



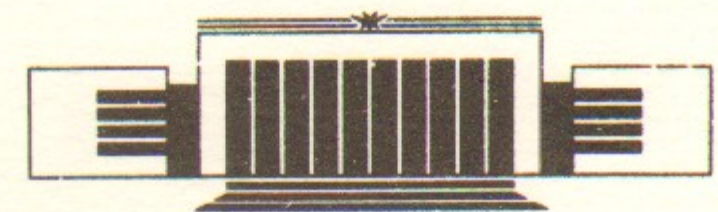
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

19

В.А. Гусев

**ПОДКЛЮЧЕНИЕ ВНЕШНИХ УСТРОЙСТВ
ЕС ЭВМ К МИНИ-ЭВМ.**

ПРЕПРИНТ 86-148



НОВОСИБИРСК

1986

АННОТАЦИЯ

Дается описание канала с интерфейсом ЕС ЭВМ (ЕСК). Канал позволяет по подготовленным в памяти мини-ЭВМ канальным программам вести информационный обмен в селекторном режиме с подключенными к нему внешними устройствами ЕС ЭВМ.

Максимальная пропускная способность канала для мини-ЭВМ М-6000 составляет 400 Кбайт/с.

ЕСК выполнен в конструктивах АСВТ-М в виде двухъярусного каркаса и размещен на 15 платах типа Б и В общим объемом около 450 микросхем серии 155.

В Институте ядерной физики СО АН СССР с 1975 г. функционирует система ЭВМ РАДИУС [1]. До 1982 г. архив исходных текстов пользователей больших машин и рабочих программ мини-ЭВМ, поддерживаемый центральной М-6000, составлял 14 Мбайт. К центру Системы было подключено два диска ЕС-5052, что было явно недостаточно для более чем сотни пользователей Системы.

С 1982 г. в круглосуточную эксплуатацию как независимый вычислительный ресурс Системы в дополнение к архиву Центра введен новый дисковый архив емкостью до 174 Мбайт. Для реализации этой возможности был разработан канал ЕС ЭВМ—ЕСК. В качестве НМД в архиве используется шесть накопителей ЕС-5061, подключенных к М-6000 через устройство управления ЕС-5568. Второй уровень архива базируется на подключенных к ЕСК через устройство управления ЕС-5517 накопителях на магнитной ленте ЕС-5017.02. Седьмой накопитель архивной линейки дисков по независимому каналу ЕСК через двухканальный переключатель устройства ЕС-5568 используется другим вычислительным ресурсом системы—диспетчером, который организует на нем очередь входных заданий для работающих в пакетном режиме трех ЕС ЭВМ.

1. СТРУКТУРА КАНАЛА

ЕСК связан с М-6000 двумя интерфейсными платами: управляющей и информационной. В качестве управляющей платы исполь-

зуется дуплексный регистр. Через него в канал передается команда инициализации канала, в которой указывается код операции обмена, адрес устройства и адрес первой канальной команды, и принимается слово состояния канала. ЕСК самостоятельно осуществляет взаимодействие с адресуемым внешним устройством, используя канальную программу, подготовленную в памяти М-6000 и состоящую из последовательности управляющих слов канала (УСК).

В качестве информационной платы используется специально разработанный интерфейс прямого доступа к памяти М-6000 — канал чтения/записи (КЧЗ), который устанавливается в один из разъемов спецсопряжения процессора. По информационному каналу ЕСК выбирает из памяти М-6000 подготовленное УСК и осуществляет информационный обмен с внешним устройством. После завершения операции ввода-вывода ЕСК формирует слово состояния канала и выдает сигнал «Запрос прерывания».

ЕСК (рис. 1) содержит регистры адреса команды (АК), адреса данных (АД); счетчики байтов при обмене с внешним устройством (СЧ1) и при обмене с памятью (СЧ2); регистры кода операции (КОП) и адреса устройства (АУ), кода канальной команды (КОМК) и управляющих признаков канальной команды (УПРК); байт состояния канала (БСК) и байт состояния устройства (БСУ). Кроме того, в ЕСК имеется четырехбайтовый буферный информационный регистр для согласования скоростей работы памяти и внешнего устройства и увеличения пропускной способности канала (приблизительно до 400 Кбайт/с при одновременной работе другого канала и процессора).

2. ПРИНЦИП РАБОТЫ ЕСК

ЕСК позволяет обслуживать быстрые внешние устройства, имеющие интерфейс ввода-вывода ЕС ЭВМ. Для выполнения операции ввода-вывода процессор М-6000 должен подготовить управляющее слово канала — УСК, в котором содержится восьмибитовый код команды канала, управляющие биты для канала, адрес данных и счетчик байтов.

Последовательность УСК образует канальную программу, которая размещается в памяти мини-ЭВМ. Канальная программа выполняется неразрывно до последней команды канала, благодаря

использованию управляющих признаков «Цепочка команд» и «Цепочка данных» и команды канала «Переход». Начиная операцию обмена, М-6000 сообщает начальный адрес канальной программы (АСК) с помощью инструкции, передаваемой каналу в процессе инициализации через дуплексный регистр.

УСК

Код команды канала	Управляющие признаки
Адрес данных	
Счетчик байтов	

Коды команд канала.		Управляющие признаки
Недействит.	XXXX0000	0 — цепочка данных
Запись	MMMMM01	1 — цепочка команд
Считывание	MMMMM10	2 — блокировка записи в память
Управление	MMMMM11	3 — резерв
Уточн. сост.	MMMM100	4 — резерв
Переход	XXXX1000	5 — резерв
Обр. считыв.	MMMM1100	6 — резерв
		7 — резерв
X — любое значение		При установке бита 2 в единицу блокируется запись в память мини-ЭВМ.
M — модификация команды		

Управляющее слово инициализации канала имеет следующий вид.

АСК

Код команды	Адрес устройства
-------------	------------------

В канале формируется код условия (КУ), который распознается в М-6000 сразу же в процессе передачи команды инициализации.

КУ имеет следующие значения:

- 0 — канал свободен и команда принимается к исполнению, прерывания выдачи команды не происходит;
- 1 — канал хранит прерывание, команда отвергается;
- 2 — канал занят выполнением обмена, команда отвергается;
- 3 — канал неработоспособен;

После выполнения последней канальной команды ЕСК заканчивает обмен. Результат этого взаимодействия отражается в слове состояния канала ССК, которое имеет следующую структуру:

Код канальной команды	Адрес ВНУ
Байт состояния канала	Байт состояния устройства
Остаток счетчика байтов	
Адрес последнего выполненного УСК + 1	

ССК принимается в М-6000 по программному каналу и анализируется.

Байт состояния канала имеет следующую структуру:

- 0 — ЧАСЫ — начальная выборка не закончилась через 10 мс,
- 1 — ОШАУ — ответило не выбираемое устройство,
- 2 — ОШИНТ — ошибка интерфейса (паритет на ШИН-А),
- 3 — ВБРА — устройство не распознано, выборка вернулась,
- 4 — ОШДАН — ошибка паритета в данных,
- 5 — ОШПП — ошибка паритета памяти М-6000,
- 6 — ОШДЛ — ошибка длины (СЧ1=0 и пришел ИНФ-А),
- 7 — ОШЦК — ошибка цепочек команд.

