

СИСТЕМНОЕ УСТРОЙСТВО ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАШИНЫ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ "МИНСК-222"Г.П. Лопато, А.Н. Василевский, В.Я.Пыхтин,
Б.А. Сидристый, В.Г. Хорошевский

Основные свойства универсальной вычислительной системы "Минск-222" были описаны в работе [1]. Элементарные машины этой системы состоят собственно из машин "Минск-2" или "Минск-22" и системных устройств. Описание машины "Минск-2" ("Минск-22") приведено в работе [2]. В данной работе даётся описание системного устройства (СУ).

Функциональная схема системного устройства и особенности реализации команд системы

С помощью системного устройства реализуются команды системы. Команды передачи (П) и приёма (Пр.), настройки (Н), обобщенных безусловных переходов (ОБП) связаны с обменом информацией между элементарными машинами. Кроме того, при выполнении всех команд системы, за исключением H_0 , между машинами пересылается служебная информация для синхронизации системы и выработки специальных признаков.

В состав системного устройства входят коммутатор (К), регистр настройки (РН), узел операций системы (УОС).

Функциональная схема системного устройства изображена на рис.1. Рабочий канал (Кр) представляет собой 7 двухсторонних шин (6 шин кода и 1 знаковая). С помощью специального триггера (ТР) регистра настройки (РН) и вентилей $7K_1$ каналы могут

быть отключены справа от машины. При выполнении команды П в третьем машинном такте число извлекается из оперативной памяти (МОЗУ) и передается сначала в сумматор (СМ), а затем в регистр Р1. В конце третьего такта узел операций системы (УОС) выдает на соответствующую шину синхросигнал (СИ), предназначенный для запуска приемных машин на такт приема. Одновременно этот сигнал запускает схему счетчика сдвигов (СчСдв), импульсы которого используются для получения сигналов "СдЛБР1" и "выдача Р1 в НМЛ", необходимых для такта передачи. То же устройство операций системы выдает потенциал "Передача", разрешающий прохождение информации с регистра Р1 в Кр. Использование СчСдв в качестве распределителя импульсов для организации тактов передачи (или приема) позволяет совместить во времени такт выборки из МОЗУ и такт передачи в Кр (или такт записи в МОЗУ и такт приема из Кр).

При выполнении команды приема (Пр) запуск счетчика сдвигов производится УОС по импульсу синхронизации, приходящему из передающей машины, а вместо потенциала "Передача" в УОС вырабатывается потенциал "Прием".

Рабочий канал используется также для передачи информации о настройке машин при выполнении команды H_T и для засылки команд в машины при выполнении ОБП₁ (ОБП₀). В отличие от команды H_T команда настройки собственной машины (H_0) не использует ни канала Кр, ни регистр Р1. При выполнении этой команды содержимое СМ выдается на кодовые шины числа (КШЧ), по которым оно передается в регистр настройки (РН). Прием информации с КШЧ в регистр настройки возможен лишь при единичном состоянии приемного триггера регистра настройки.

Выполнение команды H_T начинается, как обычно, с выборки из МОЗУ кода команды в первом такте. После пересылки содержимого СМ в Р1 машина останавливается. Код команды H_T по потенциальной шине настройки (ШН) поступает во все машины данной подсистемы. По этому потенциалу каждая машина останавливается после окончания текущих команд, что фиксируется с помощью специального триггера анализа останова центрального управления (ТАОЦУ). В момент останова всех машин системы (подсистемы) на отдельной шине анализа останова центрального управления (ШАОЦУ) появляется потенциал (ПОС), сигнализирующий о полном останове системы. Первым же импульсом генератора (ГИ) все принимающие машины по этому потенциалу запускаются одновременно на такт приема, а машина, имеющая команду H_T , — на такт передачи. Такты приема и

передачи при выполнении команды H_T отличаются от аналогичных тактов команд П, Пр, ОБП тем, что в них имеются два лишних шага, с помощью которых передается информация из Р1 в регистр настройки РН. Но такая передача информации осуществляется не у всех машин подсистемы, а только у тех, номер которых указан в I3-28 разрядах кода команды H_T . Также как и в команде H_T , после выполнения первого и третьего тактов команд ОБП машина останавливается. По специальной шине посылается потенциал ОБП. В команде ОБП₁ останов и синхронизация принимающих машин производится с помощью импульсов окончания операции И_{коп} и ШАОЦУ. В команде ОБП₀ в конце третьего такта по шине СИ посылается специальный синхросигнал, который производит принудительный останов принимающей машины и установку нуля во всех её устройствах. Почти одновременно с этим он устанавливает в единичное состояние триггер ТАОЦУ. ШАОЦУ используется для синхронизации и запуска машины на такт приема-передачи. Последний ничем не отличается от такта, описанного в командах обмена, и после его выполнения все принимающие машины выходят на I-ый такт следующей команды. В этом такте запрещается выборка команды из МОЗУ, вместо этого команда выбирается из Р1. Необходимо отметить, что выполнение команд ОБП производится только в тех машинах, которые содержат во втором разряде РН "1" (т.е. отмечены по 2 разряду регистра настройки (ТQ)).

Для реализации команд обобщенного условного перехода (ОУП) введены две потенциальные шины: ШQ и ШΩ. После выборки из МОЗУ команды ОУП машина останавливается и ждет выработки обобщенного признака Q среди всех отмеченных по ТQ машин. Дальнейший ход вычислений определяется выработкой обобщенного признака Ω. Шины ШQ и ШΩ служат для выработки указанных обобщенных признаков в подсистеме (системе).

Коммутатор

Коммутатор состоит из схемы коммутации следующих каналов: рабочих, приоритета, синхронизации. Все каналы импульсного типа.

Схема коммутации рабочих каналов о в. С помощью схемы коммутации рабочих каналов в элемен-

тарной машине осуществляется прием в ЭМ информации, поступающей с правой или левой стороны; передача из ЭМ информации в левую или правую сторону; передача информации в направлении справа налево и наоборот.

В схеме различаются левые (КрЛев.2) и правые (КрПр.1) рабочие каналы приема информации, левые (Кр. Лев.1), правые (Кр. Пр.2) рабочие каналы передачи информации.

Передача и прием 37-разрядного машинного слова осуществляется, как и при работе с накопителем на магнитной ленте (НМЛ).

Содержимое разрядов слова (за исключением знакового разряда) передается и принимается группами по шесть разрядов параллельно. С этой целью в каждом из рабочих каналов предусматривается шесть шин. Для передачи и приема знакового разряда в каждом рабочем канале предусматривается специальная седьмая шина. Содержимое знакового разряда посылается всякий раз при передаче каждой группе из шести разрядов.

Передача информации из данной ЭМ возможна только при выполнении ею команды П. При этом вырабатывается управляющий потенциал "Передача". Прием информации в данную ЭМ возможен только при выполнении её команды Пр. При этом вырабатывается управляющий потенциал "Прием из Кр".

Передача информации справа-налево, слева-направо, передача информации вправо из данной ЭМ, прием информации справа в данную ЭМ возможны тогда, когда данная ЭМ не является крайней правой машиной в системе (подсистеме). При этом триггер (разбиения ТР) регистра настройки (РН), находясь в нулевом состоянии, вырабатывает управляющий потенциал "Разбиение".

С помощью потенциалов "Передача", "Прием из Кр", "Разбиение" осуществляется управление схемой коммутации рабочих каналов. Такая схема для одной из семи шин рабочих каналов изображена на рис.2. На этом рисунке, как и на других, приняты обозначения элементов вентиляного типа - K_i , импульсных схем "или" на τ входов - $C\delta\tau_j$; потенциальных схем совпадения "И" на e входов - $C\text{л}e_k$.

Схема коммутации каналов приоритета. В одной и той же подсистеме вычислительной системы не допускается передача информации в канал более чем из одной ЭМ. В случае конфликтной ситуации, т.е. при одновременном выходе 2-х и более машин на любую из команд H_T , ОБП, П

предпочтение всегда отдается крайней машине слева.

В схеме (рис.3) триггер очередности команд системы (ТОКС) обозначен через PrI , он используется для запоминания приоритета данной ЭМ. При нулевом состоянии ТОКС данной ЭМ разрешается передача информации в каналы. При единичном состоянии ТОКС машина может только принимать информацию. Для передачи сигналов установки триггера ТОКС в состояние "1" служат шины очередности команд системы (ШОКС пр.1, ШОКС пр.2, ШОКС лев.1, ШОКС лев.2). После выполнения команд H_T , ОБП, П из машины, передававшей информацию, посылается сигнал установки триггеров ТОКС в "0" состояние по шине сброса ($\text{Ш}_{\text{сб}}\text{ТОКС}_{\text{лев}1}$, $\text{Ш}_{\text{сб}}\text{ТОКС}_{\text{лев}2}$). Схема шины сброса аналогична схеме, приведенной на рис. 2.

