



ВСЕСОЮЗНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИИ И ЭКОНОМИКИ МИНПРИБОРА СССР
(ИНФОРМПРИБОР)

КАТАЛОГ

КОМПЛЕКСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Средства вычислительной техники

УПРАВЛЯЮЩИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ
ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ
(УВК-ФРН) СМ 1420.21, СМ 1420.22

ПСИ

Москва 1988

Н. Н. Ленов, А. Л. Мильман, А. А. Молодцов, Л. М. Плахов, Е. С. Хайтин

ИНФОРМПРИБОР выпускает третье издание каталога «Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП)» под общей редакцией канд. техн. наук В. А. Рухадзе.

Каталог состоит из семи томов, каждый из которых включает в себя отдельные выпуски, представляющие собой самостоятельные информационно-методические издания по определенной группе технических или программных средств:

Том 1. Общее описание ГСП.

Том 2. Средства получения информации о параметрах технологических процессов.

Том 3. Средства локального контроля и автоматизации.

Том 4. Средства централизованного контроля и регулирования.

Том 5. Средства вычислительной техники.

Том 6. Средства воздействия на процесс.

Том 7. Типовые конструкции и элементы.

В настоящем выпуске содержатся сведения об управляющих вычислительных комплексах повышенной надежности (УВК-ФРН) СМ 1420.21 и СМ 1420.22. Описывается их структура и состав, средства повышения надежности комплексов, характерные области применения.

По всем вопросам, касающимся издания каталога, просим обращаться по адресу: 125877, Москва, А-252, Чапаевский пер., 14, **ИНФОРМПРИБОР**.

Ответственный за выпуск И. Н. Морозова



Средства вычислительной техники

УПРАВЛЯЮЩИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ (УВК-ФРН) СМ 1420.21, СМ 1420.22

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИБОРОВ
И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Москва 1988

НАЗНАЧЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ

Комплексы управляющие вычислительные функционально-распределенные повышенной надежности (УВК-ФРН) СМ 1420.21 и СМ 1420.22 предназначены для работы на верхних уровнях иерархических распределенных систем управления производственными процессами и научными экспериментами. Комплексы могут также использоваться в системах обмена сообщениями, в системах коллективного пользования и для чисто вычислительных работ.

Комплексы обеспечивают работу в мультипрограммном и мультизадачном режиме в реальном времени.

Основной целью разработки УВК-ФРН было создание комплексов, обеспечивающих длительную работу в реальном времени без потери информации и с сохранением непрерывности функционирования при отказах отдельных устройств. Реализация этой цели основана на принципе автоматического резервирования аппаратуры при отказах с последующим быстрым восстановлением резерва.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Параметры	СМ 1420.21	СМ 1420.22
Емкость встроенной оперативной памяти, Кслов	248	248
Емкость внешней памяти на магнитных дисках, Мбит:		
полной (не форматной)	400	912
программно-доступной (форматной)	314	762
Емкость внешней памяти на магнитной ленте, Мбит:	180	180
Тип операционной системы	ОС РВ	ОС РВ
Потребляемая мощность, кВт·А, не более	6,0	13,5
Площадь, занимаемая комплексом, м ²	21	28
Масса, кг	1640	2500

СТРУКТУРА И СОСТАВ КОМПЛЕКСОВ

УВК-ФРН представляет собой двухмашинные комплексы, построенные на базе одномашинных