Кроме того, при БСК=D7 — ошибка паритета при считывании КСК

Байт состояния устройства — стандартный для ЕС ЭВМ БСУ.

- 0 — внимание,
- 1 — модификатор состояния,
- 2 — УУ кончилось,
- 3 — занято,
- 4 — канал кончил,
- 5 — устройство кончилось,
- 6 — ошибка,
- 7 — особые условия,

3. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМАНД ВВОДА-ВЫВОДА

3.1. НВВ — начать ввод/вывод. Код команды — 81. Подготовив канальную программу, М-6000 выдает два 16-разрядных слова ко-

манды инициализации канала. Первым выдается АСК командой ОТА/В в сопровождении сигнала ОСТ-К, затем аналогично выдается второе слово. Канал запускается в работу после приема второго слова по сигналу ОСТ-К.

В момент выдачи команды с помощью сигналов интерфейса 2К ОШ-Т, КОП-Т формируется следующий код условия:

КУ	ОШ-Т	КОП-Т	
0	0	0	канал свободен
1	0	1	хранит запрос
2	1	0	занят
3	1	1	не работает

В случае свободного канала команда НВВ принимается без прерывания программы выдачи в М-6000.

Начальный байт состояния устройства (нулевой) анализируется каналом, запрос прерывания не возникает.

3.2. ПВВ — проверить ввод/вывод. Код команды — 82. В этом случае можно выдавать одно слово команды (без АСК). При этом также формируется код условия, аналогично НВВ. в случае КУ=0 прерывания программы выдачи команды из М-6000 не происходит. Канал осуществляет начальную выборку адресуемого устройства и принимает от него начальный байт состояния. После этого формируется «Запрос прерывания» для запоминания ССК.

3.3. ОВВ — остановить ввод/вывод. Код команды — 84. Выдается одно слово команды (без АСК). При этом, прежде чем выдать сигнал ОСТ-К, необходимо проанализировать код условия.

Коды условия:

- 0 — канал не находится в состоянии «работает»,
- 1 — хранит прерывание,
- 2 — канал занят,
- 3 — неработоспособен.

Операция передачи данных прекращается и УВВ немедленно отсоединяется от канала. При этом формируется ССК и запрос прерывания в М-6000.

3.4. ССБ — системный сброс. Код команды — А0. По этой команде

происходит начальная установка канала. Канал выдает во все подключенные к нему УВВ сигнал сброса.

3.5. ТПК—тестовая проверка канала. Код команды—С0. По этой команде канал принимает из памяти в буферный регистр два слова М-6000 и затем выдает их обратно. Счетчик байтов в УСК должен быть равен 8. В результате выполнения операции передаваемые и принятые слова оказываются в смежных ячейках памяти.

4. ОБРАБОТКА ЗАПРОСА ПРЕРЫВАНИЯ. ЗАПОМИНАНИЕ ССК.

Сигнал «Запрос прерывания» появляется, когда необходимо запомнить ССК, при выполнении команд ввода-вывода и при возникновении требования абонента на обслуживание (ТРБ-А). Этот сигнал взводит ГТ-Т на дуплексном регистре и вызывает появление кода условия КУ=1 (КОП-Т=1). Поэтому любое обращение М-6000 к управляющей карте вызовет прерывание программы на ячейку 5.

Чтобы избежать постоянных прерываний на ячейку 5, необходимо заблокировать выдачу кода условия на время приема ССК. Это осуществляется путем выдачи команды БЛК—код «80» в сопровождении сигнала ОСТ-К.

Коммутация регистра осуществляется с помощью младшего байта слова коммутации регистра:

12 p. = 1 — коммутируется первый регистр ССК,

13 p. = 1 — коммутируется второй регистр ССК,

14 p. = 1 — коммутируется третий регистр ССК,

15 p. = 1 — коммутируется четвертый регистр ССК.

ССК принимается четырьмя словами. Сначала с помощью команды ОТА/В без ВП-К коммутируется регистр ССК (первое слово выдается с признаком блокировки в сопровождении ОСТ-К), затем командой ЛИА/В без ВП-К принимается это слово. Приняв последнее слово, М-6000 выдает сигнал ВП-К. Этим сигналом сбрасывается готовность дуплексного регистра и сигнал «Запрос прерывания», а также снимается блокировка КУ.

5. АЛГОРИТМ РАБОТЫ ЕСК.

На Рис. 2 представлен общий алгоритм работы ЕСК. Поскольку запуск обмена осуществляется выдачей в ЕСК двух слов

М-6000, имеется возможность программно проанализировать состояние ЕСК после первого обращения ЭВМ с помощью кода условия, формирование которого в ЕСК описано выше.

Если ЕСК не занят и свободен, т. е. не хранит запроса прерывания в М-6000, канал соответствующим образом реализует принятую команду.

При выдаче в ЕСК команды «Начать Ввод-Вывод» (НВВ) осуществляется считывание командного слова канала. Затем реализуется последовательность выборки внешнего устройства. Далее, в зависимости от типа обмена выполняется последовательность Ввода или Вывода. После завершения выполнения канальной команды ЕСК анализирует наличие признака «Цепочка данных». При наличии этого признака осуществляется считывание из памяти М-6000 очередного КСК, т. е. фактически подставляется новый адрес данных и новый счетчик байтов, и операция обмена с внешним устройством продолжается.

После завершения очередной канальной команды с признаком «Цепочка команд» внешнее устройство передает в канал свой байт состояния. ЕСК анализирует этот байт на наличие признака «Модификатор состояния». Появление этого признака при операции обмена с НСМД указывает на то, что необходимая запись найдена и нужно пропустить очередную канальную команду в канальной программе. В операциях поиска такой командой является команда перехода на КСК поиска записи. Если признака «Модификатор состояния» в БСУ нет, ЕСК выбирает из памяти очередную канальную команду. В зависимости от того, является ли она командой «Переход в канале», выполняется либо считывание нового КСК, либо осуществляется выбор устройства в цепочке команд.

Внешнее устройство может передать свое конечное состояние с помощью сигнала ТРБ-А. В этом случае, если канал свободен, выполняется последовательность подключения ВНУ к ЕСК. После завершения операции обмена или подключения формируется запрос прерывания в М-6000 и сбрасывается занятость канала.

Ниже описаны алгоритмы выполнения отдельных операций.

5.1. Считывание КСК. На рис. 3 представлен упрощенный алгоритм работы ЕСК при считывании командного слова канала. ЕСК запускается в работу сигналом ПУСК ЕСК. Вначале проверяется наличие перехода в канале. Если он есть, регистр адреса канала (АК) загружается содержимым регистра адреса данных (АД). Затем формируется запрос в память М-6000. Так как КСК прини-

маются тремя словами М-6000, его содержимое загружается в разные регистры. В процессе считывания КСК осуществляется контроль на наличие ошибок. Появление ошибок отражается в байте состояния канала (БСК).