В схеме коммутации каналов приоритета осуществляется передача сигналов установки ТОКС в "1" состояния в каналы ШОКС из данной ЭМ, прием в данную ЭМ, передача справа налево и слева направо.

Триггер ТОКС устанавливается в "1" состояние сигналам приходящим по левой шине (ШОКС лев¹) безоговорочно в соответствии с выбранным принципом приоритета, а сигналом, приходящим по правой шине (ШОКС пр¹), - при условии, что в данной ЭМ отсутствуют разрешающие потенциалы команд H_T и П, потенциал "Разбиение", разрешающий потенциал ОБП/ТQ (ТQ - потенциал триггера ТQ регистра настройки). Сигнал установки ТОКС в "1" состояния поступает из данной ЭМ по управляющему импульсу УИ15, при условии, что в данной ЭМ по командам H_T , ОБП, П происходит передача информации в канал (вырабатывается потенциал "Передача") и машина имеет приоритет (ТОКС в "0" состоянии).

Схема коммутации каналов синхронизации (рис.4). С помощью этой схемы осуществляется коммутация каналов синхронизации машин при выполнении команд обмена П и Пр, а также вырабатывается сигнал останова ЭМ при выполнении команды (ОБП).

В системе принят следующий принцип синхронизации: каждая ЭМ, выполняя все команды за исключением команд обмена, работает от своего генератора импульсов, а, выполняя команды обмена, работает от импульсов ПМ передающей машины данной подсистемы.

Сигналы синхронизации, поступающие справа по шине синхронизации $\text{ШС}_{\text{пр}1}$, передаются влево на шину $\text{ШС}_{\text{лев}1}$. Сигналы с ле-

вой шины $\Pi C_{\text{лев}}^2$ передаются вправо на шину $\Pi C_{\text{пр}}^2$.

Сигналы синхронизации из данной ЭМ могут быть переданы влево и вправо по шинам $\Pi C_{\text{лев}}^1$ и $\Pi C_{\text{пр}}^1$. Сигналы синхронизации в данную ЭМ принимаются на шину ΠC . Коммутации каналов синхронизации осуществляются с помощью потенциалов "Разбиение" и "ПР". Сигнал останова ЭМ принимается из каналов $\Pi C_{\text{пр}}^1$ и $\Pi C_{\text{лев}}^2$ и посылается в шину останова Ост ОБП. Коммутация канала останова осуществляется с помощью потенциала $\text{ОБП} \wedge TQ$.

Регистр настройки (РН)

Регистр настройки состоит из собственного регистра РН и схемы потенциальных шин управления.

Регистр РН. В системном устройстве каждой ЭМ имеется схема 3-разрядного регистра настройки. С помощью этих регистров система может быть разбита на подсистемы, а каждая элементарная машина настроена на режим обмена или выработки обобщенных признаков Q и Ω в подсистеме.

Информация в регистр настройки записывается с помощью команд H_0 и H_1 . Первый триггер (TR) регистра настройки предназначен для разбиения всех связей с машинами, расположенными правее данной. (Такое разбиение можно осуществить не только программным путем, но и с помощью специального тумблера). Вторым триггером (TQ) служит для программного выделения машин системы (подсистемы), участвующих в операциях обмена и обобщенных переходов. Третий триггер ($T\Omega$) отмечает машины, участвующие в выработке признака Ω команд ОУП.

Схема потенциальных шин управления. В системе "Минск-222" потенциальные шины управления используются для передачи в любую машину системы управляющей информации. Шины управления двусторонние: одна шина передает управляющий потенциал слева-направо, а вторая-справа-налево.

Потенциальные шины подразделяются на: шины анализа останова ЦУ (ШАОЦУ), шины настройки (ШН), шины обобщенного безусловного перехода (ШОБП), шины признака Q (Ш Q), шины признака Ω (Ш Ω).

На рис.5 приведена схема ШАОЦУ. Шины ШАОЦУ используются для синхронизации работы машины системы (подсистемы) при выполнении команд H_1 и ОБП. Синхронизация осуществляется путем выборки одновременно в каждой машине системы (подсистемы) потенциала признака останова системы (ПОС). При появлении в системе машины с командой H_1 или ОБП все машины (для команды H_1) или только отмеченные по TQ (для команды ОБП) выходят на останов в конце текущих операций, что фиксируется единичным состоянием триггера PtI (ТАОЦУ) каждой машины. В случае команды ОБП $_1$ останов отмеченных машин происходит не в конце текущих операций, а с приходом импульса "Ост. по ОБП" из передающей машины. Единичное состояние триггера PtI говорит о том, что данная машина остановлена и готова для выработки потенциала ПОС. Если же машина подсистемы не отмечена по TQ , то останов этой машины не происходит, а схема $Sp2_2$ вырабатывает фиктивный потенциал останова. Сигнал в "остановленной" машине со сброски $Sбп2_2$ поступает на схемы совпадения $Sp2_1, Sp3_1, Sp3_2, Sp3_3$. Признак ПОС системы вырабатывается с учетом состояния левых и правых машин. Схема совпадения $Sp3_1$ пропускает сигнал справа-налево при наличии сигнала от правой машины, от данной машины и если нет разбиения системы в данном месте. Аналогично работает и схема передачи потенциала слева-направо через $Sp3_3$. При разбиении системы для передачи потенциала останова в левую машину служит схема совпадения $Sp2_1$.

Когда в системе (подсистеме) все машины, отмеченные по TQ , остановлены, во всех машинах по схеме совпадения $Sp3_2$ вырабатывается одновременно признак останова ПОС, используемый для запуска в ЭМ специального такта приёма (передачи) и подготовки регистра PI арифметического устройства (АУ) к приёму информации. Потенциал останова снимается при сбросе триггера ТАОЦУ первым же импульсом "ГМ сист".

Для передачи потенциала команды H_1 во все машины данной подсистемы (системы) используется шина ШН, схема которой приведена на рис.6.

Из дешифратора команд данной машины потенциал H_1 поступает на схему $Sбп2_1$ и $Sбп2_2$, а затем, если нет разбиения (\overline{TR}), в левую и правую шины ($\text{ШН}_{\text{лев}}^1$ и $\text{ШН}_{\text{прав}}^2$). В данную ЭМ потенциал ШН поступает со схем $Sp2_3$.

ШОБП используется для передачи потенциала $\text{ОБП} \wedge TQ$ во все машины системы (подсистемы). Схема шины ШОБП совпадает со

схемой, приведенной на рис.6, с той лишь разницей, что потенциал ШОБП и ТQ вырабатывается только у машин, отмеченных по ТQ.

При выполнении команд ОУП для синхронизации работы машин, отмеченных по ТQ, используется ШQ. Синхронизация осуществляется при выработке одновременно в каждой машине системы (подсистемы) потенциала Q, управляющего пуском распределителя импульсов центрального (РИЦ). Схема ШQ аналогична схеме ШАОУ, приведенной на рис.5.

Шина ШQ используется для выработки обобщенного признака Q, с помощью которого определяется переход машины на ту или иную подпрограмму. Машины, управляющие ходом вычислений, должны содержать "1" во втором и в третьем разрядах регистра РН, т.е. должны быть отмечены по ТQ и ТQ. Потенциал Q вырабатывается, если выполняются условия команд ОУП во всех отмеченных машинах подсистемы. Схема ШQ аналогична схеме ШАОУ.

Узел операций системы (УОС)

Узел операций системы реализуется благодаря внесению изменений в схемы: дешифратора операций (ДШО), распределителя импульсов центрального (РИЦ), связи с магнитным оперативным запоминающим устройством (МОЗУ), счетчика адресов команд (СЧАК), связи с внешними устройствами, связи с центральным пультом управления (ЦПУ), управления регистрами Р1 и Р2, управления сумматора (СМ), счетчика сдвигов местного управления операциями (Сисд), регистра адреса накопителя на магнитной ленте (РАНМЛ).

Схема ДШО. В схему ДШО для расшифровки 5 новых команд системы введен ряд инверторов и схем совпадений, вырабатывающих следующие потенциалы: \bar{H}_0 , П и \bar{P} , Пр и \bar{P} , ОУП \wedge ТQ и ОУП \wedge ТQ, ОБП \wedge ТQ, H_1 , ОБП, ОУП.

В схему реализации потенциалов "однотактные команды" - добавлена сборка с потенциалами H_0 и H_1 .

В дешифраторе построена также схема сброса команды в неприоритетных машинах, содержащих одну из команд (П, H_1 и ОБП) (рис.7). В дешифраторе операций вырабатывается потенциал ПвПр, используемый при объединении в систему ЭМ "Минск-2" раннего выпуска.

Схема РИЦ. Изменения в РИЦ сделаны в трех схемах: останова ЦУ, пуска ЦУ, тактов.

В схеме останова ЦУ добавлены следующие цепи (рис.8).

Цепь останова по импульсу $I_{\text{коп}}$ всех машин системы при выполнении команды H_1 или всех отмеченных по Т машин системы при выполнении команды ОБП. Останов необходим для синхронизации машин при выработке потенциала ПОС.