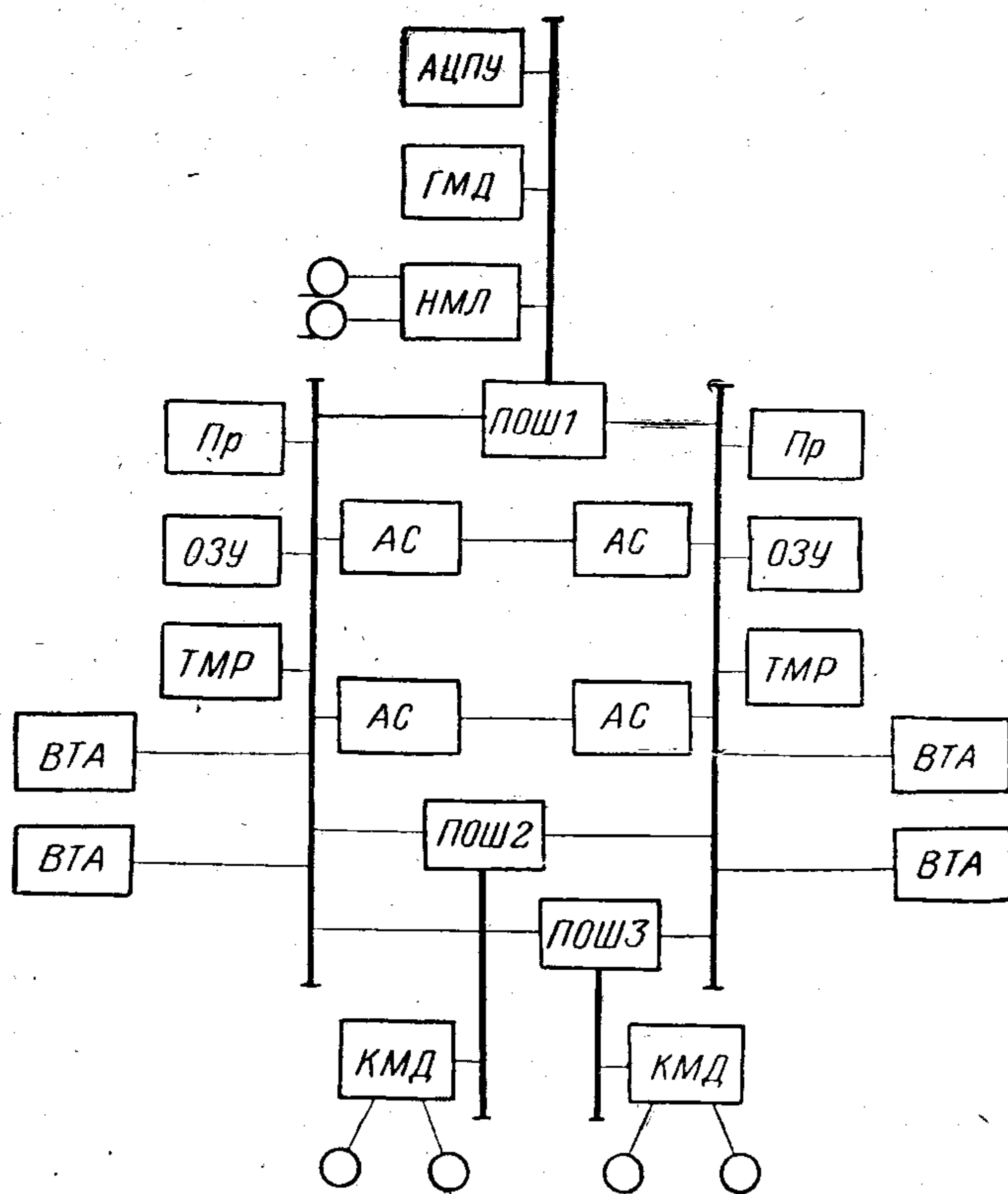


Рис. 1. Структурная схема укрупненная УВК-ФРН типа СМ 1420.21

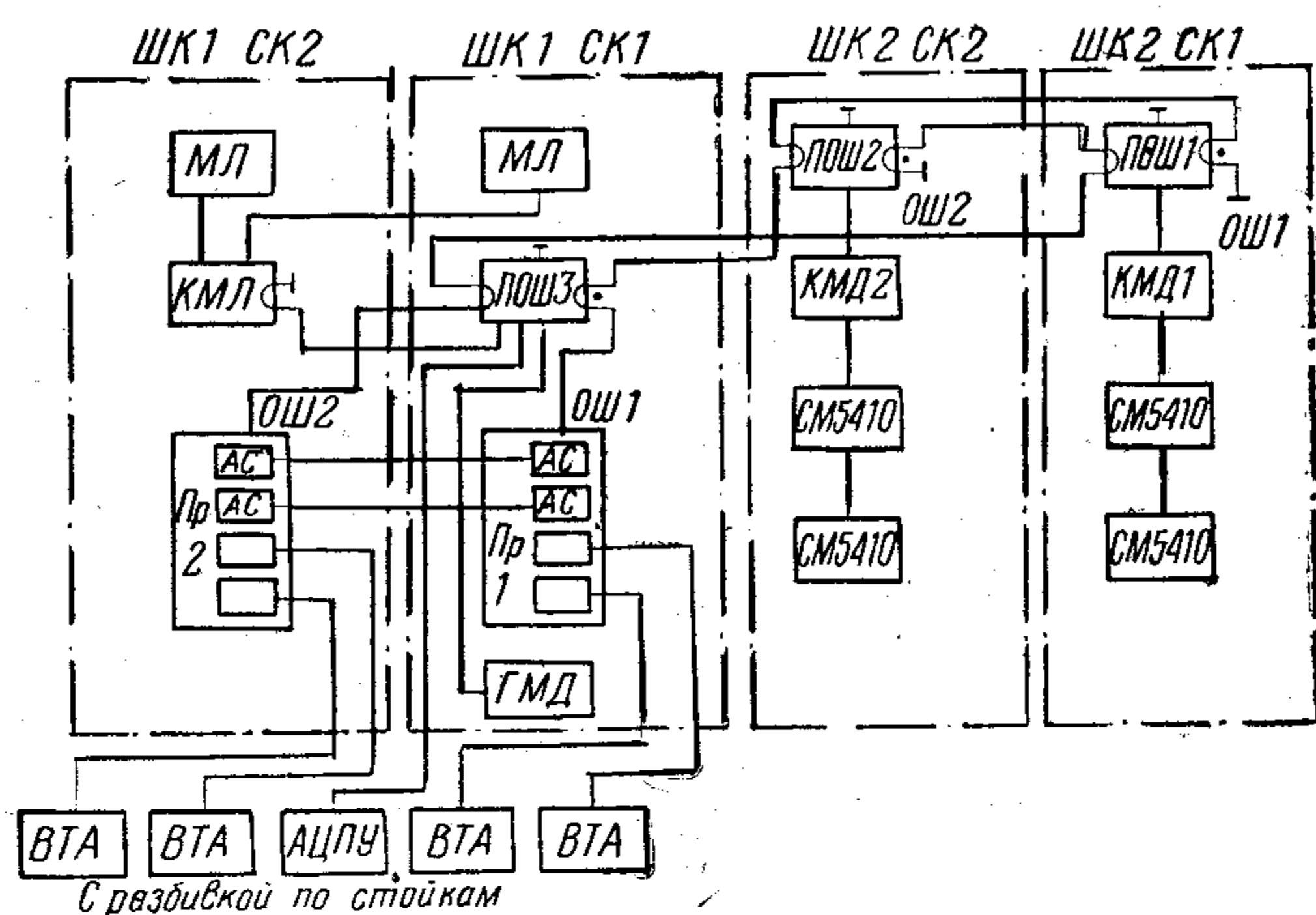


Рис. 2. Структурная схема УВК-ФРН типа СМ 1420.21 с разбивкой по стойкам

комплексов СМ 1420 и имеют шифры СМ 1420.21, СМ 1420.22.

Каждый из комплексов УВК-ФРН состоит из двух одинаковых одномашинных субкомплексов типа СМ 1420, соединенных между собой с помощью устройств межмашинных связей и имеющих общие устройства, подключаемые к обоим субкомплексам с помощью переключателей общей шины (ПОШ) СМ 1420.4501. Структурные схемы комплексов СМ 1420.21 и СМ 1420.22 приведены соответственно на рис. 1, 2, 3 и 4.

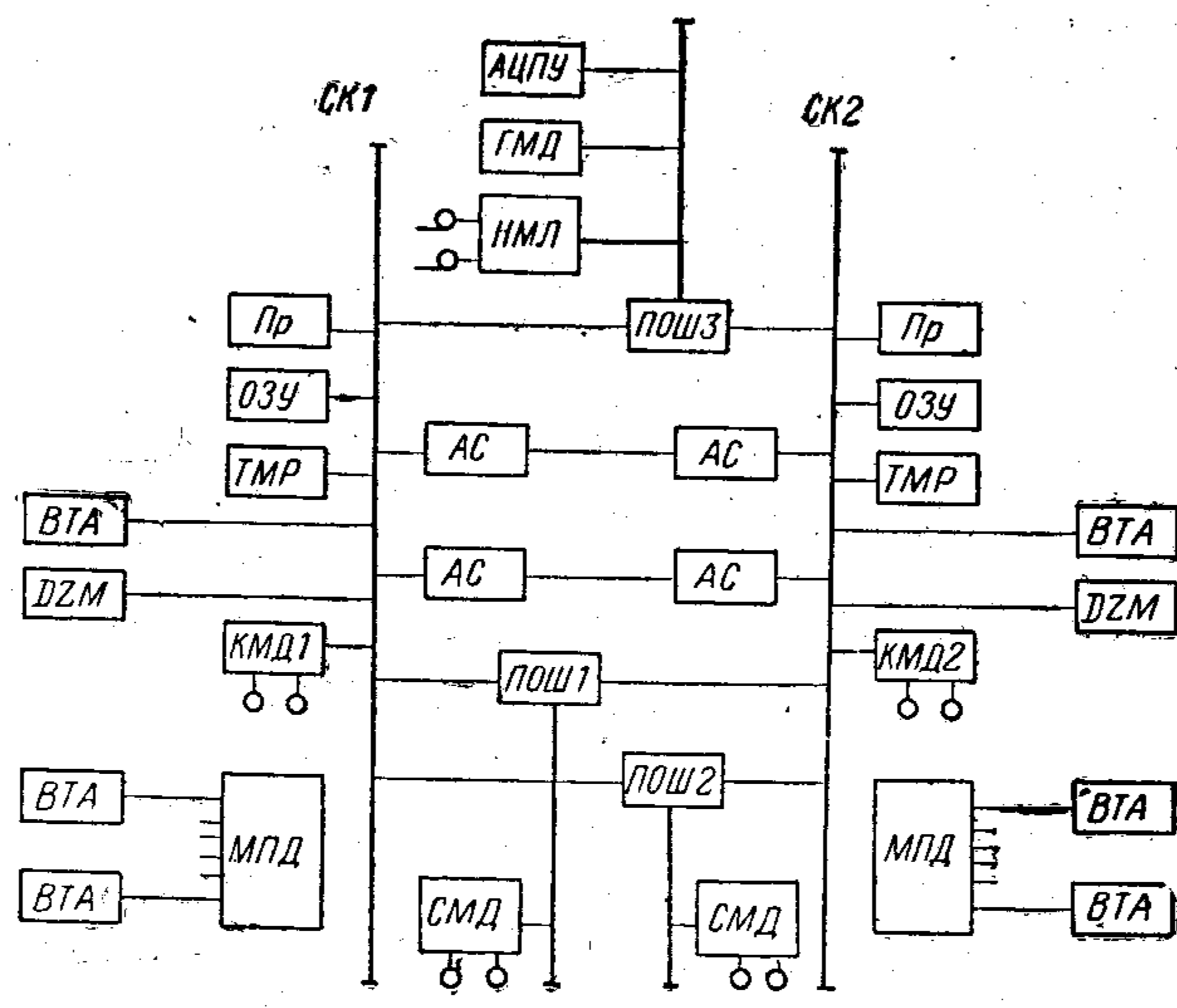


Рис. 3. Структурная схема укрупненная УВК-ФРН типа СМ 1420.22

Каждый из субкомплексов, составляющих УВК-ФРН, — 16-разрядный, с архитектурой СМ-4 — СМ 1420 и интерфейсом «Общая шина» (ОШ).