5.2. Последовательность НВВ, ПВВ, ЦК. Рис. 4 отражает алгоритм взаимодействия ЕСК и ВНУ в начальной выборке устройства от передачи адреса ВНУ до получения байта начального состояния. Начальная выборка устройства контролируется внутренним таймером канала. При возникновении ошибок внешнее устройство отключается от канала. Если ошибок нет, ЕСК анализирует тип операции обмена и управление передается на последовательность ввода или вывода.

5.3. Последовательность вывода. Так как информационный обмен осуществляется через четырехбайтовый буферный регистр, его заполнение производится независимо от выгрузки во внешнее устройство. Координация работы выполняется с помощью индикаторов признаков занятости первого (ЗАН1) и второго (ЗАН2) регистров. На рис. 5 представлены два отдельных алгоритма обмена информацией с памятью М-6000 и с ВНУ. Ошибки по нечетности, возникающие при чтении информации из памяти, фиксируются в байте состояния канала.

При выводе информации во внешнее устройство осуществляется распаковка слова М-6000 на два байта, которая контролируется триггером байта (ТБ). По окончании обмена ($СЧ1 \cdot СЧ2 = 0$) реализуется последовательность приема в канал конечного байта состояния устройства и в М-6000 выдается сигнал ЗАПРОС ПРЕРВАНИЯ.

5.4. Последовательность ввода. Представленная на рис. 6 последовательность ввода реализуется аналогично последовательности вывода. ТБ управляет занесением информации в первую или вторую части буферного регистра БР1. После завершения обмена по нулевому содержимому СЧ1 канал анализирует наличие цепочки данных и либо переходит на считывание очередной канальной команды, либо выдачей сигнала УПР-К сообщает ВНУ об окончании обмена.

5.5. Последовательность подключения ВНУ. Режим ТЕСТ. После завершения информационного обмена ВНУ отключается от канала. Однако, при выполнении некоторых операций во ВНУ могут возникнуть значительные внутренние задержки, связанные с заверше-

нием каких-либо механических перемещений. Чтобы канал мог в это время осуществлять обмен с другими устройствами, конечный байт состояния о полном завершении операции передается в ЕСК с помощью сигнала ТРБ-А. По этому сигналу ЕСК реализует последовательность подключения ВНУ (рис. 7). Канал реализует начальную выборку устройства, принимая от него адрес и конечный байт состояния. Начальная выборка контролируется внутренним таймером. На этом же рисунке представлен алгоритм выполнения тестовой проверки канала.

Приложение.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ КЧЗ.

В качестве информационной платы, связывающей ЕСК с М-6000, используется специально разработанный интерфейс прямого доступа в память М-6000, который называется канал чтения-записи (КЧЗ). С функциональной точки зрения КЧЗ является развитием канала чтения из памяти (КЧ) [2], в алгоритм работы которого добавлен режим записи информации в память.

КЧЗ преобразует довольно сложный алгоритм обращения к памяти М-6000 в простой алгоритм по принципу «ЗАПРОС-ОТВЕТ». Для инициирования обмена на вход КЧЗ подается сигнал ЗАПРОС, который синхронизируется тактами Г1 и Г2 внутреннего генератора процессора и передается в М-6000 как сигнал ЗСК (рис. 8). Одновременно с сигналом ЗАПРОС на ШИН-Т КЧЗ необходимо выдать адрес записываемой или считываемой информации.

Процессор отвечает сигналом разрешения обмена канала (РОК), которым запускается автомат связей с памятью (АСП), реализованный на регистрах R3 и R4 (рис.9). АСП вырабатывает последовательно состояния А0—А1—А2—А3 по фазе синхросигнала Г1 и состояния В0—В1—В2 по фазе Г2. Цикл обращения к памяти М-6000 выполняется за 4 такта синхронизации процессора.

При состоянии автомата А0 интерфейс выдает в процессор сигнал обращения канала—ОБРК и строб КИ7, по которому осуществляется выбор режима обмена с памятью, задаваемого контрольными разрядами, передаваемыми вместе с адресом памяти. В режиме записи информации в память по шине ШИН КР1-Т передается 1, а по ШИН КР2-Т—0. В режиме чтения КР1=1, КР2=1. Извне режим обмена с памятью задается сигналом ЗП/-ЧТ, передаваемым в КЧЗ по выделенной шине внешнего разъема ШР.

Поскольку адрес и записываемая информация передаются в память по одним и тем же шинам (ШИН-Т), необходимо соблюдать определенную последовательность передачи адреса и данных в память М-6000 (рис. 8). При появлении на выходе КЧЗ сигнала ЗСК необходимо по синхросигналу Г1 сбросить ЗАПРОС и заменить адрес на ШИН-Т передаваемой информацией. По сигналу СТРОБ R5.6, сформированному из ЗСК, адрес памяти с входных шин ШИН-Т внешнего разъема ШР переписывается в буферный регистр R5, R6 и с него поступает в М-6000.

В состоянии автомата В1 вырабатывается ИЗРДК, по которому считываемая из памяти М-6000 информация переписывается в РД процессора. Сигнал ИЗРДК вырабатывается независимо от режима обмена с памятью. Так, записываемая в память информация в одном и том же цикле обращения считывается из памяти и появляется на выходе КЧЗ, т. е. информацию можно контролировать в процессе записи в память.

Сигналом СТРОБ РГ в состоянии автомата В2 информация снимается с шин РД0—РД15 канального разъема процессора и переписывается в буферный регистр R1, R2. Этим же сигналом канал извещается, что информация находится на выходных шинах КЧЗ. В состоянии АЗ в процессор передается сигнал конец цикла канала—КЦК, тем самым заканчивается цикл обращения к памяти.

Кроме перечисленных выше сигналов на внешний разъем из КЧЗ передаются синхросигналы Г1, Г2 и сигнал ошибки паритета памяти ОШП, возникающий при считывании искаженной информации.

Конструктивно КЧЗ выполнен на типовой плате АСВТ-М типа В с применением интегральных микросхем 155 и 131 серии. Для связи с каналом на плате установлен разъем РППГ-2-48, распайка которого соответствует выходу дуплексного регистра М-6000.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование одного из ЕСК в подсистеме дискового архива позволило нам решить проблему острейшего дефицита внешней памяти прямого доступа. В настоящее время к услугам Архива обращается свыше 400 пользователей, представляющих большие машины, мини- и микро-ЭВМ, а также и непрофессиональные пользователи. Другой ЕСК используется в подсистеме диспетчера заданий ЕС ЭВМ, что дает возможность организовать на НСМД

очередь входных заданий и прием результатов для трех ЕС ЭВМ, подключенных к Диспетчеру и работающих в пакетном режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев В.А., Денисов Н.Ф., Неханевич Э.Л., Попов В.М., Романов А.В., Сидоров В.А., Сысолетин Б.Л., Шувалов Б.Н. Система ЭВМ для автоматизации экспериментов. Препринт ИЯФ 75-84. Новосибирск, 1975 г.
2. Гусев В.А., Сысолетин Б.Л. Канал чтения из памяти УВК М-6000. Препринт ИЯФ 75-79. Новосибирск, 1975 г.

