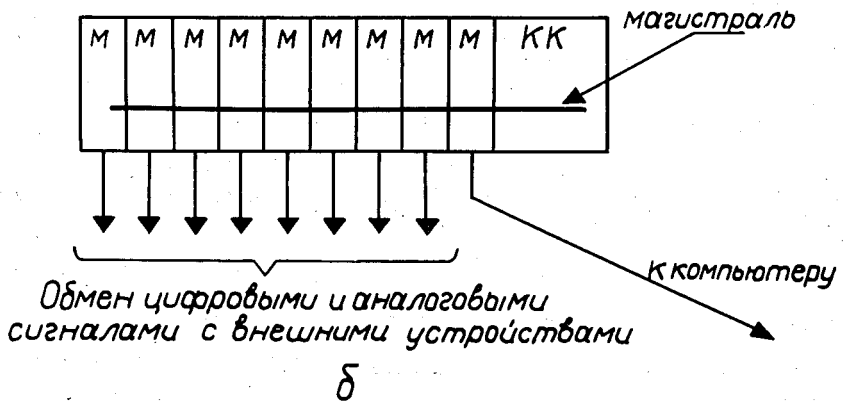
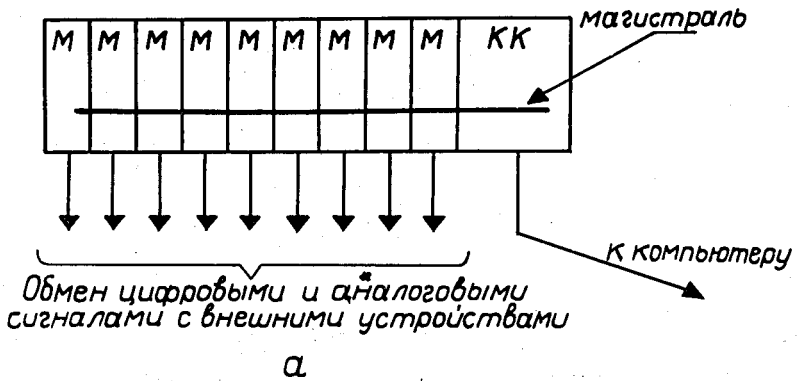


Рис. 3. Варианты связи крейта с ЭВМ: а) через КК, б) через модуль.

чает, что некоторые разряды регистра уже установлены заранее регистром-маской, содержащимся в модуле. Естественно, что не требуемые для данной задачи команды разработчик может не включать в аппаратуру.

На рис. 4 показана передача команды **NAF** из КК в модуль. Остальные составляющие команды содержатся в регистрах **N**, **A** и **F** КК. Допустим, что программное устройство, например, ЭВМ, записало в эти регистры определенные двоичные коды, например, (в десятичном коде) 2, 5 и 16, соответственно. Дешифратор для **N** находится в КК и с его выхода к станции 2 посылается по отдельному проводу **N** сигнал единицы, выбирающий модуль 2. Выборка обязывает этот модуль реагировать на команды КК. Двоичные коды **A** и **F** появляются на шинах на выходах всех модулей, но проходят только в модуль 2. Сам модуль должен содержать дешифратор команд, позволяющий определить, что следует выполнить в модуле данной командой. В данном примере **N(2) A(5) F(16)** следует произвести запись в регистр модуля 2 по субадресу 5. Обычно модули специализированы и отвечают только на малую часть команд. Поэтому при использовании модуля в другой системе крейтов может оказаться, что он получает команду, которую не в состоянии дешифровать. Поэтому целесообразно по возможности делать дешифратор полным. Субадрес для модулей, не имеющих внутреннего разбиения на субблоки, можно исключить из команды. Тогда минимальная форма команды будет **N(i) F(k)**. Однако форма типа **A(j)F(k)** невозможна. Неадресуемые команды **C**, **Z** и **I** поступают на все станции одновременно. Команда **C** - "сброс" и **Z** - "подготовка" могут вызвать необратимую потерю информации, поэтому их подача сопровождается строб-сигналом  $S_2$ . Эти команды исходят из КК, так же как и строб  $S_2$ . Длительность команд может быть любой и определяется КК. Команда **Z** устанавливает систему в определенное подготовленное для работы состояние, например, после включения питания или при пуске системы. Команда эта должна установить систему в пассивное, подготовленное для выполнения команд магистрали состояние. Команда **C** обычно используется для сброса регистров. Ее функции могут быть выполнены и командой **Z**. С помощью команды 1 - "запрет" - можно управлять, например, при приеме данных. Эта команда поступает с КК, хотя возможна ее подача и от отдель-