В комплексах резервируются устройства, отказ любого из которых ведет к прекращению выполнения программ. При отказе какого-либо из этих устройств оно заменяется дублирующим из соседнего субкомплекса. Устройства, используемые редко и для вспомогательных целей (например, для загрузки программ), не резервируются и составляют так называемый инструментальный ресурс, который может подключаться к любому из субкомплексов с помощью переключателя шины ПОШ3.

Центральным звеном УВК СМ 1420 является процессор СМ 2420, который включает в себя центральный процессор (ЦП) со встроенной памятью (ВП) и процессор с плавающей запятой (ППЗ).

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР

ЦП каждого субкомплекса выполняет следующие основные функции: арифметическую и логическую обработку информации; обмен информацией с оперативной памятью и внешними устройствами; обработку прерываний; контроль и диагностирование неисправностей; связь оператора с субкомплексом в процессе его работы и индикацию текущего состояния связанного с ним соседнего субкомплекса.

Используя органы управления, имеющиеся в процессоре, оператор может выполнить пуск и останов программы, загрузку команд и данных, проверку содержимого регистров внешних устройств, ячеек памяти и универсальных регистров, а также задать режимы пошагового выполнения программы, остановка по заданному адресу, микропрограммных циклов для поиска неисправности и др.

Наличие в составе процессора таймера позволя-

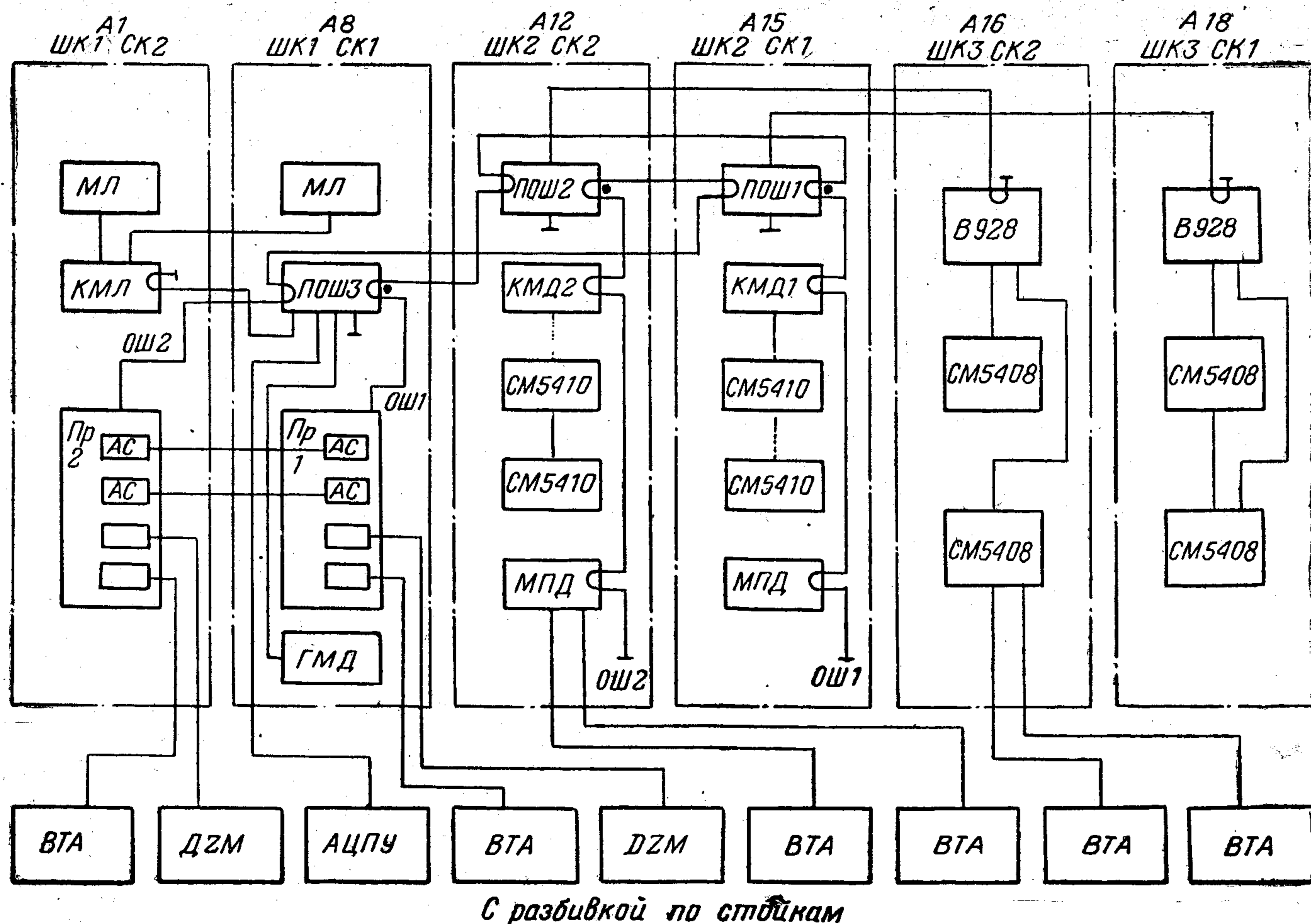


Рис. 4. Структурная схема УБК-ФРН типа CM 1420.22 с разбивкой по стойкам

ет выполнить программы в масштабе реального времени.

В процессоре имеются 16-разрядные универсальные регистры общего назначения $R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R16$, доступные программисту. Из них $R6, R7, R16$ имеют специальное назначение; регистр $R7$ используется в качестве программного счетчика команд PC и содержит адрес очередной команды; регистр $R6$ служит указателем стека в режиме «система», а регистр $R16$ — в режиме «пользователь». Внешние устройства не имеют доступа к универсальным регистрам.

Слово состояния процессора (PS) содержит информацию о текущем состоянии процессора и представляет 16-разрядное слово (рис. 5).

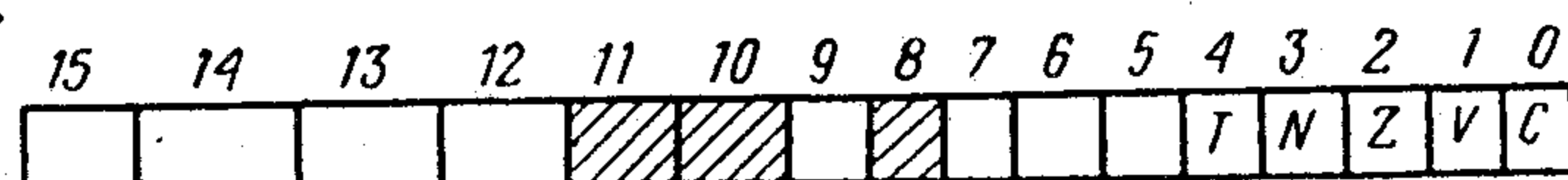


Рис. 5. Слово состояния процессора

Разряды 0—3 слова состояния ЦП содержат коды условий, которые характеризуют результат последней операции в процессоре:

$N=1$ — результат отрицательный;

$Z=1$ — результат равен нулю;

$V=1$ — при получении результата произошло арифметическое переполнение;

$C=1$ — при получении результата произошел перенос из старшего разряда.