Цепь останова машин в конце 1-го такта (импульсом $И_{16}$) при выполнении команд ОУП. Останов необходим для синхронизации машин при выработке признака Q.

Цепь останова машины после выполнения первого такта при выполнении команды Пр. Машина останавливается импульсом $И_{16}$ и ждет прихода информации из передающей машины.

Цепь останова в конце 3-го такта передающей машины при выполнении команд П и ОБП. Останов производится импульсом $И_{36}$. Он необходим для организации специального такта передачи.

Цепь останова при выполнении команды ОБП₁. Останов осуществляется во всех принимающих машинах по импульсу "Ост.по ОБП".

Цепь останова после записи в МОЗУ очередного слова при выполнении команды Пр. Останов необходим до прихода следующего слова, если K не равно 0; если K равно 0, т.е. число принятых слов соответствует числу заданных в команде, то требуется выходить на 1-й такт следующей команды. Останов производится импульсом $И_{56}$.

В схеме пуска ЦУ добавлены следующие цепи (рис.9):

Цепь пуска при выработке признака Q в процессе выполнения команд ОУП. Импульс "Пуск РИЦ (ОУП)" запускает машину на 4 такт.

Цепь пуска после окончания передачи (приёма) информации в команде H_1 . Машина запускается на 1-ый такт следующей команды импульсом $И_{12C}$.

Цепь пуска в командах Пр и ОБП. В команде Пр осуществляется многократный пуск машины на такт записи ($1/2$ -раз) импульсом $И_{11}$. После окончания приема (передачи) информации в командах ОБП машина запускается на 1-ый такт следующей команды импульсом $И_{11C}$. Цепь пуска в команде П. Такт передачи в команде П совмещен во времени с тактом выборки очередного слова из МОЗУ, поэтому запуск на 3-й такт обычно осуществляется импульсом $И_{5C}$.

Цепь пуска после передачи k слов в команде П. Машина запускается на 1-й такт следующей команды импульсом $И_{11C}$.

В схему тактов машины внесены следующие изменения (рис.10).

Реализованы схема выхода на 3-й такт в команде П у приоритетной машины, схема многократного повторения 3-го такта (K - раз) и схема выхода из него на 1-й такт. В неприоритетных машинах команда П не выполняется до тех пор, пока не будет снят запрет от приоритетной машины. При этом все время повторяется 1-й такт.

Реализованы схема выхода на 5-й такт в команде Пр, схема многократного повторения 5-го такта (h - раз) и схема выхода из него на 1-й такт. Выход с 3-го такта при выполнении ОБП и с 4-го такта при выполнении ОУП производится по стандартным цепям.

Схема связи с МОЗУ. В командах П и ОБП используется 1-й и 3-й такты, а в командах Пр - 1-й и 5-й такты. В связи с этим при организации потенциала выдачи адреса приходится применять нестандартные связи. Триггер выдачи адреса TBa_2 устанавливается в единичное состояние импульсом $УИ_{15}$ при высоком потенциале одной из команд: П, Пр или ОБП. При выполнении команды, принятой с помощью ОБП из другой машины, необходимо ввиду того, что команды выбираются не из МОЗУ, а из регистра Р1, запрещать выдачу адреса команды, а также регенерацию МОЗУ. Запрет осуществляется с помощью специального одноразрядного регистра РгОБП (рис.11). В отмеченных по ТQ неприоритетных машинах регистр РгОБП устанавливается в единичное состояние по команде ОБП₁ импульсом "Ост.по ОБП", а по команде ОБП₀ - в конце текущих операций импульсом $I_{коп}$. При появлении в системе двух команд ОБП и ОУП предпочтение отдаётся команде ОБП, поэтому РгОБП устанавливается в единичное состояние импульсом $У"1"$ ТОБП. Сброс регистра РгОБП производится в конце 1-го такта импульсом I_{16} . При записи (чтении) очередного слова в команде Пр (П) необходимо добавлять "1" в РАМОЗУ, что осуществляется импульсом I_{55} (I_{35}).

Схема СЧАК. При выполнении команд ОБП в принимающей машине команда берется не из МОЗУ, а из рабочего канала, поэтому содержимое СЧАК необходимо сохранить на случай возвращения к старой подпрограмме после выполнения команды, переданной с помощью ОБП. Стандартное добавление "1" в СЧАК по импульсу $УИ_{15}$ блокируется потенциалами РгОБП и "Передача в Кр". Разрешено добавление "1" в СЧАК только у приоритетной машины импульсом $УИ_{16}$ (см. схемы машины "Минск-2").

Для нестандартной передачи содержимого См в Р1 в конце 3-

го такта при выполнении команд ОБП и П осуществляется "Опрос См" импульсом I_{36} .

"Опрос Р1" вырабатывается в приемных машинах при выполнении команды H_1 для передачи содержимого регистра Р1 в регистр настройки импульсом I_{13C} и при выполнении команды ОБП для выдачи на КШЧ содержимого регистра Р1 вместо содержимого МОЗУ импульсом I_{12} . Команды ОУП выполняются так же, как и команды стандартных переходов машины, поэтому используются те же цепи ($У"0"СЧАК$, $У"1"ПЧСЧАК$, приём a_1 и приём a_2) с незначительными изменениями.

Триггер ПЧСЧАК устанавливается в "1" состояние импульсом I_{43} только по потенциалу Ω . В этом случае выход по адресу a_2 осуществляется с помощью выработки потенциала "Приём a_2 " при положительном признаке (потенциале) Ω . Во всех остальных случаях сохраняется старое содержимое СЧАК, и машина выходит на 1-й такт очередной команды.

Схема связи с внешними устройствами. Счетчик РАНМЛ используется для подсчета числа передаваемых (принимаемых) слов в команде П (Пр). Для выдачи 1-го адреса команды П (Пр) в РАНМЛ производится установка в "1" ТВ "к" импульсом $УИ_{15}$. Для предварительной очистки РАНМЛ тем же импульсом в команде П (Пр) образуется сигнал $У"0"МЛ$. Образование дополнительного кода числа K (h) в РАНМЛ и просто добавление "1" в РАНМЛ осуществляется с помощью схемы, изображенной на рис.12. Дополнительный код образуется добавлением "1" в РАНМЛ с помощью импульса $УИ_{16}$.

Схема связи с ЦУ. В этой схеме импульс "Сбр.по ОБП" подается как на формирователь сброса внешних устройств машины, так и на формирователь сброса всей машины.

Схема управления регистрами Р1 и Р2. В командах H_1 , П и ОБП одновременно с передачей слова из регистра Р1 в канал Кр производится чтение следующего слова, поступающего из МОЗУ в См, поэтому в конце 1-го (команда H_1) или 3-го (команды П и ОБП) тактов необходимо передать содержимое См в Р1 по КШЧ. Это осуществляется с помощью сигнала "Опрос См". При подготовке регистра Р1 к приёму информации триггер приёма Р1 (ТПР1) устанавливается в "1" состояние, а регистр Р1 сбрасывается (рис.13).

При выполнении команды H_1 стандартный сброс регистра Р1 импульсом $УИ_{16}$ через K_1 запрещается.

Сброс осуществляется следующими сигналами.

Импульсом $У^0PI$ (ПОС) во всех приёмных машинах системы (подсистемы) при выполнении команд H_I и ОБП перед запуском машин на такт приёма.

Импульсом "Сброс СчСд" во всех приёмных машинах системы (подсистемы) при выполнении команд H_I и Пр после такта приёма.

Импульсом со сборки $СБ2_I$ в передающих машинах системы (подсистемы) перед приёмом слова из $См$ в PI . Этот же сигнал используется для подготовки цепей приёма регистра PI ($У^1ПPI$) Возврат триггера $ПPI$ в "0" состояние производится импульсами $УI_{16}$ (в команде H_I) или $И_{36}$ (в командах $П$ и ОБП).

Схема управления $СМ$. При выполнении команды Пр информация, принятая в регистр PI , должна быть передана в $СМ$ для последующей записи в $МОЗУ$. Передача осуществляется по импульсу "Сброс СчСд". При этом используются цепи выработки сигналов логического сложения и умножения.

Счетчик сдвигов (СчСд). На рис. 14 изображена функциональная схема СчСд со всеми необходимыми изменениями. Эта схема позволяет реализовать специальный II (или $I3$) - импульсный такт передачи-приёма. Запуск счетчиков сдвигов производится от импульсов "ГИ сист", если установлен разрешающий потенциал $РгЗСчСд$. Одноразрядный $РгЗСчСд$ устанавливается в "1" состояние в следующих случаях:

- при выполнении команды H_I во всех машинах системы (подсистемы) по потенциалу ПОС от импульса ГИ сист;

- при выполнении команд ОБП во всех отмеченных по TQ машинах системы (подсистемы) по потенциалу ПОС от импульса "ГИ сист";

- при выполнении команды Пр, если число принятых слов не равно h , импульсом ШС по потенциалу ТАК;

- при выполнении команды $П$ импульсом $И_{36}$.