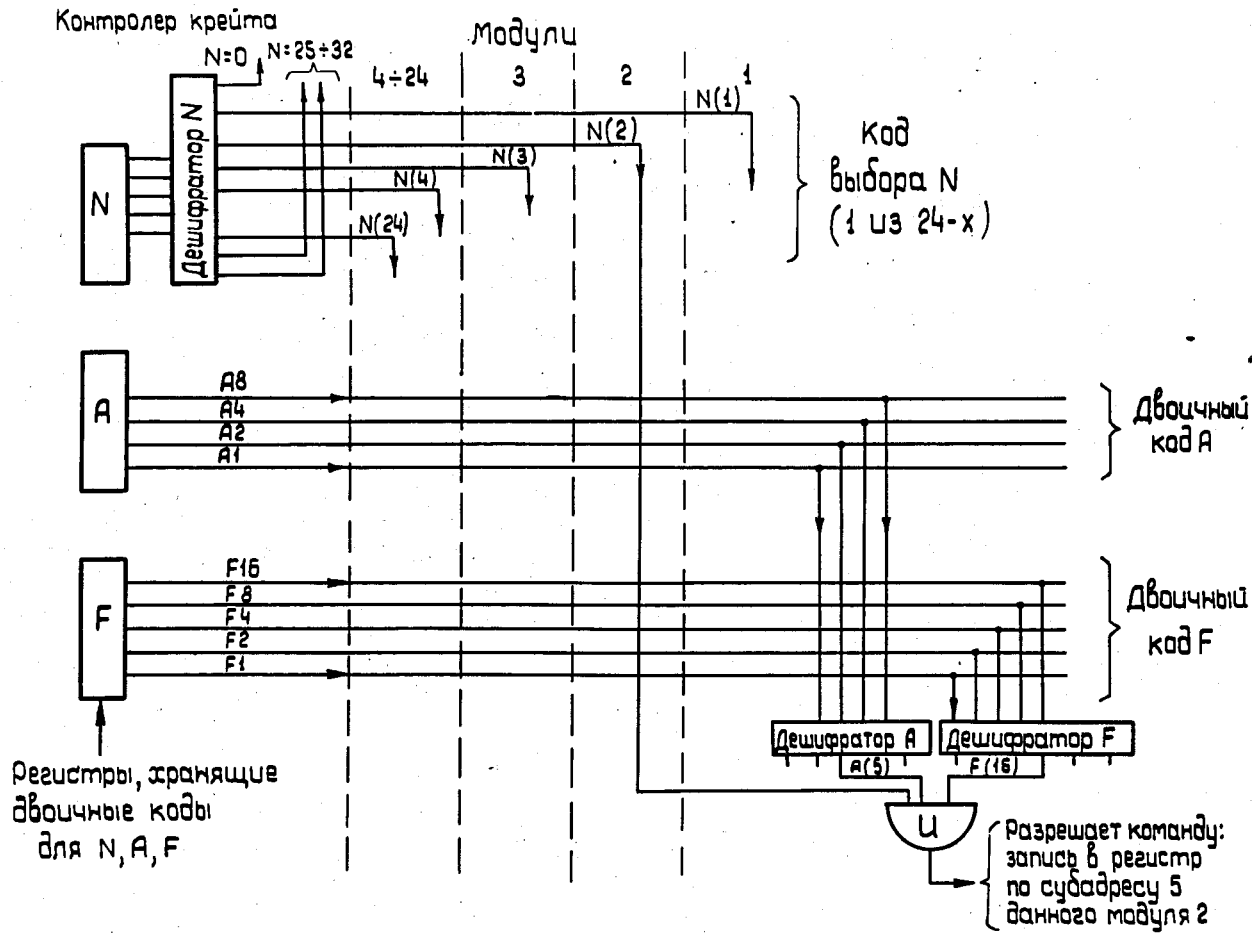


Рис. 4. Путь команды по магистрали и интерпретация ее в модуле.

ного модуля. Длительность ее произвольна и не связана с циклом, так же как и для команд **C** и **Z**. Поскольку команды **I** и **C** не адресуемы и появляются на всех модулях одновременно, возможна неопределенность при их одновременном появлении. Исключить эту неопределенность можно, например, введением триггера, устанавливаемого командой **F(27)** - "Подготовка" и сбрасываемого командой **F(24)** - "сброс". Для проверки состояния триггера можно использовать команду **F(27)** - "проверка состояния".

Временные характеристики цикла магистрали показаны на рис. 5. Они устанавливаются жестко КК, который определяет выделенные во времени моменты, а именно: а) начало цикла, когда команды **NAF** и **B** - "Занято" поступают на магистраль; б) генерация стробов  $S_1$  и  $S_2$ ; в) конец цикла, когда **NAF** и **B** снимаются с магистрали. На рис. 5 сплошными толстыми линиями обозначены номинальные времена, когда может появиться сигнал на магистрали. Заштрихованы пределы начала и окончания переходных процессов. Цифры 2в и 0,8в соответствуют крайним (наихудшим) уровням сигналов на входе. Цикл полностью определяется КК. Отдельный модуль не может никак влиять на длительность цикла. Кратчайшее время цикла - 1 мксек. Допустимы циклы большей длительности.

Видно, что данные должны появляться на шинах **R** и **W** за время не более 250 нсек, то есть адресуемый регистр должен быть связан с **R** и **W** шинами за этот промежуток времени после установления команды. Сигналы на шинах **R** и **W** должны установиться прежде, чем начнутся сигналы-стробы  $S_1$  и  $S_2$ . Строб  $S_1$  используется для управления командами, не изменяющими состояния сигналов на магистрали, например, для считывания уровней с шин **R** и **W** на регистры. Строб  $S_2$  применяется для команд, изменяющих состояние уровней на магистрали, например, для сброса регистров - **F(2)** или **F(11)**. Если регистр не выходит на магистраль, то сброс его, конечно, можно произвести при стробе  $S_1$ . Команды **Z** - "подготовка" и **C** - "сброс" называются квазициклическими, поскольку их длительность не связана с длительностью основного цикла, хотя и определяется КК. Обе команды всегда сопровождаются стробом  $S_2$ , задержанным от начала команд на время порядка