Разряд 4 является разрядом слежения. Он устанавливается программистом. Если перед выполнением команды этот разряд установлен в единицу, то после выполнения происходит внутреннее прерывание по вектору 14.

Разряды 7—5 содержат код приоритета процессора. Программист может присвоить процессору один из восьми уровней приоритета.

Разряд 9 является признаком наличия спецпроцессора.

Разряды 13—12 содержат информацию о предыдущем режиме работы процессора, а разряды 15—14 — о текущем режиме. Режим работы «система» кодируется 00, режим «пользователь» — 11.

Стек. Стек называется такой способ организации массива элементов памяти, при котором запись или выборка элементов производится по принципу: последний записанный элемент выбирается из массива первым. Адрес, по которому выполняется запись или выборка элемента, называется вершиной стека.

Архитектура процесса позволяет организовать стеки со скользящей вершиной. В качестве указателя вершины стека можно использовать любой из универсальных регистров, кроме счетчика команд PC ($R7$). Режимы адресации с автоувеличением и автоуменьшением позволяют автоматически регулировать положение вершины стека.

Некоторые команды используют регистр $R6$ в качестве указателя стека, не отмечая данный регистр в адресном поле команды, поэтому $R6$ назы-

вается указателем аппаратного стека и обозначается *SP*.

Имеются два указателя аппаратного стека. Один из них работает в системном режиме (*R6*), другой — в пользовательском (*R16*).

В системном режиме предусмотрена аппаратная защита зоны векторов прерываний. Если при обращении к памяти по указателю стека *SP* формируется виртуальный адрес меньше 400_8 , то фиксируется нарушение границы стека (переполнение стека). Команда завершается, и затем вызывается прерывание программы.

При организации стека программист должен установить в *SP* первоначальное значение адреса вершины стека. Аппаратный стек используется только для хранения слов. С помощью остальных регистров программист может организовать стеки, состоящие как из слов, так и из байтов.

Виды адресации. В процессоре используются 12 режимов адресации. Код режима адресации указывается в команде. Режимы адресации приведены в табл. 1.

Таблица 1

Код	Мнемоника	Название	Описание режима
000	<i>R</i>	Регистровый	Содержимое регистра является операндом
010	$(R) +$	Автоувеличение	Содержимое регистра используется как адрес операнда, а затем увеличивается на единицу или два
100	$-(R)$	Автоуменьшение	Содержимое регистра уменьшается на единицу или два, а затем используется как адрес операнда
110	$X(R)$	Индексный	Содержимое регистра суммируется со значением индекса <i>X</i> , находящимся в следующем слове команды. Полученная сумма является адресом операнда
001	aR или (R)	Косвенный регистровый	Содержимое регистра является адресом операнда
011	$(R) +$	Косвенный с автоувеличением	Содержимое регистра используется как адрес операнда, а затем увеличивается на два
101	$a-(R)$	Косвенный с автоуменьшением	Содержимое регистра уменьшается на два, затем используется как адрес операнда
111	$aX(R)$	Косвенный индексный	Содержимое регистра суммируется со значением <i>X</i> , находящимся в следующем слове команды. Сумма является адресом операнда

Регистр *R7 (PC)* также может быть использован в любом режиме адресации, но на практике его применяют только в четырех режимах, указанных в табл. 2.

Система команд ЦП. Команды ЦП имеют несколько форматов, вид которых показан на рис. 6—11. Условные обозначения, принятые на рис. 6—11, следующие: *SM* — режим адресации источника; *SR* — номер универсального регистра источника;

Таблица 2

Код	Мнемоника	Название	Описание режима
010	$\# n$	Непосредственный	Содержимое <i>n</i> -ячейки, следующей за первым словом команды, является операндом
011	$a \# A$	Абсолютный	Содержимое <i>A</i> -ячейки, следующей за первым словом команды, является адресом операнда
110	<i>A</i>	Относительный	Содержимое ячейки, следующей за первым словом команды, суммируется с содержимым <i>PC</i> . Полученная сумма <i>A</i> является адресом операнда
111	aA	Косвенно-относительный	Содержимое ячейки, следующей за первым словом команды, суммируется с содержимым <i>PC</i> . Полученная сумма <i>A</i> является адресом операнда

DM — режим адресации; *OP* — код команды, *DR* — номер универсального регистра приемника; *R* — номер универсального регистра.

Все команды ЦП, с учетом выполняемых действий и используемых форматов разбиты на группы: одно- и двухадресные команды, команды условных переходов, команды переходов, команды смены состояния процессора и возврата из прерываний, остальные команды.

Одноадресные команды (рис. 6) выполняют действия над одним операндом, в разрядах 5...0 задается адреса приемника (*DM, DR*) или источника (*SM, SR*).

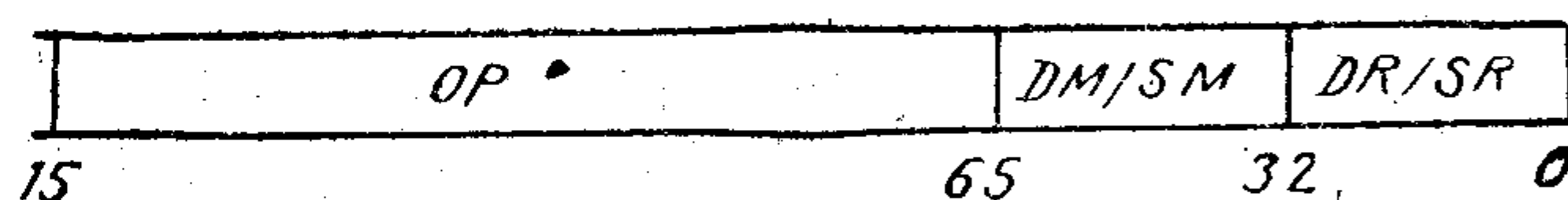


Рис. 6. Формат одноадресных команд

Двухадресные команды обычно выполняют действия над двумя операндами и адресуют источник и приемник. В формате, показанном на рис. 7а, поля *DM, DR* адресуют приемник, а *SM, SR* — источник. На рис. 7б показан формат двухадресной команды, в котором разряды 5...0 задают адрес источника или приемника, второй операнд всегда находится в универсальном регистре, задаваемом полем *R*.