Работа счетчика сдвигов прекращается, если триггер $РгЗСчСд$ устанавливается в "0" состояние.

Установка "0" состояния $РгЗСчСд$ во всех машинах системы (подсистемы) осуществляется при выполнении команды H_I импульсом $И_{13С}$, а при выполнении всех остальных команд - импульсом $И_{11С}$.

Импульсы $И_{13С}$ и $И_{11С}$ используются также для сброса счетчика сдвигов. Импульсы, снимаемые с первого триггера СчСд, исполь-

зуются для получения первых II импульсов такта передачи (приёма). При этом нечётные импульсы образуют сигналы "Выдача PI в $НМЛ$ ", а чётные - "СдЛБ PI ". Кроме серии II импульсов, необходимо выделять отдельные импульсы $И_{5С}$, $И_{11С}$, $И_{12С}$, и $И_{13С}$. Для этой цели предусмотрен дешифратор.

Потенциалы "Передача в Кр" и "Приём из Кр" получаются с помощью схемы сборки потенциалов команд: H_I , ОБП $\wedge TQ$, $П$ или ШН, Пр, ШОБП $\wedge TQ$. Вместе со-счетчиком сдвигов расположена схема синхронизации (синхр.). Эта схема работает при выполнении команд $П$ и ОБП.

В первом случае импульсом $И_{36}$ запускается такт приёма в машинах с командой Пр, во втором - импульсом $И_{коп}$ в приоритетной машине останавливаются все отмеченные по T машины.

Регистр адреса (РАНМЛ). РАНМЛ в машинах системы используется в качестве счетчика передаваемых (принятых) слов. Изменение в схеме РАНМЛ сводится к следующему: импульс "+1" РАНМЛ заводится на счетный вход 1-го разряда РАНМЛ, а импульс переполнения K снимается с 13 разряда РАНМЛ.

Особенности работы системного устройства $СУ$ при выполнении команд можно проследить с помощью временных диаграмм команд настройки и обмена.

Временная диаграмма работы системы при выполнении команды H_I . Как известно, каждая машина работает от собственного генератора, и лишь, начиная с момента синхронизации всей системы, используются импульсы ГИ передающей машины. Пусть команда H_I выбирается из $МОЗУ$ машины с номером I , а в машине с номером $(n-I)$ одновременно выполняется команда ОУП (рис. 15.) В момент t_1 в машине I появляется потенциал H_I , который по шине настройки ШН распространяется во все машины системы. Потенциал H_I имеет лишь передающая машина. Это позволяет разделить машины на передающие и принимающие. В момент t_2 импульс $УI_{15}$ из машины I по шине очередности команд системы (ШОКС) поступает во все машины системы и устанавливает триггеры ТОКС в единичное состояние. С этого момента и до конца операции H_I выполнение любой другой команды передачи в любой машине системы запрещено единичным состоянием триггера ТОКС. В момент t_3 в машине I заканчивается первый такт команды H_I и вырабатывается импульс конца операции $И_{коп}$. Этот импульс останавливает $ЦУ$ машины (сбрасывает $ТОЦУ$) и устанавливает в "1" состояние триггеры "ТАОЦУ" и "ПГИ сист." Единичное состояние "ПГИ сист." соответствует отключению собственного генератора импульсов от

внутренних цепей машины и подключению последних к шинам ГИ системы. Аналогичное подключение к шинам ГИ системы произойдет во всех машинах (в каждой по своему импульсу $I_{\text{коп}}$).

Машина с номером ($n - 1$) после выполнения 1-го такта останавливается. Подключение к шинам ГИ системы осуществляется по импульсу $У^1 T_9$.

Как только последняя машина системы остановится (момент t_5), во всех машинах одновременно вырабатывается признак останова системы (ПОС) в виде высокого потенциала.

Первым же импульсом генератора машины 1 производится его подключение к шинам генератора системы (устанавливается в "1" состояние триггера "ГИ сист."). Начиная с этого момента, все машины системы синхронно работают от генератора импульсов машины 1. При высоком потенциале ПОС они запускаются на специальный такт (в машине 1 - такт передачи). Во время этого такта информация по 6-разрядному каналу (канал Кр) поступает из машины 1 во все остальные, где принимается в регистры Р1. Импульсами I_{12C} и I_{13C} принятая информация заносится в регистр настройки, затем все машины, за исключением ($n-1$) машины, выходят на 1-й такт следующей команды. В промежуток времени между I_{11} и I_{12} по специальной шине сброса ТОКС поступает сигнал, с помощью которого снимается приоритет машины 1 и производится переключение генераторов машин, в результате чего каждая машина начинает работать от собственного генератора.

Временная диаграмма работы машин системы при выполнении команд обмена (рис.16). Предполагается, что машина 1 выполняет команду П и передает два слова, машина 2 выполняет команду Пр и принимает два слова, машина ($n-1$) передает "к" слов, машина n принимает "к+2" слова.

Предварительная синхронизация машин, участвующих в обмене, осуществляется командами ОУП, благодаря чему десинхронизация отдельных машин, работающих от собственных ГИ, не превышает 4-х мксек. В момент t_0 начинается выборка команд в вышеуказанных машинах. Во всех неприоритетных машинах триггер ТОКС устанавливается в "1" состояние (момент t_1). Переключение генераторов во всех машинах, участвующих в обмене, осуществляется по импульсу $УИ_{16}$, причем в неприоритетной машине с командой П (в нашем случае машина ($n-1$)) сохраняется

режим работы от собственного генератора. Так как выход из 1-го такта и добавление "1" в СТАК запрещены в этой машине, то до момента сброса ТОКС (t_9) в ней непрерывно повторяется 1-ый такт команды П. После выборки первого слова из МОЗУ машины 1 все принимающие машины специальным импульсом, поступающим из машины 1, запускаются на такт приема первого слова в регистр Р1 (момент t_3), а машина 1 - на такт передачи. В момент t_4 импульсом I_{5C} запускается ЦУ машины 1 на 3-й такт. К моменту t_6 предыдущее слово оказывается переданным в канал Кр, а очередное слово выбранным из МОЗУ. По импульсу I_{36} в машине 1 вырабатывается пусковой импульс "синхр." В принимающих машинах в момент t_5 происходит запуск ЦУ на такт записи импульсами I_{11C} . Очередные такты приема и записи предыдущего слова совмещены во времени.

После выборки второго слова из МОЗУ в машине 1 устанавливается в "1" состояние триггер анализа "к" (ТАК), который запрещает выход на 3-й такт в момент t_7 . Аналогично, в такте приема (машина 2) импульсом I_{5C} в "1" состояние устанавливается ТАК, который блокирует запуск машины 2 на очередной такт приема. В момент t_8 машина 1 запускается на 1-й такт очередной команды, а принимающие машины на такт записи принятого в регистр Р1 слова. В момент t_9 снимается приоритет 1-ой машины (сбрасываются триггеры ТОКС во всех машинах) и происходит переключение генераторов в машинах 1 и 2. В машине n генератор не переключается. Машина имеет растянутый 5-й такт (длительность этого такта определяется временем подключения генератора машины ($n-1$) к шинам "ГИ сист."). С момента t_{10} машина ($n-1$) становится приоритетной и начинается обмен информацией с машиной n .

Конструктивное оформление системного устройства

Системное устройство (рис.17) в конструктивном отношении не является автономным устройством, оно включается в машины "Минск-2" или "Минск-22" как неотъемлемая часть. Такой вариант реализации системного устройства позволяет наиболее полно использовать возможности схем машины при сравнительно небольших затратах на дополнительное оборудование. Общее число дополнительных ячеек на реализацию СУ составляет 70. Из них основная часть уходит на схемы коммутатора (К) и регистра настройки (РН), которые выполнены на отдельной панели в шкафу

центрального устройства. Для реализуемых схем узла операций (УОС) требуется незначительное количество ячеек. В частности, в шкаф арифметического устройства добавляется 7 ячеек, в шкаф ВВЛ-1 ячейка, остальные ячейки размещаются в шкафу центрального устройства. Ориентировочные затраты на изготовление системного устройства составляют не более 2000 рублей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э.В. Евреинов, Г.П. Лопато. Универсальная вычислительная система "Минск-222" (Данный сборник, стр. 13-20).
2. В.В. Пржиялковский. "Минск-2/22" - базовая машина для однородных универсальных вычислительных систем. (Данный сборник, стр. 21-34).

Поступила в редакцию
22.IV.1966 г.