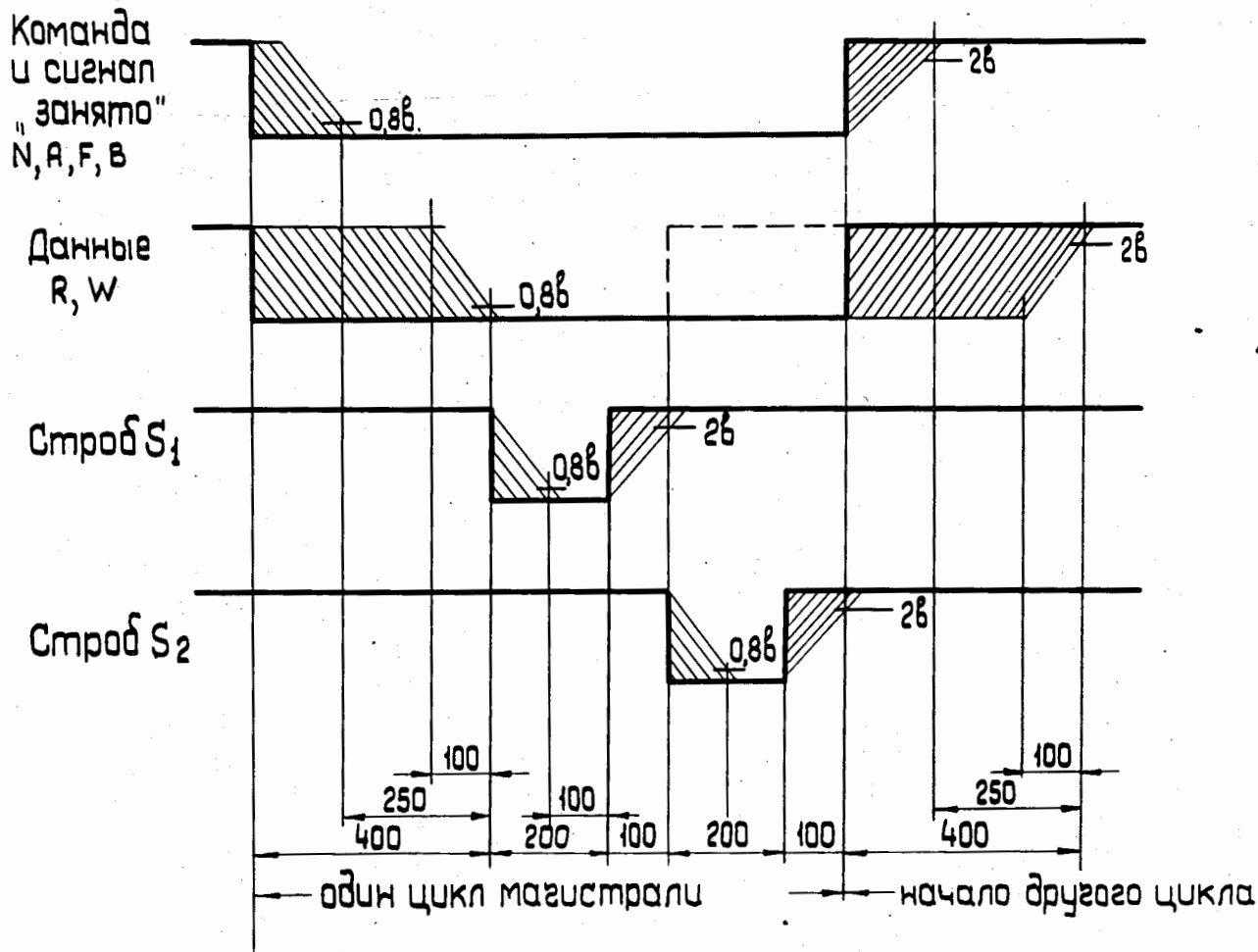


Рис. 5. Временной цикл магистрали.

0,7 мксек, сигналы  $I$  - "запрет" и  $L$  - "запрос обслуживания" могут появиться в любое время независимо от основного цикла (при условии, что  $B$  - "занято"  $\neq 0$ ). Длительность этих сигналов не определена. Они могут появиться и в момент выполнения команд на магистрали.

Сигналы состояния  $Q$  и  $L$  исходят от модулей. Сигнал  $L$  - запрос обслуживания - может быть в произвольный момент выдан модулем независимо от операций на магистрали.