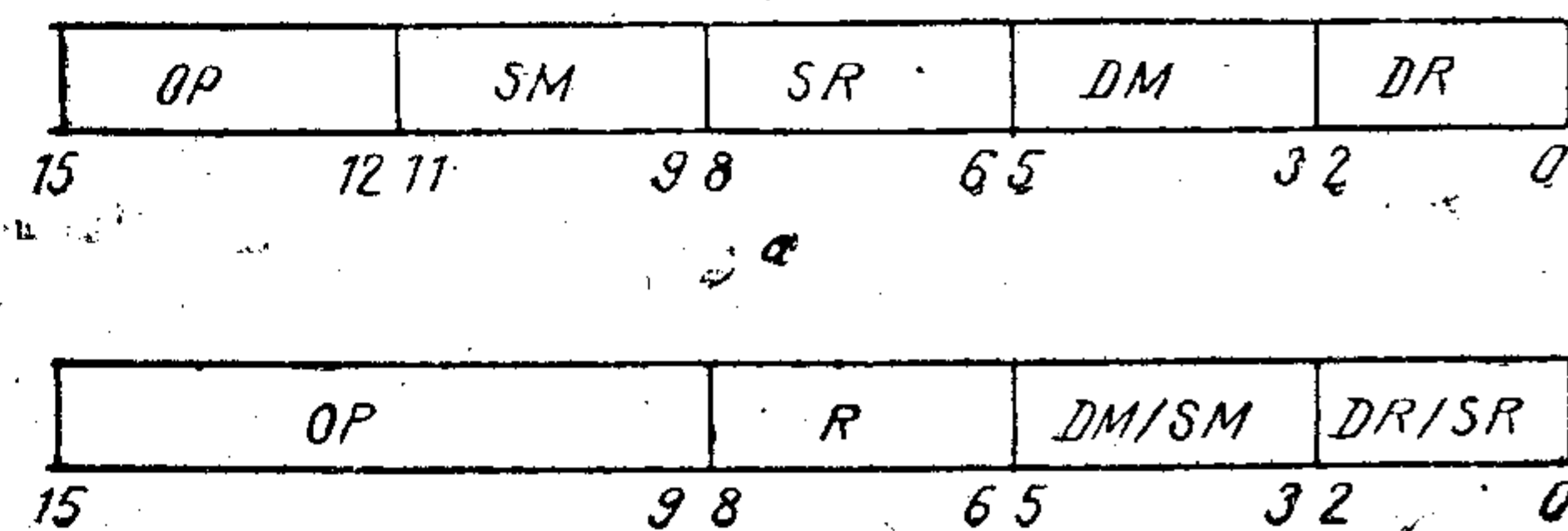


Рис. 7. Формат двухадресных команд; варианты а и б

В командах условных переходов (рис. 8) в поле *OFF* задается смещение со знаком, которое определяет адрес перехода относительно значения счетчика команд *PS* при выполнении условия перехода.

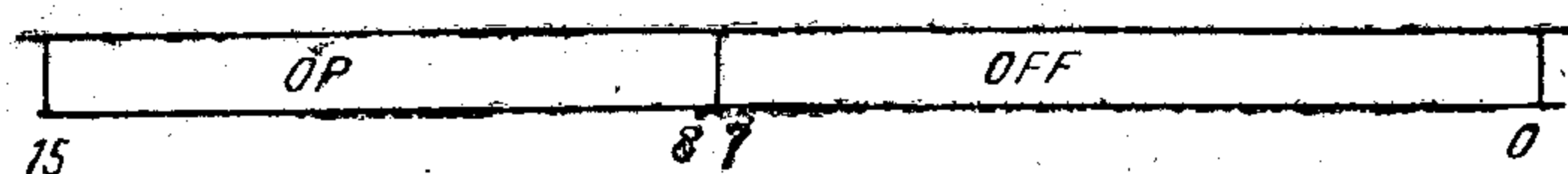


Рис. 8. Формат команд условных переходов

В команде *RTS* «Возврат из подпрограммы» (рис. 9а) в разрядах 2...0 указывается адрес регистра связи, который содержит адрес возврата.

В команде *MARK* «Возврат с очисткой стека» (рис. 9б) в поле *NN* указывается величина, на которую должен быть сокращен стек для приведения его в исходное состояние.

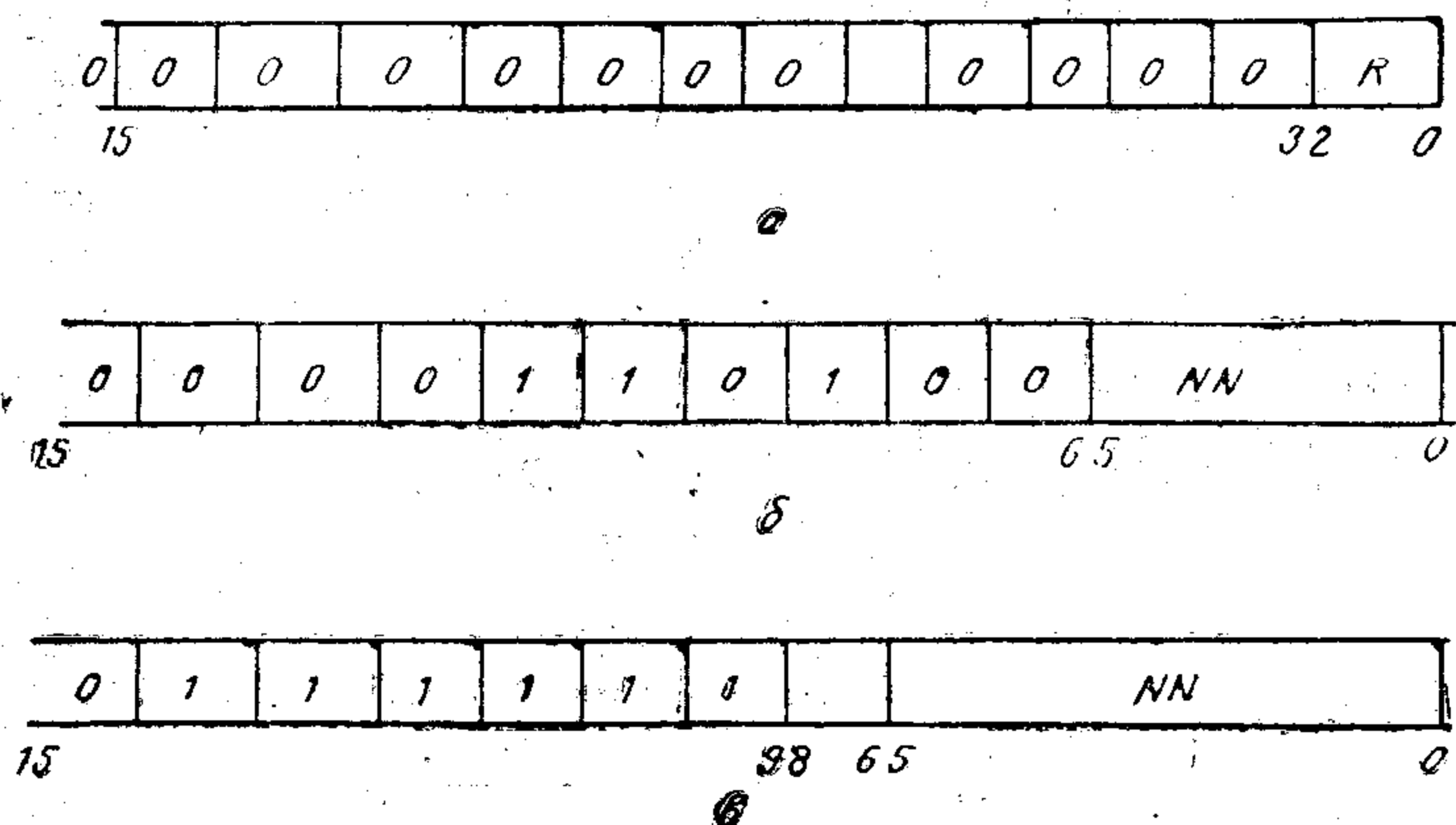


Рис. 9. Формат команд:

а — команда *RTS*; б — команда *MARK*; в — команда *SOB*

В команде *SOB* «Переход по счетчику» (рис. 9в) в шести младших разрядах (*NN*) обозначена величина смещения для определения адреса при переходе по счетчику. В поле *R* указывается регистр, в котором организован счетчик.

В командах *EMT*, *TRAP* «Переход к подпрограмме со сменой состояния» (рис. 10) в поле *UC* записывается код пользователя, определяющий подпрограмму перехода.

Нуль-адресные команды (рис. 11а) содержат в поле только код операции.