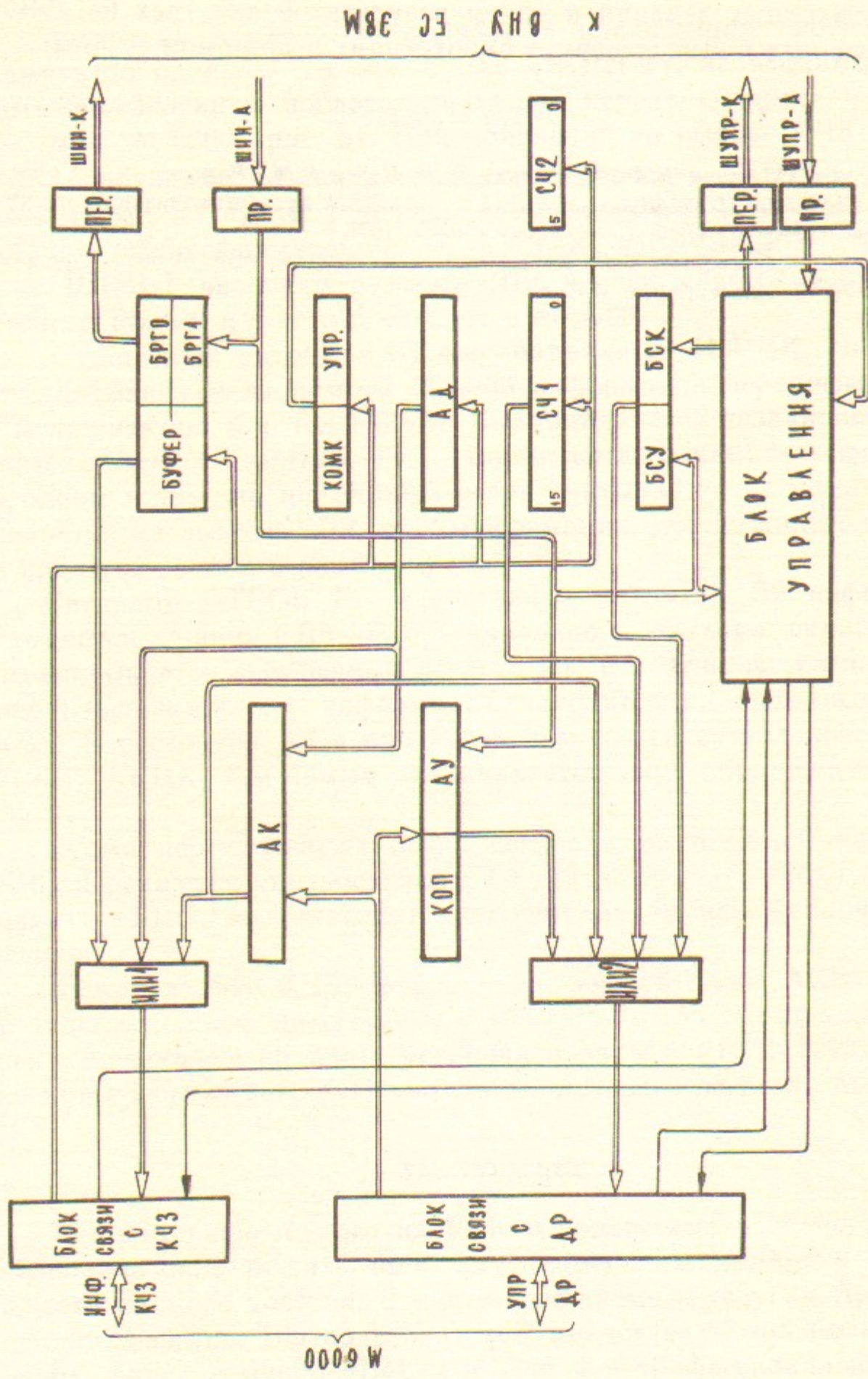


Рис. 1. Структурная схема ЕСК.

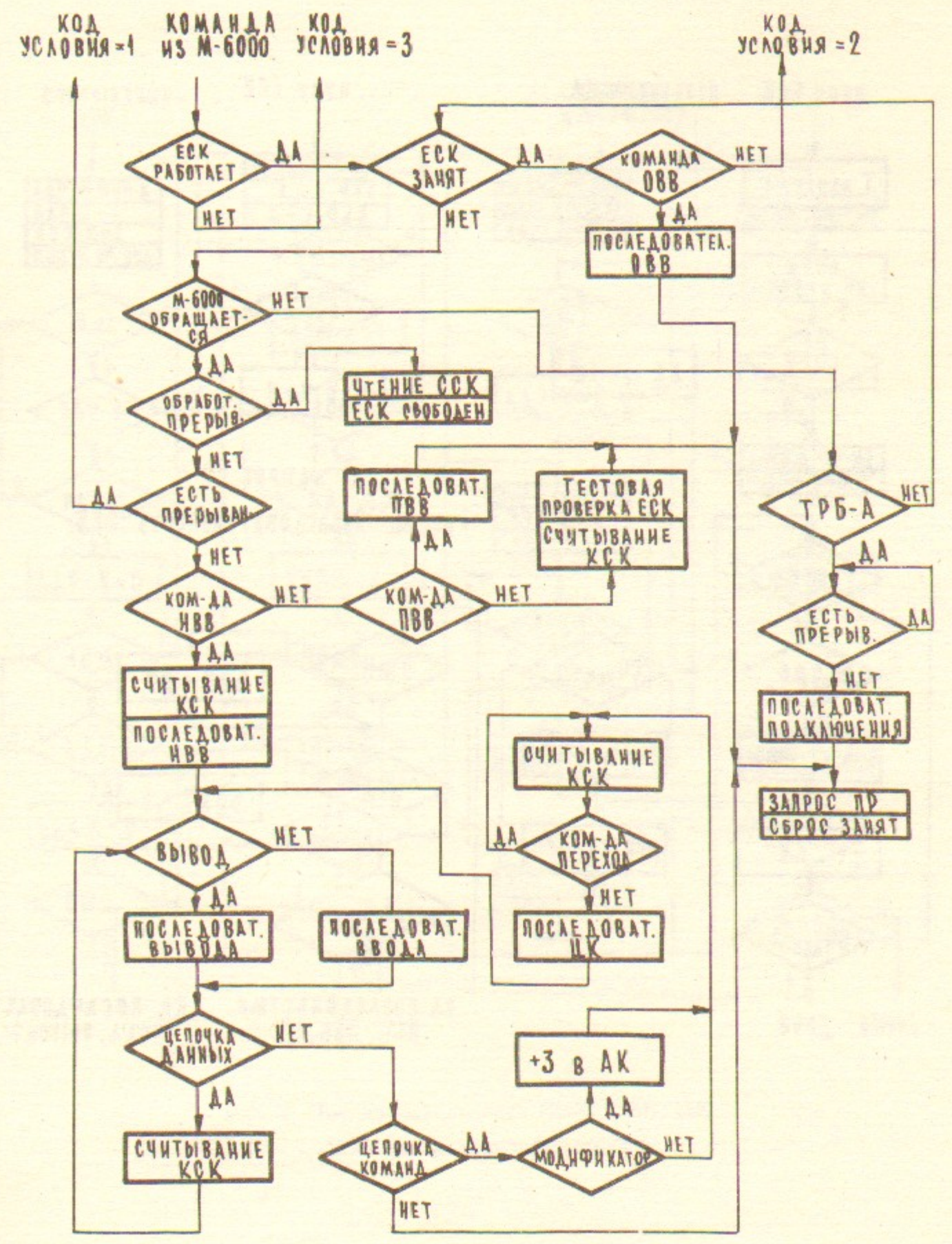


Рис. 2. Общий алгоритм работы ЕСК.