Сигнал  $Q$  - "подтверждение" - всегда выдается после подачи команды от КК. Хотя шина  $Q$  является общей для всех модулей, сигнал поступает на магистраль только от модуля, адрес которого выбран при выполнении данной команды. Сигнал  $Q$  истолковывается в КК следующим образом: а) как подтверждение правильно принятой команды записи или считывания. Если команда является командой чтения  $F(0) \leftarrow F(7)$  или командой записи  $F(16) \div F(23)$ , выбранный модуль должен на шину  $Q$  выдать логический уровень 1, если он в состоянии выполнить команду. Таким образом, КК контролирует состояние шины  $Q$  и получает подтверждение о том, что команды этой группы выполняются. Например, если подана команда чтения при наличии сигнала  $Q = 1$ , есть уверенность в том, что на шины  $R$  поступают верные сигналы. Если при этом  $Q = 0$ , то есть что-то неверно при выполнении команды  $NAF(k)$ , где  $0 \leq k \leq 7$ ,  $16 \leq k \leq 23$ , а именно: 1) в станции отсутствует модуль, либо 2) модуль есть, но не способен выполнять функцию  $F(k)$  по неисправности или она просто была не предусмотрена при разработке модуля, либо 3) модуль есть и может выполнять функцию  $F(k)$ , но не имеет данного субадреса  $A$ . Необходимо, чтобы при использовании субадреса генерация команды начиналась с субадреса  $A(0)$ , что удобно при организации так называемой псевдопоследовательной адресации; б) как сигнал состояния при прочих командах. Имеются команды, как например,  $F(8)$  и  $F(27)$ , которые требуют ответа  $Q$  от модуля при обращении к нему. При остальных командах генерация модулем сигнала  $Q$  возможна, но не обязательна.

Сигнал  $L$  выдается при требовании модулем обслуживания, он является флагом модуля. Все сигналы  $L$  собираются в КК. Таким образом,

КК может простым сканированием 24-х входов  $L$  от отдельных модулей установить источник запроса. Запрос обслуживания может генерироваться по разным причинам, в связи со спецификой модуля. Например, в счётчиках источником сигнала  $L$  может быть переполнение, в аналого-цифровом преобразователе - конец преобразования, в интерфейсе телетайпа - конец печатания знака. Может быть несколько источников сигнала  $L$  в одном модуле. Управление системой должно быть запрограммировано так, чтобы при получении запроса от модуля он был немедленно обслужен. Если имеется несколько источников запроса, то система должна продолжать поиск источника запроса.

В САМАС'е предусмотрена возможность последовательного опроса - задачи поочередного съема информации со многих объектов (опрос одного объекта за цикл). Для этой цели применяется сигнал  $Q$ . Как уже говорилось выше, субадреса регистров, связанных с кодами операций  $F(0) + F(7)$  и  $F(16) + F(23)$ , должны выдаваться в последовательности, начиная с субадреса  $A(0)$ . В течение циклов, когда производится запись в эти регистры или считывание с них, модуль должен выдавать каждый раз сигнал  $Q$ . Как только достигается при этом последовательном опросе субадрес, на котором уже нет регистра данных, модуль выдает сигнал  $Q = 0$ , что является, в свою очередь, сигналом окончания опроса регистров данных в нем.

Контроллер всей системы увеличивает на единицу и устанавливает  $A(j)$  положение  $A(0)$ , чтобы начать последовательный опрос регистров в следующем модуле (один шаг опроса теряется для увеличения № на 1). Так можно опросить все регистры модулей в крейте. Такой порядок последовательного опроса можно заложить в программу ЭВМ, связанной с КК, но это замедлит систему. Поэтому желательно этот простой механизм иметь внутри КК аппаратно, или крейт должен иметь встроенную логику последовательного опроса.

#### Литература

1. Euratom Report, EUR4100e, 1969.
2. Frederick A. Kirsten. IEEE Trans., NS-18,9 + 18 (1970).
3. Euratom Report, EUR4600e, 1971.
4. H. Bisby. Harwell Report, AERE-R6713 (1971).

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 ноября 1971 года.