В командах установки кодов условий (рис. 11б)

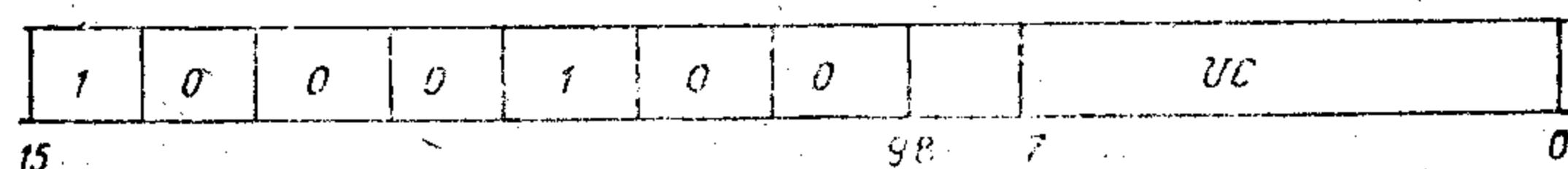


Рис. 10. Формат команд *EMT*, *TRAP*

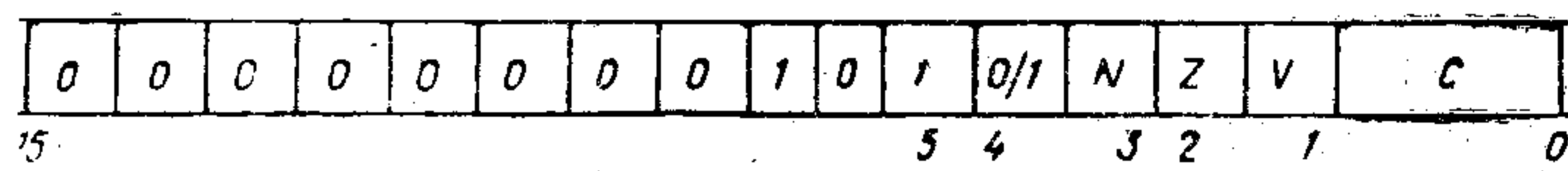
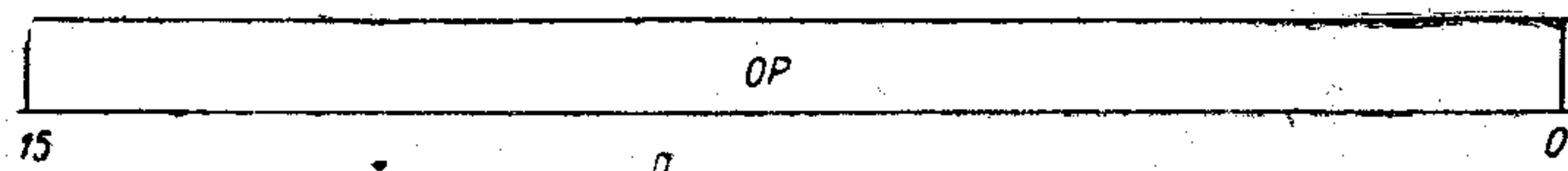


Рис. 11. Формат команд:

а — нуль-адресные команды; б — команды установки кодов условий

в разрядах 3...0 указывается, какие из разрядов текущего слова состояния *PS*, содержащие коды условий, необходимо сбросить (если четвертый разряд команды равен нулю) или установить единицу (если четвертый разряд команды равен единице).

Перечень команд центрального процессора приведен в табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Мнемоника	Код операций (восьмеричный)
ОДНОАДРЕСНЫЕ КОМАНДЫ		
Перестановка байтов	<i>SWAB</i>	0003DD ¹
Очистка	<i>CLR</i> <i>CLRB</i> ²	0050DD 1050DD
Инверсия	<i>COM</i> <i>COMB</i>	0051DD 1051DD
Инкремент	<i>INC</i> <i>INCB</i>	0052DD 1052DD
Декремент	<i>DEC</i> <i>DECB</i>	0053DD 1053DD
Отрицание	<i>NEG</i> <i>NEGB</i>	0054DD 1054DD
Сложение с переносом	<i>ADC</i> <i>ADCB</i>	0055DD 1055DD
Вычитание с переносом	<i>SBS</i> <i>SBSB</i>	0056DD 1056DD
Проверка	<i>TST</i> <i>TSTB</i>	0057DD 1057DD
Циклический сдвиг:		
вправо	<i>ROR</i> <i>RORB</i>	0060DD 1060DD
влево	<i>ROL</i> <i>ROLB</i>	0061DD 1061DD
Арифметический сдвиг:		
вправо	<i>ASR</i> <i>ASRB</i>	0062DD 1062DD
влево	<i>ASL</i> <i>ASLB</i>	0063DD 1063DD
Пересылка байта в слово состояния	<i>MTPS</i>	1064SS ³
Пересылка из области памяти предыдущего режима	<i>MFPI</i> <i>MFPD</i>	0065SS 1065SS
Пересылка в область памяти предыдущего режима	<i>MTPI</i> <i>MTPD</i>	0066DD 1066DD
Распространение знака	<i>SXT</i>	0067DD
Пересылка байта из слова состояния	<i>MFPS</i>	1067DD
ДВУХАДРЕСНЫЕ КОМАНДЫ		
Пересылка	<i>MOV</i> <i>MOVB</i>	01SSDD 11SSDD
Сравнение	<i>CMR</i> <i>CMRB</i>	02SSDD 12SSDD
Проверка разрядов	<i>BIT</i> <i>BITB</i>	03SSDD 13SSDD
Очистка разрядов	<i>BIC</i> <i>BICB</i>	04SSDD 14SSDD
Установка разрядов	<i>BIS</i> <i>BISB</i>	05SSDD 15SSDD
Сложение	<i>ADD</i>	06SSDD
Вычитание	<i>SUB</i>	16SSDD
Умножение	<i>MUL</i>	070RSS
Деление	<i>DIV</i>	071RSS

Наименование	Мнемони- ка	Код операций (восьмеричный)
Множественный сдвиг	ASH	072RSS
Множественный комбинирован- ный сдвиг	ASHC	073RSS
Исключающее ИЛИ	XOR	074RDD
КОМАНДЫ УСЛОВНЫХ ПЕРЕХОДОВ		
Безусловный переход	BR ⁴	000400
Переход по неравенству нулю	BNE	001000
Переход по равенству нулю	BEQ	001400
Переход по больше или равно нулю	BGE	002000
Переход по меньше нуля	BLT	002400
Переход по больше нуля	BGT	003000
Переход по меньше или равно нулю	BLE	003400
Переход по плюсу	BPL	100000
Переход по минусу	BMI	100400
Переход по отсутствию пере- полнения	BVC	102000
Переход по переполнению	BVS	102400
Переход по отсутствию пере- носа	BCC	103000
Переход по переносу	BCS	103400
Беззнаковый переход:		
по больше нуля	BHI	101000
по меньше или равно нулю	BLOS	101400
по больше или равно нулю	BHIS	103000
по меньше нуля	BLO	103400
КОМАНДЫ ПЕРЕХОДОВ		
Абсолютный безусловный пе- реход	JMP	0001DD
Возврат из подпрограммы	RTS	00020R
Переход к подпрограмме	JSR	004RDD
Возврат из подпрограммы с очисткой стека	MARU	0064NN
Переход по счетчику	SOB	007
КОМАНДЫ СМЕНИ СОСТОЯНИЯ ПРОЦЕССОРА И ВОЗВРАТА ИЗ ПРЕРЫВАНИЙ		
Команды перехода к подпро- грамме со сменой состояния	EMT TRAP BPT IOT	104000÷104377 104400÷104777 104400÷104777 000003 000004
Возврат из прерывания	RTI	000002
Возврат из прерывания с зап- ретом слежения	RTT	000006
ОСТАЛЬНЫЕ КОМАНДЫ		
Останов	HALT	000000
Ожидание	WAIT	000001
Сброс	RESET	000005
Диагностика	DKA	000077
Нуль-операции	NOP	000240
Сброс:		
C	CLC	000241
V	CLV	000242

Наименование	Мнемони- ка	Код операций (восьмеричный)
Z	CLZ	000244
N	CLN	000250
всех разрядов кодов условий	CCC	000257
Установка единицы:		
в C	SEC	000261
в V	SEV	000262
в Z	SEZ	000264
в N	SEN	000270
во всех разрядах кодов условий	SCC	000277

Примечания: 1. DD — адрес приемника. 2. Дополни-
тельная буква «В» в мнемонике команд означает байтовую
операцию. 3. SS — адрес источника. 4. Для команд условных
переходов приведен базовый код в поле OFF без указания
величины смещения.