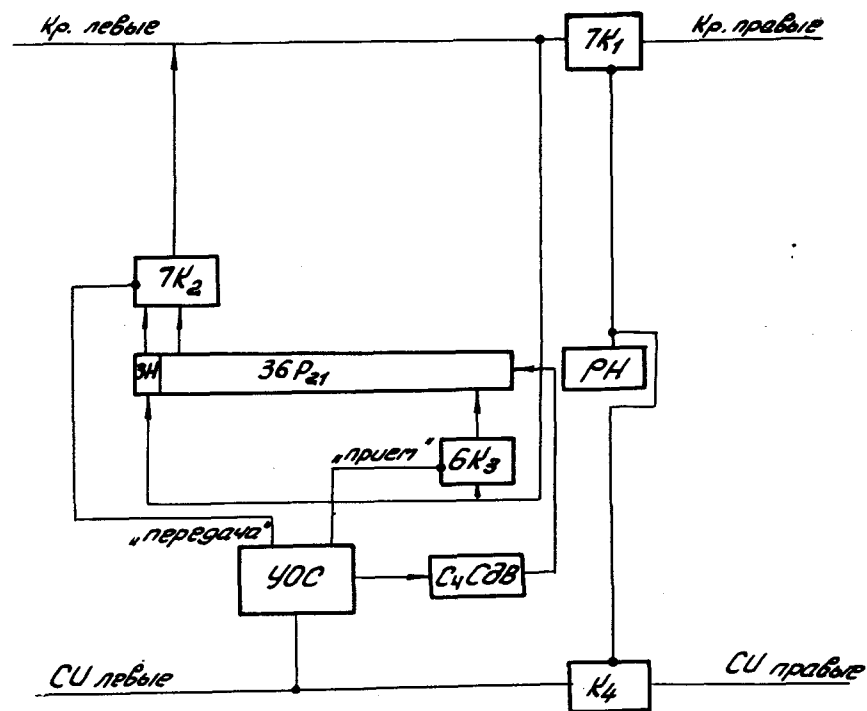


Рис. 1.

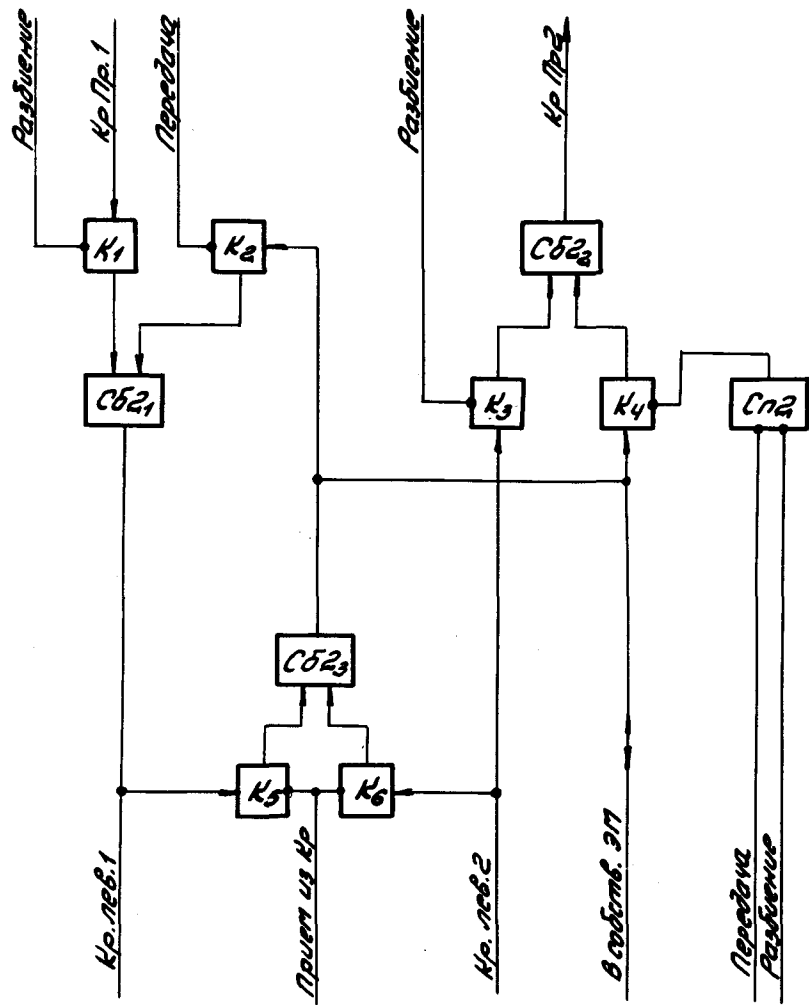


Рис. 2.

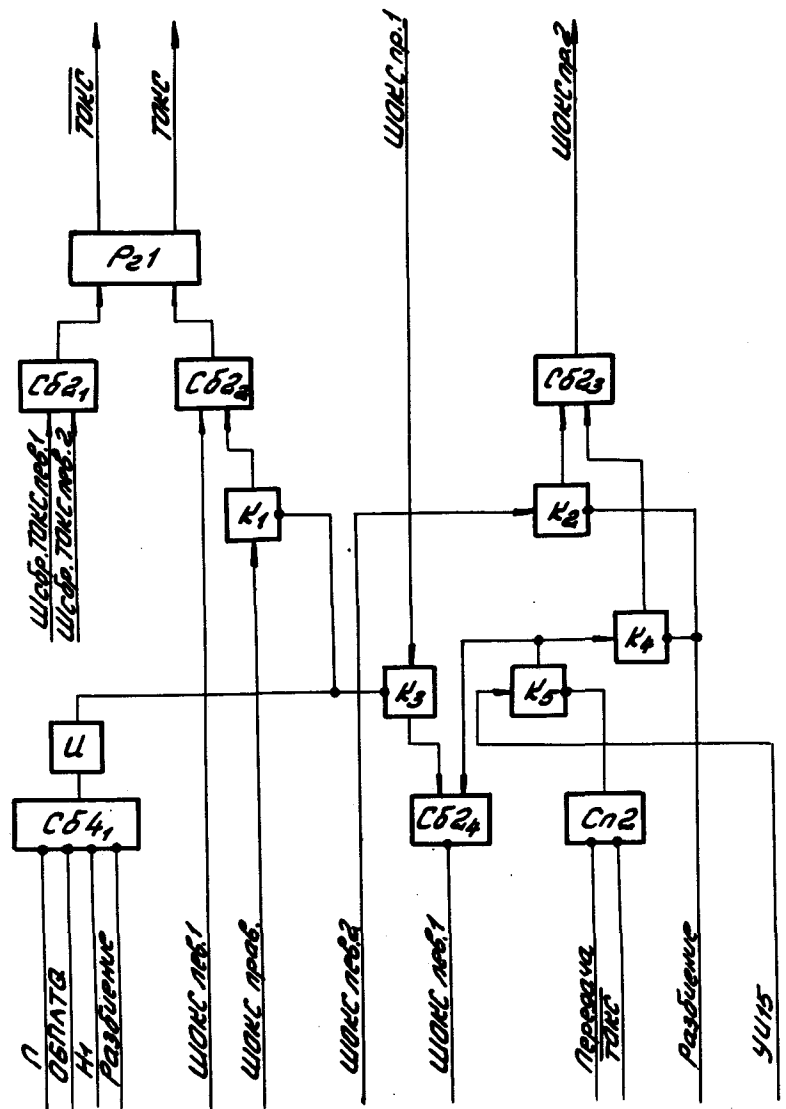


Рис. 3.