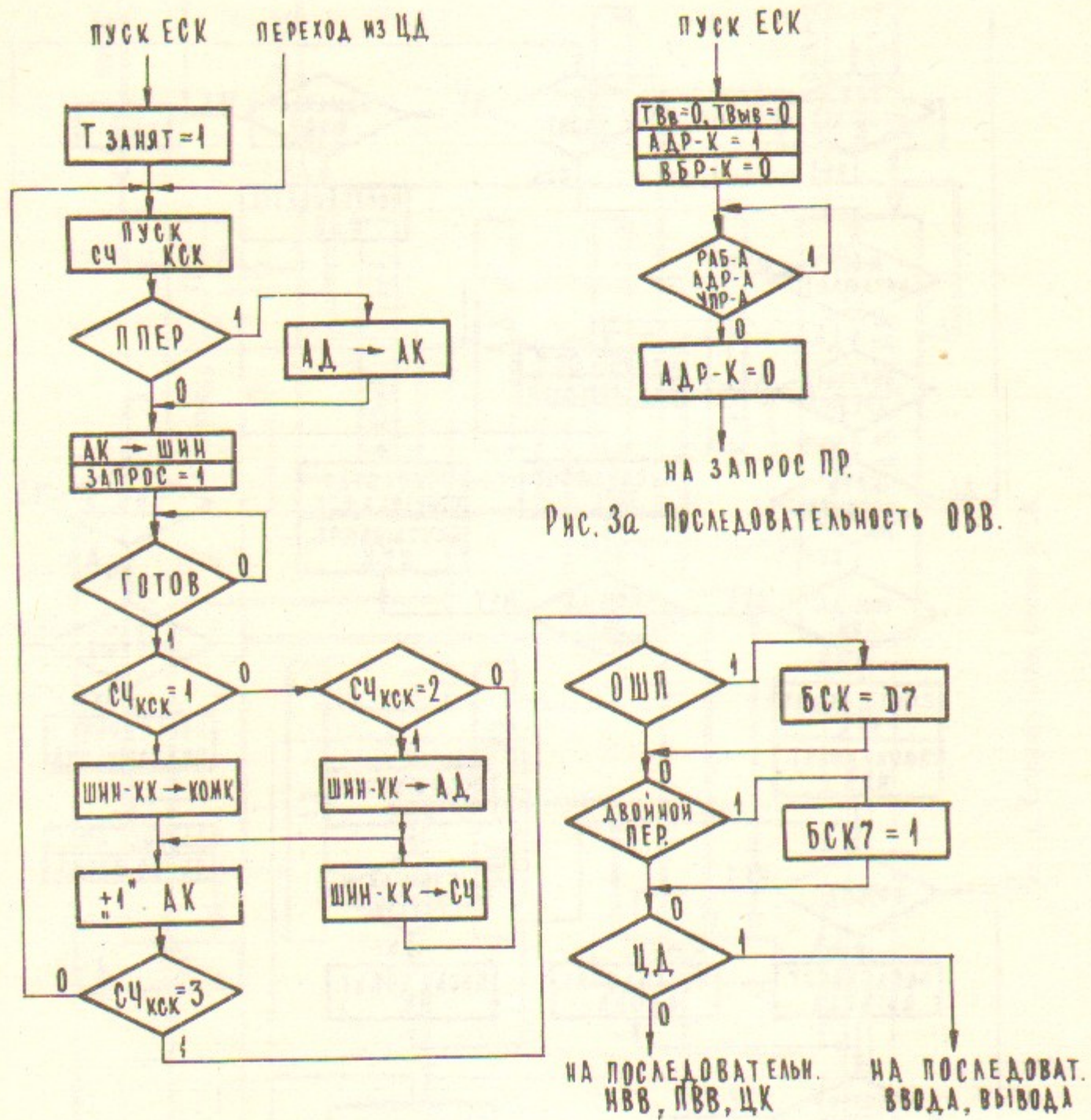


Рис. 3. Считывание КСК.

Рис. 3а. Последовательность ОВВ.