ПРОЦЕССОР С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ

ППЗ совместно с ЦП выполняет набор команд
с ПЗ, ППЗ содержит шесть универсальных накопи-
телей — аккумуляторов (AC0...AC5).

Аккумуляторы адресуются командами с ПЗ и
используются для вычисления, хранения и передачи
данных между ППЗ, универсальными регистрами
или оперативной памятью.

Числа с ПЗ представляются (рис. 12) в двух
форматах с точностью: обычной (32 разряда) и вы-

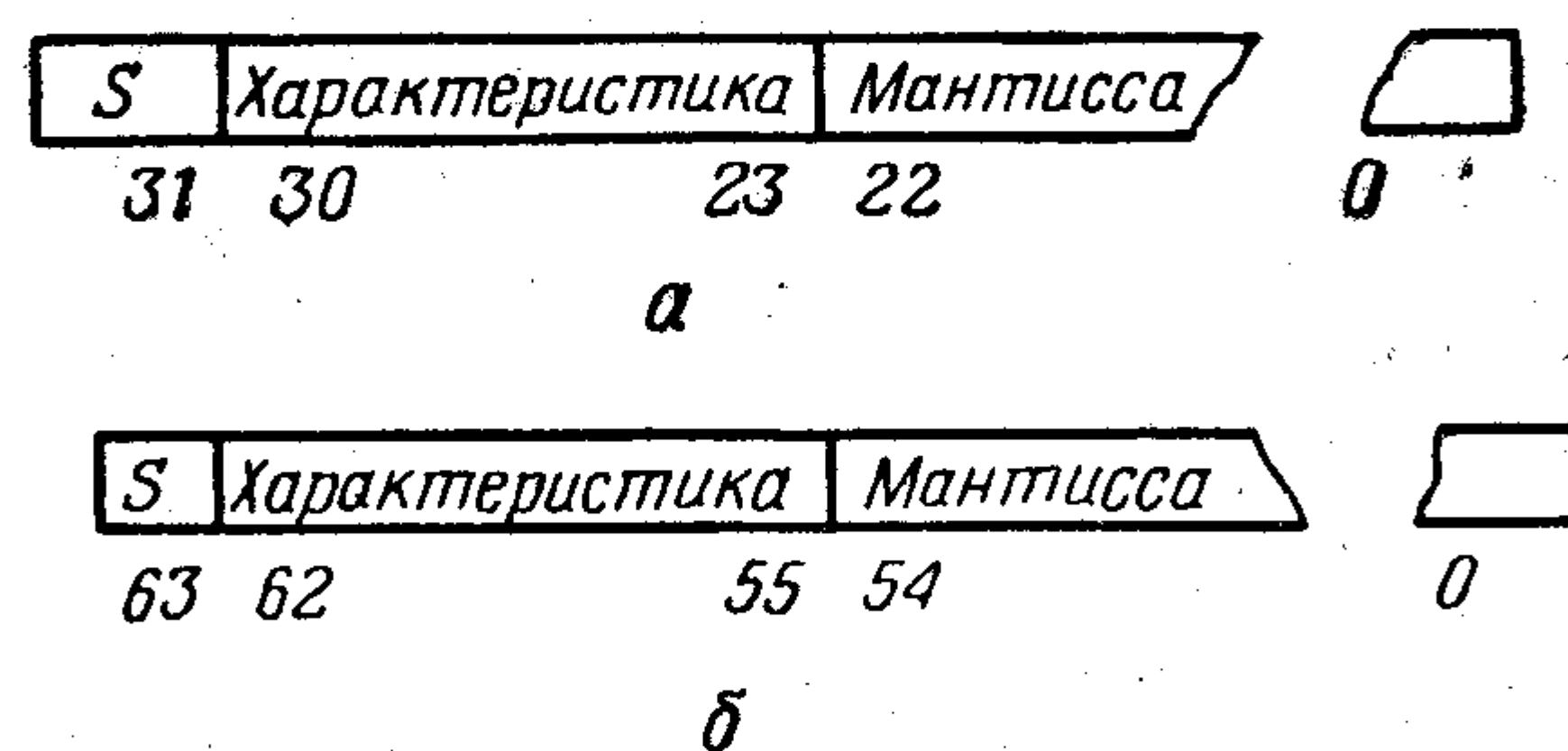


Рис. 12. Формат операндов с плавающей запятой:
а — формат обычной точности (F); б — формат высокой
точности (D)

сокой (64 разряда). Старший разряд S отведен под
знак числа (0 — плюс, 1 — минус). Под характери-
стику отводится восемь разрядов.

Характеристика содержит двоичный порядок,
увеличенный на 200₈. Характеристика, равная нулю,
используется для представления нулевого числа с
ПЗ. Значения характеристики от единицы до 377₈
представляют значения порядка от (−177)₈ до
(+177)₈.

Мантисса числа с ПЗ всегда нормализована, и
старший разряд, равный единице, при хранении опе-
рандов опускается, а при вычислениях восстанавли-
вается. Следовательно, длина мантиссы формата
обычной точности — 24 разряда, а формата высокой
точности — 56 разрядов. Как для положительных,

так и для отрицательных чисел мантисса представляется в прямом двоичном коде. Отрицательный нуль считается неопределенным числом с ПЗ.

ППЗ выполняет преобразования чисел с ПЗ в числа с фиксированной запятой (ФЗ) и наоборот. Числа с ФЗ представляются в двух форматах: короткий — 16 разрядов, длинный — 32 разряда (рис. 13). На рисунке *S* — знак числа: 0 — плюс, 1 — минус.

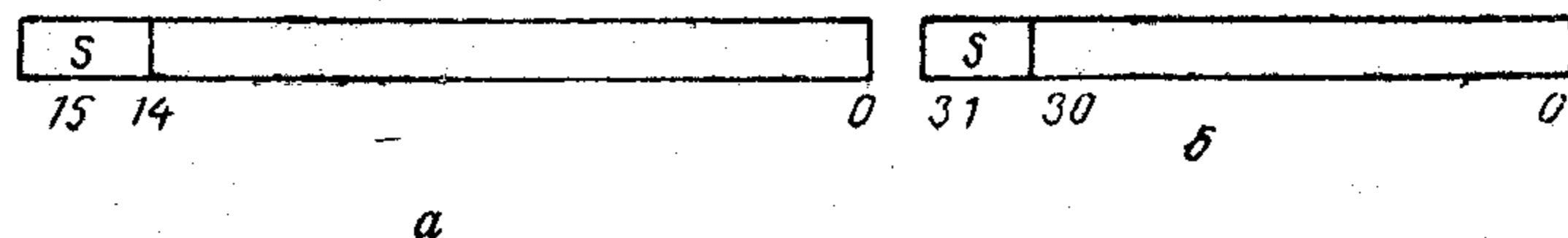


Рис. 13. Формат операндов с фиксированной запятой:
а — короткий формат; б — длинный формат

Слово состояния ППЗ (FPS). FPS (рис. 14), представлено 16-разрядным словом и обеспечивает режимы выполнения операций с ПЗ; управление программными прерываниями; хранение кода условия, формируемого командами с ПЗ.