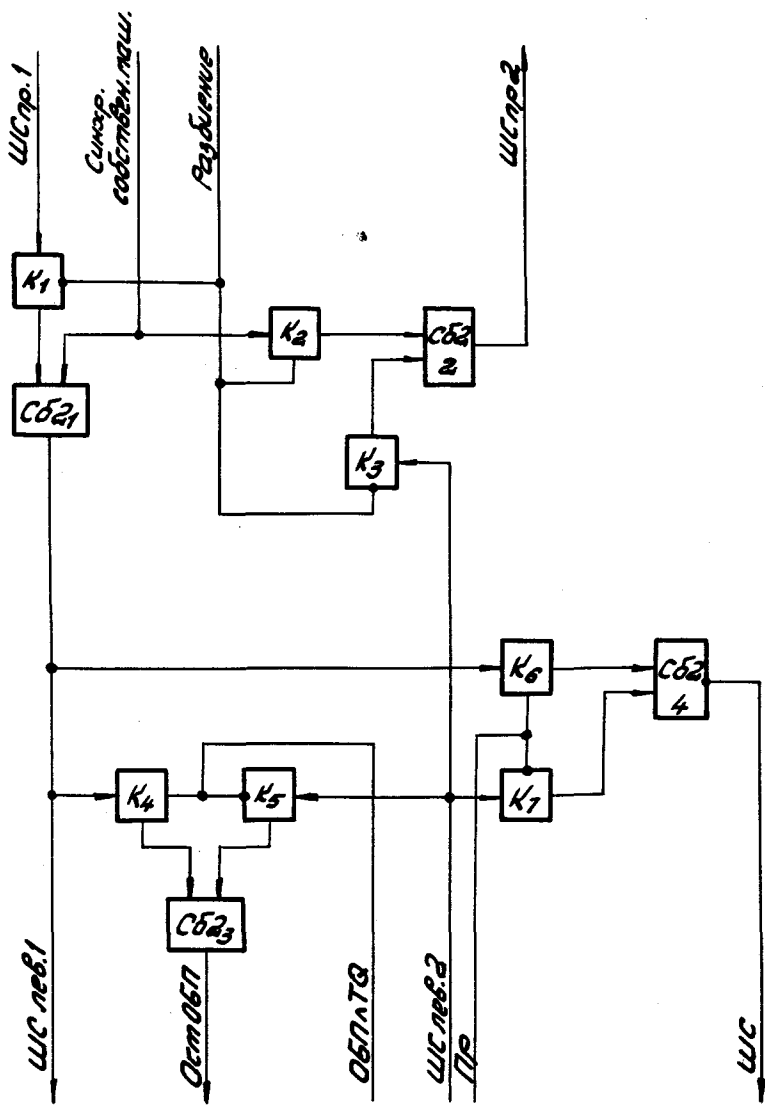


Рис. 4

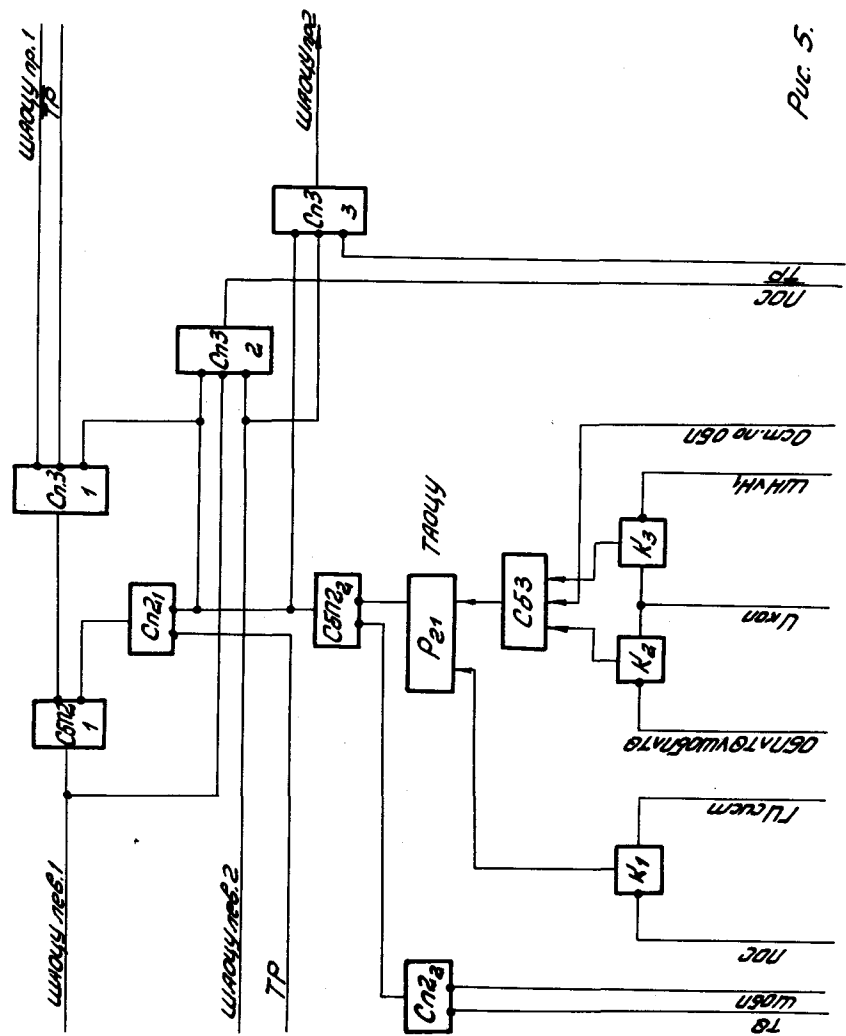
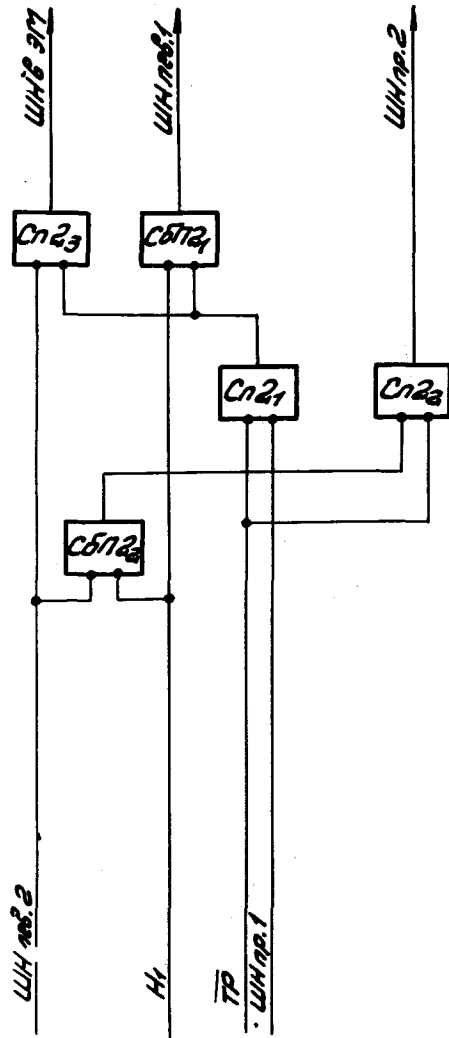
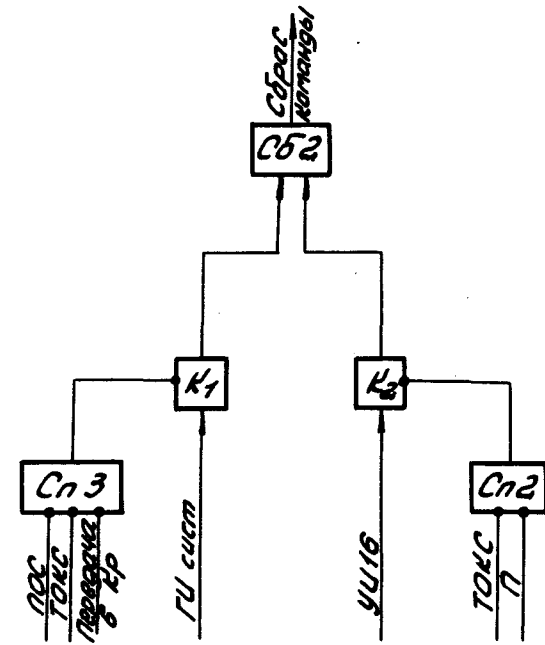


Рис. 5



PUC. 6



PUC. 7.

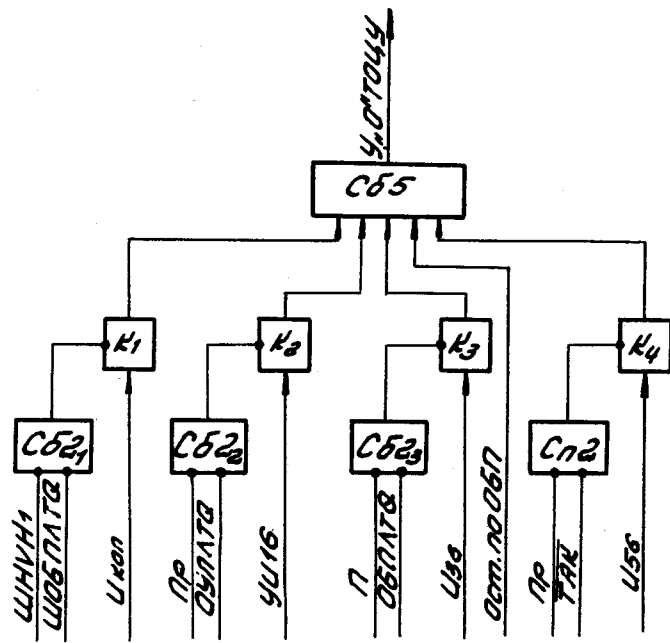


Рис. 8

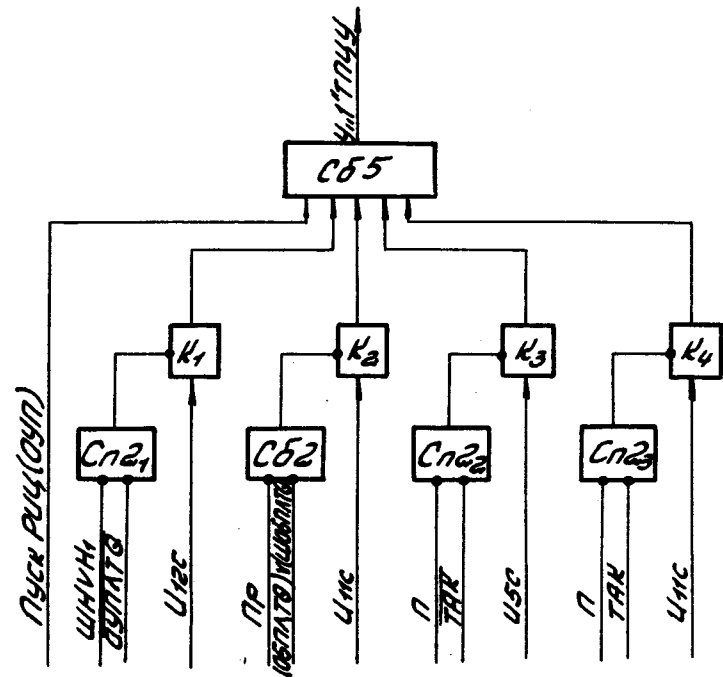


Рис. 9.