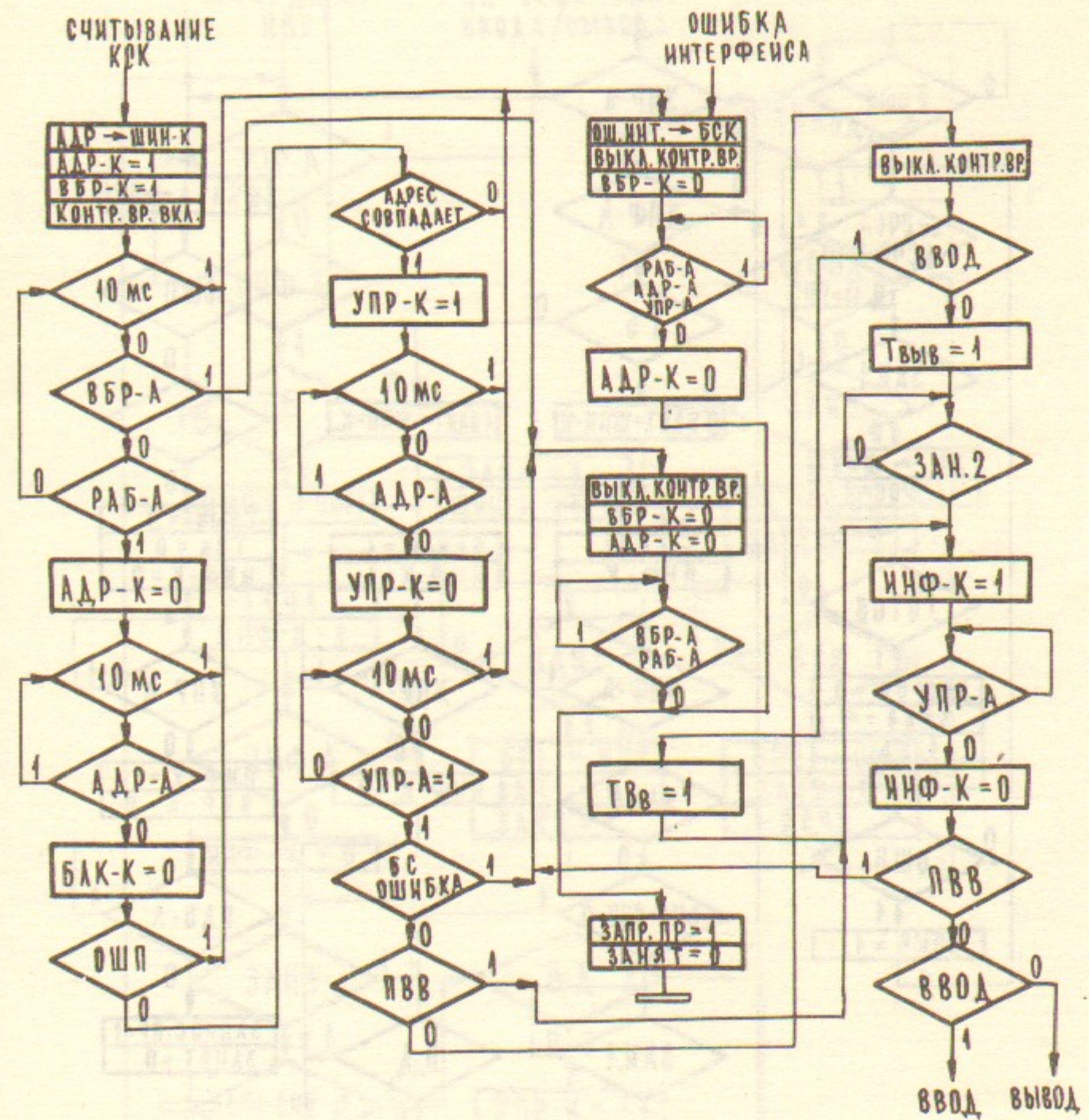


Рис. 4. Последовательность НВВ, ПВВ, ЦК.

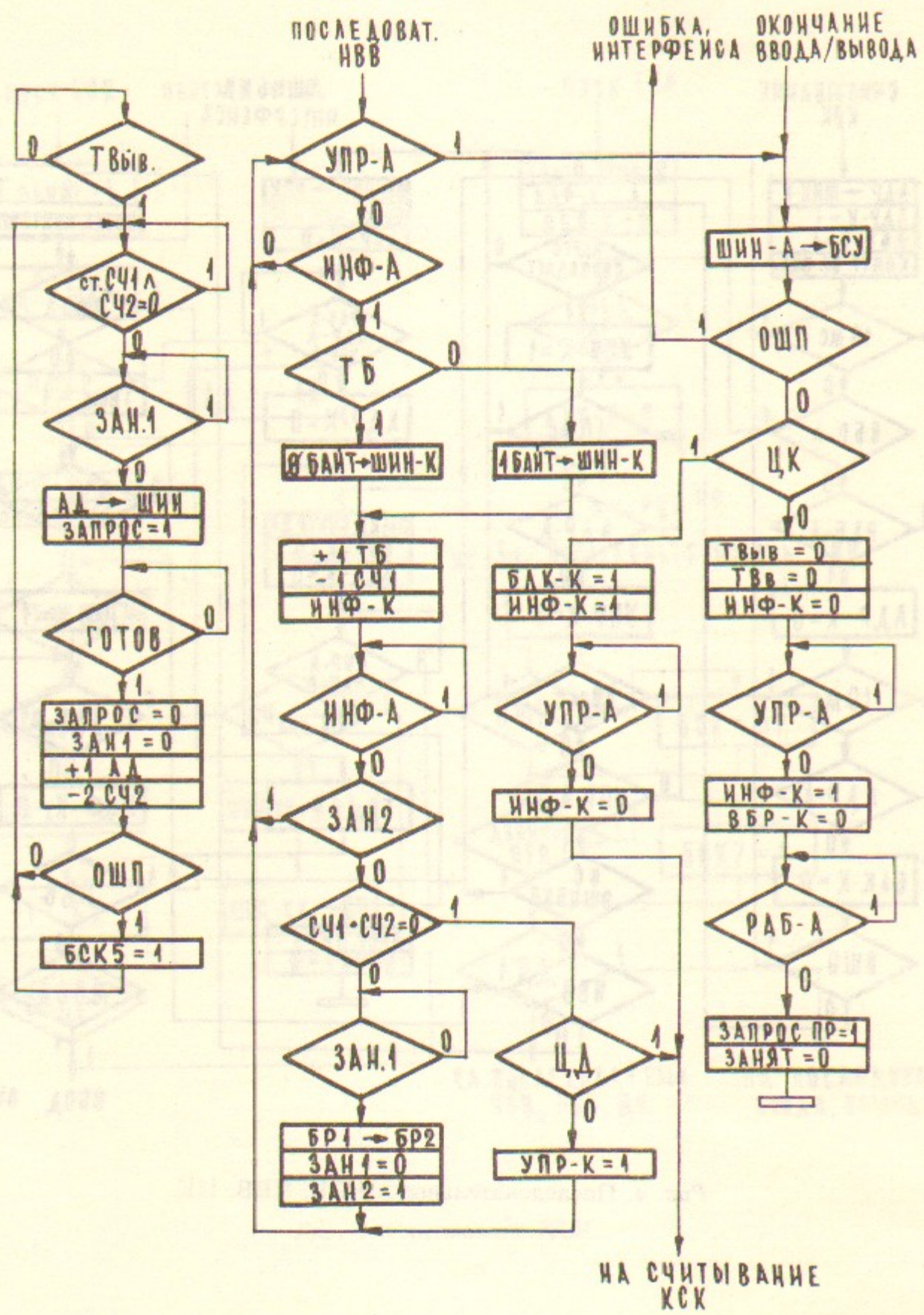


Рис. 5. Последовательность вывода.