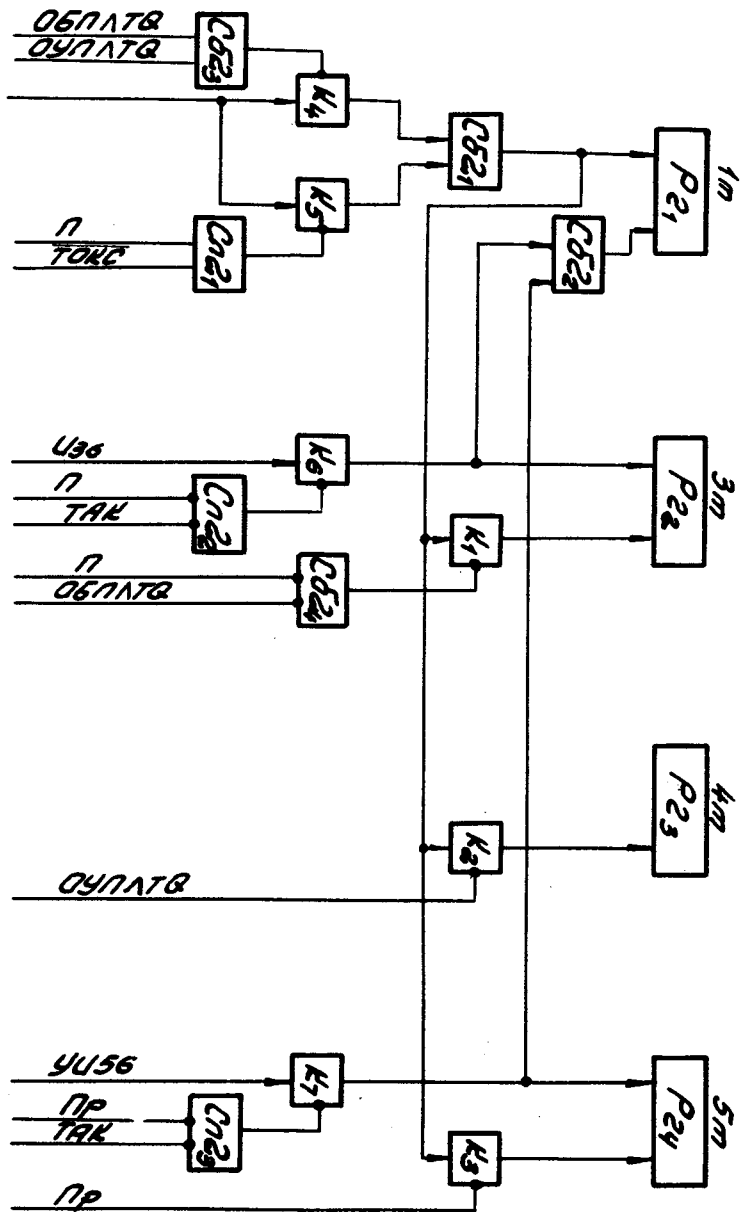


Fig. 10.

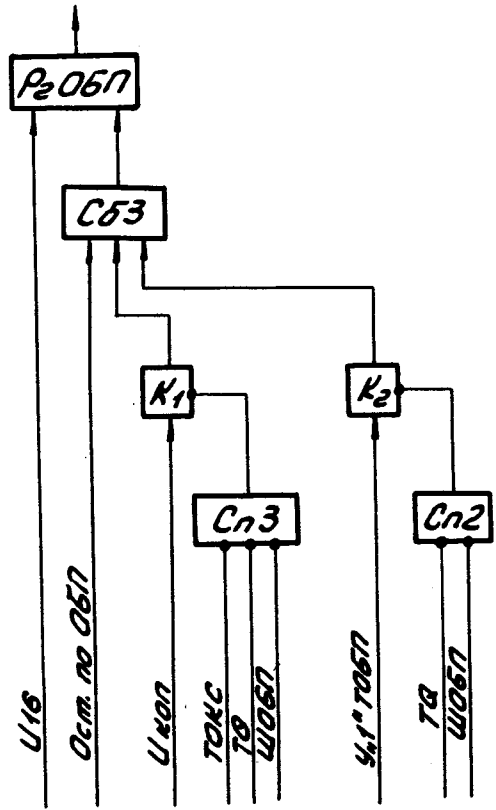
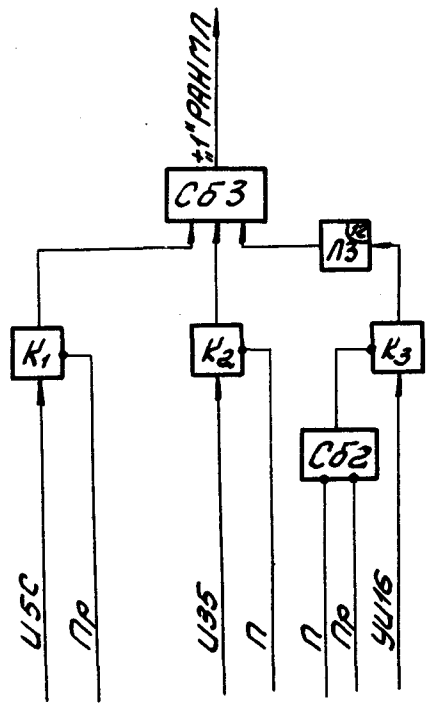
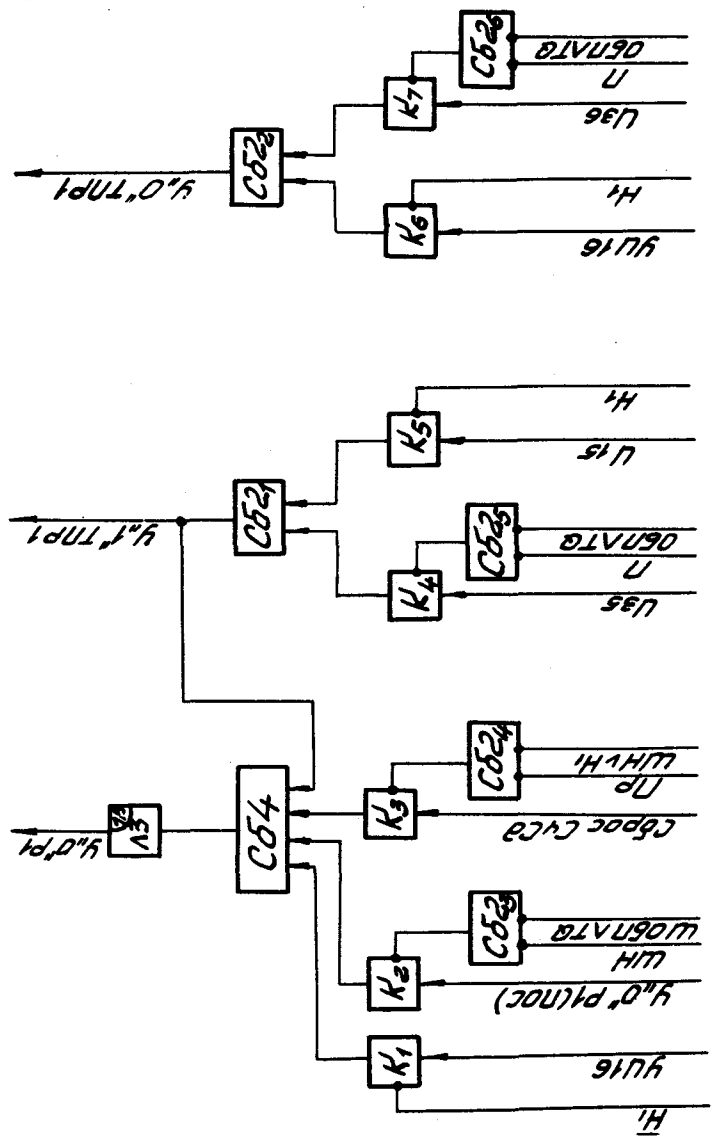


Fig. 11.



Puc. 12.



Puc. 13.