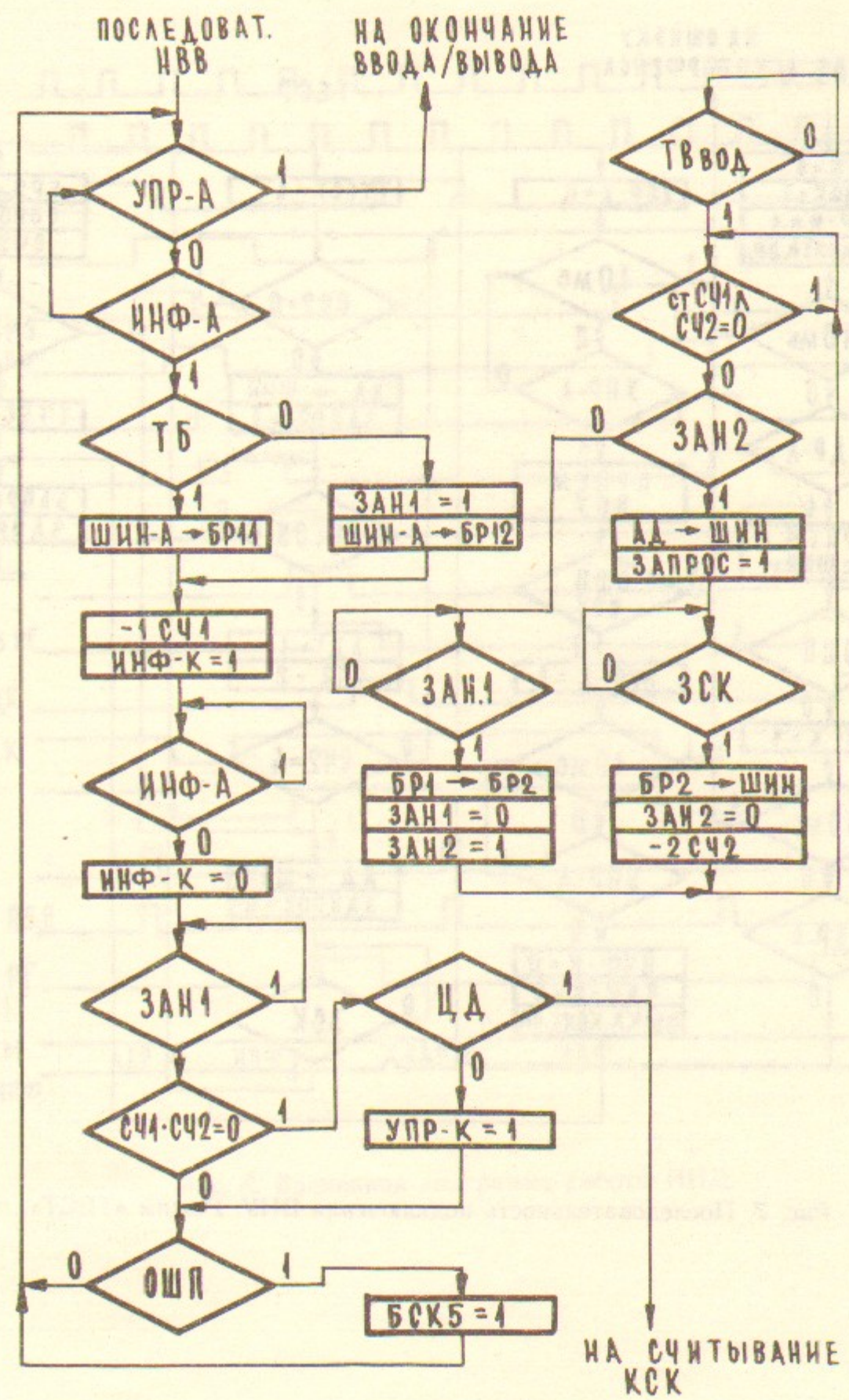


Рис. 6. Последовательность ввода.

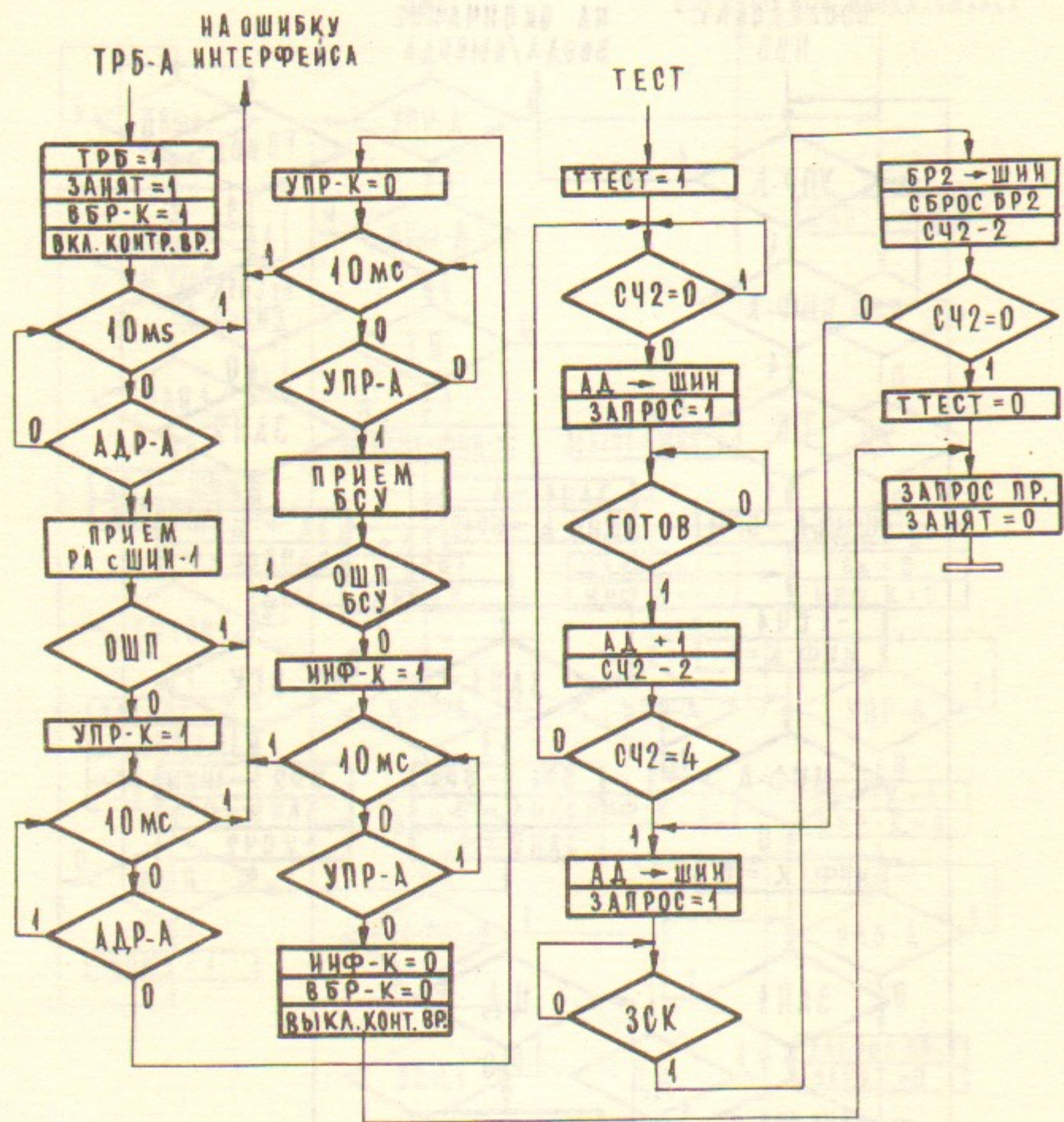


Рис. 7. Последовательность подключения ВНУ. Режим «ТЕСТ».

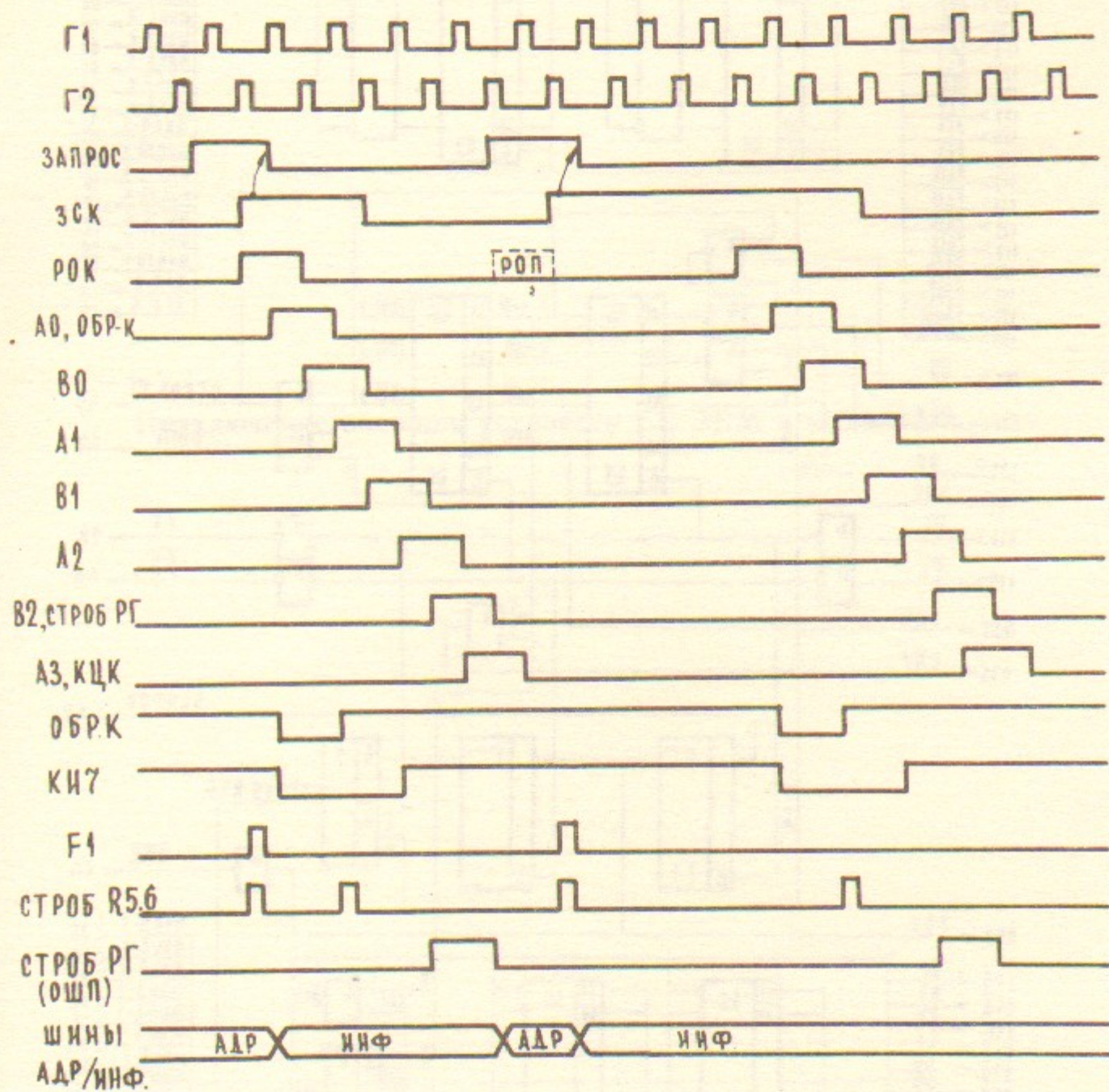


Рис. 8. Временная диаграмма работы ИПД.

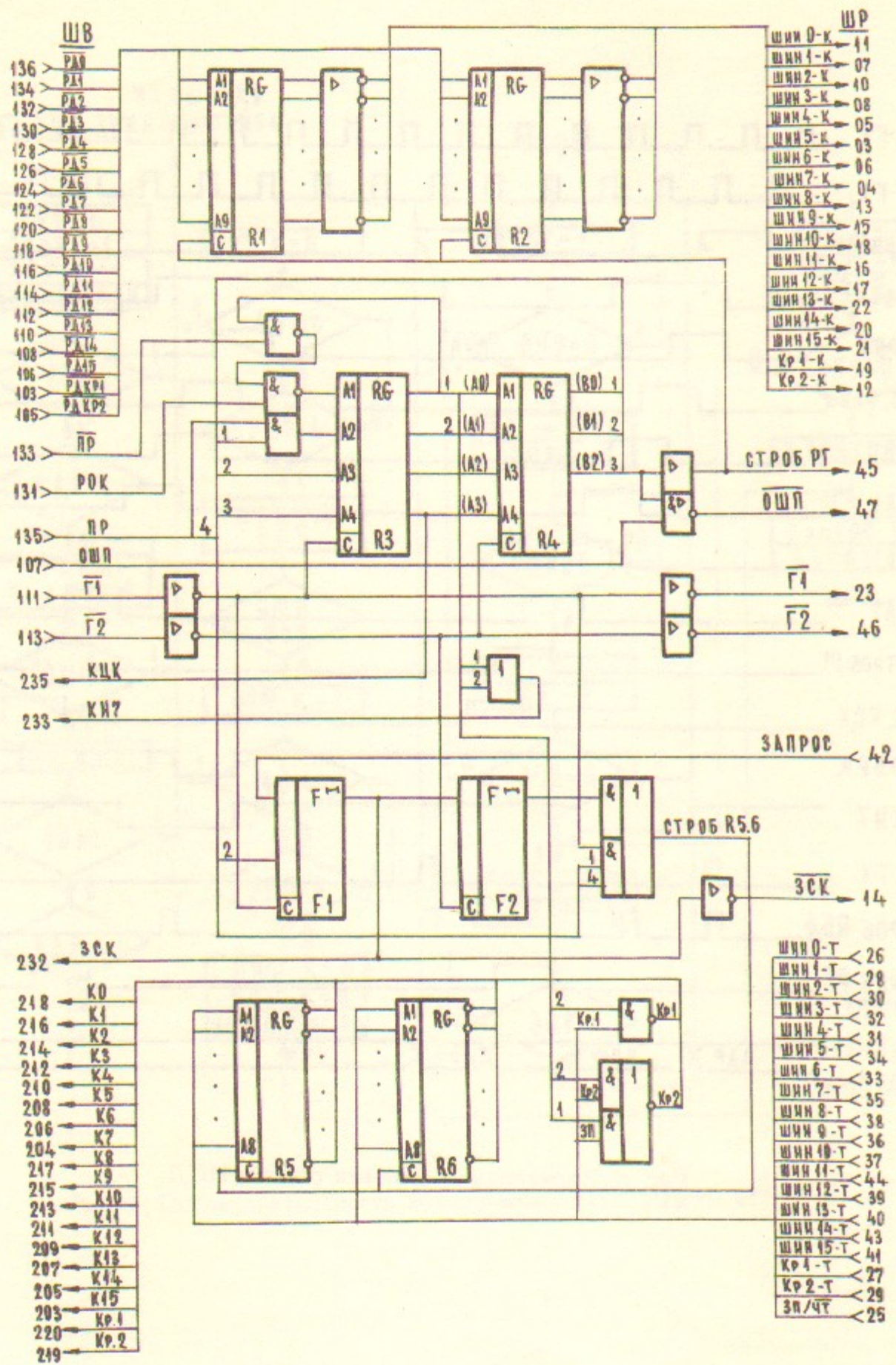


Рис. 9. Функциональная схема ИПД (К43).

В.А. Гусев

Подключение внешних устройств ЕС ЭВМ к мини-ЭВМ.

Ответственный за выпуск С.Г.Попов

Работа поступила 11 июня 1986 г.
 Подписано в печать 10.10.1986 г. МН 11826
 Формат бумаги 60×90 1/16 Объем 1,8 печ.л., 1,5 уч.-изд.л.
 Тираж 150 экз. Бесплатно. Заказ № 148

Набрано в автоматизированной системе на базе фото-
 наборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и
 отпечатано на ротапинтере Института ядерной физики
 СО АН СССР,
 Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.