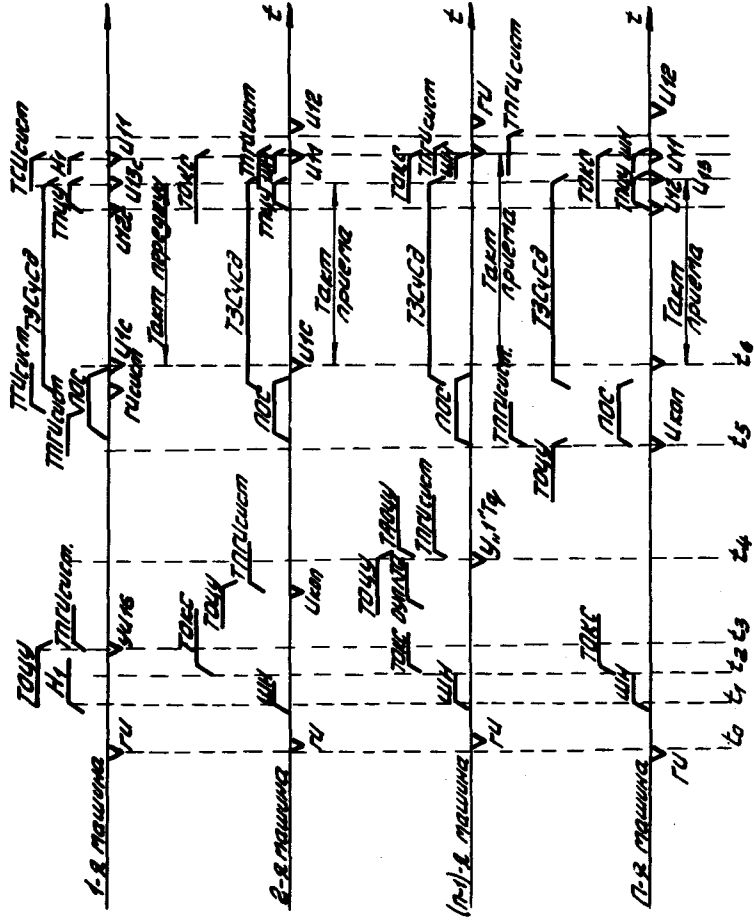
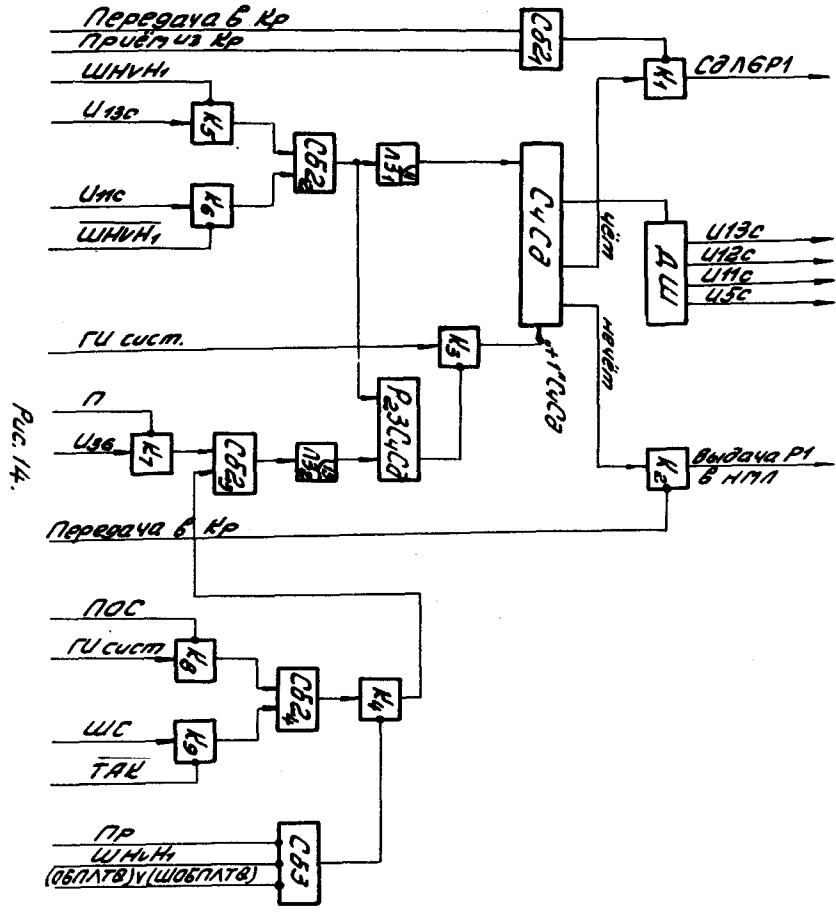
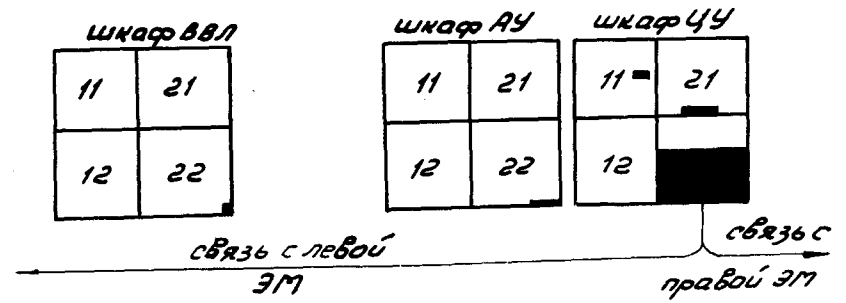
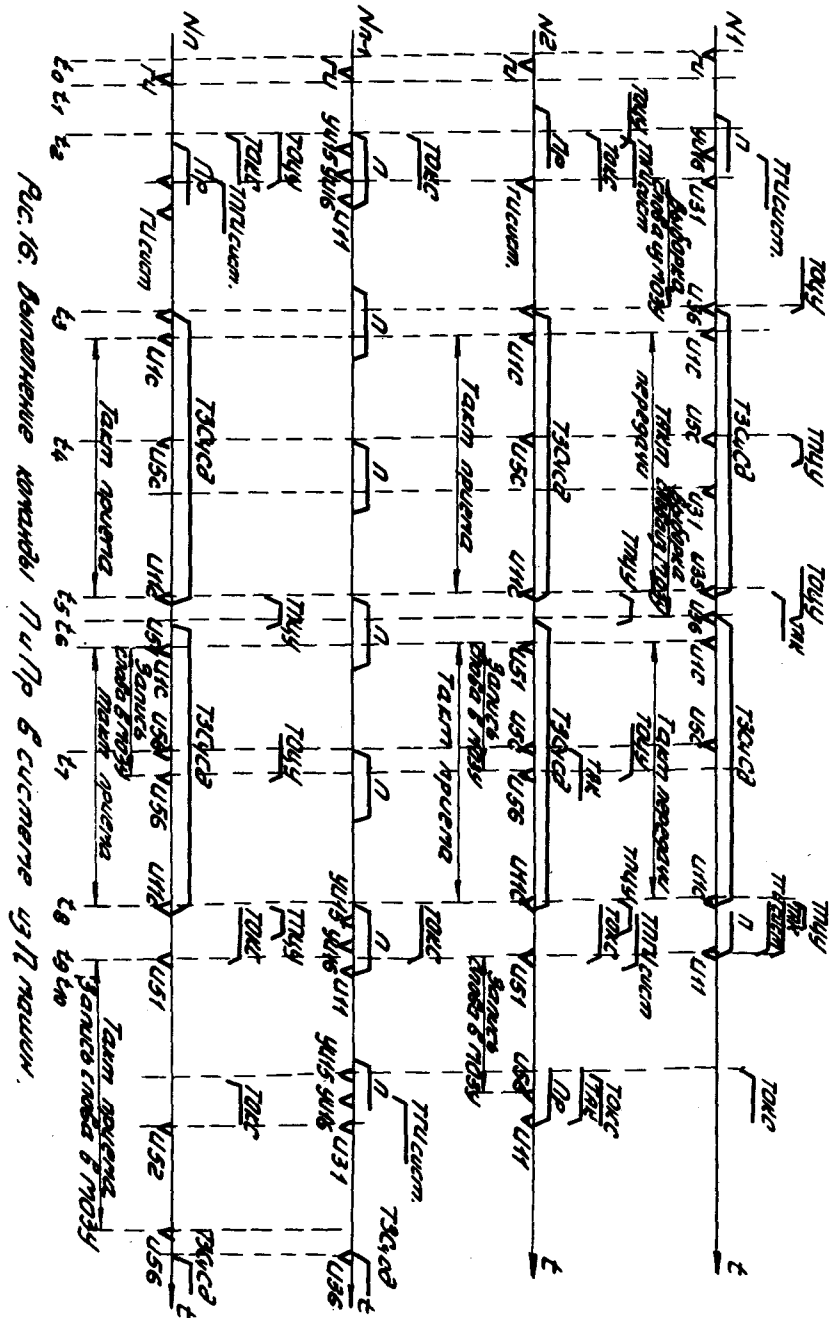


Рис. 15. Выполнение команды H в системе из 12 машин.



■ - места и приблизительный объем дополнительного оборудования СУ в шкафах "ТИНСК-2".

Рис. 17