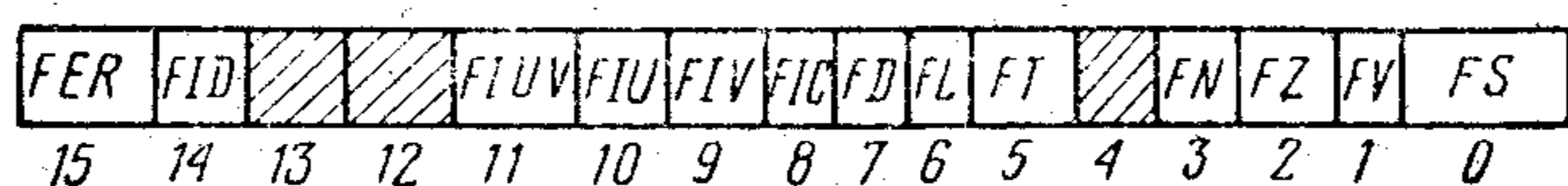


Рис. 14. Слово состояния ППЗ (FPS)

Назначение разрядов FPS:

FS — признак переноса из старшего разряда;

FV — признак переполнения порядка результата;

FZ — признак нулевого результата;

FN — признак запрета округления результата;

FT — задает формат числа с ФЗ (*FL*=1 — длинный формат, *FL*=0 — короткий формат);

FD — задает формат чисел с ПЗ (*FD*=1 — формат высокой точности, *FD*=0 — формат обычной точности);

FIC — маска прерывания по ошибке преобразования числа с ПЗ в число ФЗ (*FIC*=1 — прерывание разрешено);

FIV — маска прерывания по переполнению порядка (*FIV*=1 — прерывание разрешено);

FIU — маска прерывания по исчезновению порядка (*FIU*=1 — прерывание разрешено);

FIUV — маска прерывания по неверным данным (*FIUV*=1 — прерывание разрешено);

FID — маска запрета прерываний (*FID*=1 — все программные прерывания запрещены).

FER — признак ошибки ППЗ.

Команды с ПЗ. Существует пять форматов команд с ПЗ (рис. 15). На рис. 15 приняты обозначения: *OC* — код команд с ПЗ, всегда равен 17₈; *FOC* — код команды, определяющий конкретную команду; *SRC* — источник операнда с ФЗ определяется так же, как в ЦП; *DST* — приемник операнда с ФЗ определяется так же, как и ЦП; *AC* — номер аккумулятора; *FSRC* — источник операнда с ПЗ; *FDST* — приемник операнда с ПЗ.

Адресация операндов по полям *FSRC* и *FDST* аналогична адресации по *SRC*, *DST* за исключением нулевого режима адресации. В нулевом режиме разряды 2...0 полей *FSRC* и *FDST* определяют не универсальные регистры, а один из шести аккумуляторов *AC0*...*AC5*. Наличие в этих разрядах кодов

6₈ или 7₈ вызывает прерывание по несуществующему режиму адресации.

В режимах автоувеличения и автоуменьшения содержимое регистра изменяется на 4, если используются данные формата *F*, и на 10₈ при данных формата *D*.

При непосредственной адресации только 16 разрядов запоминаются или загружаются.

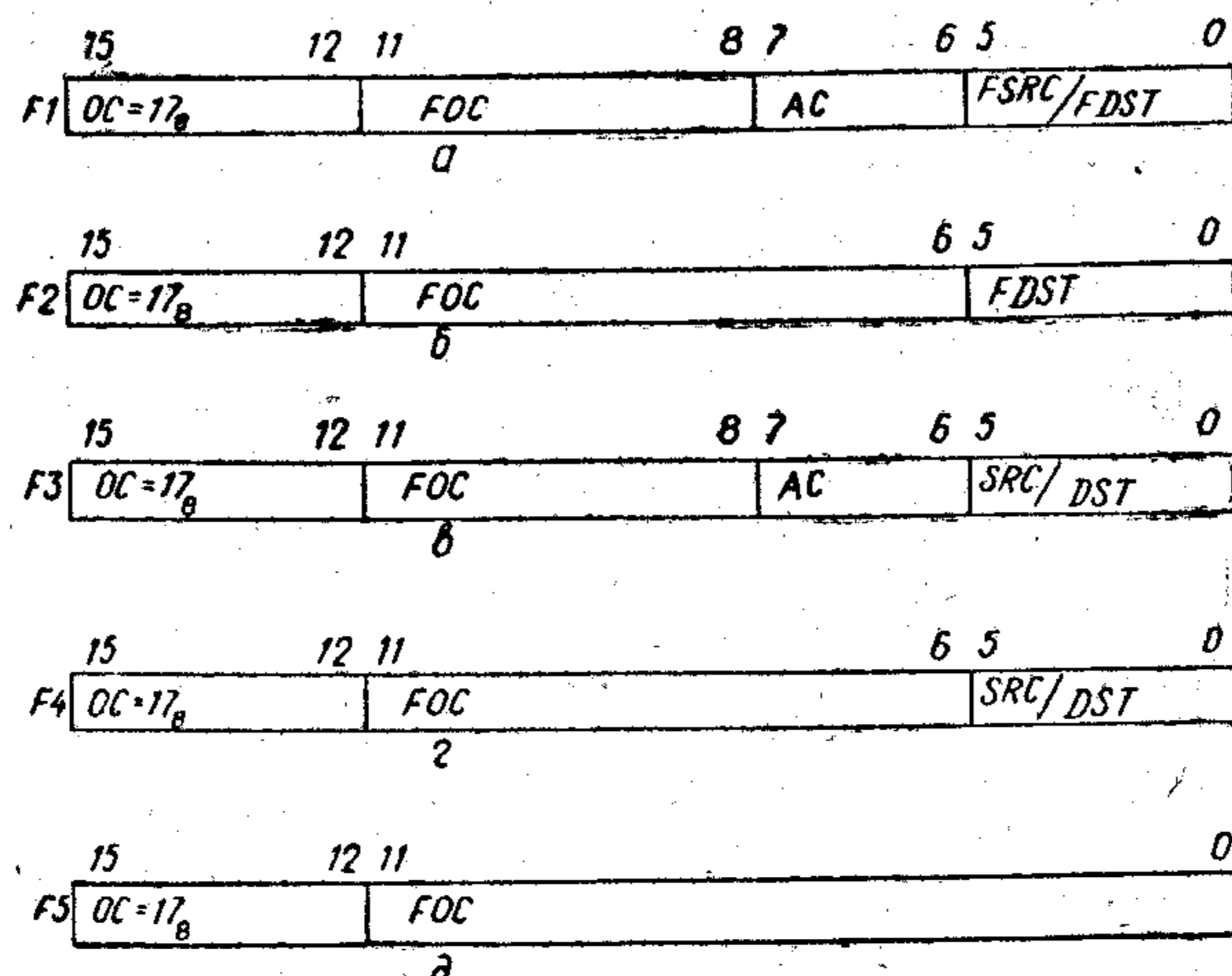


Рис. 15. Форматы команд с плавающей запятой *F1*, *F2*, *F3*, *F4*, *F5*

Перечень команд процессора с ПЗ приведен в табл. 4.

Таблица 4

Наименование	Мнемоника	Код операции (восьмеричный)	Формат
Перепись кода условий	<i>CFCC</i>	170000	<i>F5</i>
Установка формата точности:			
обычной	<i>SETF</i>	170001	<i>F5</i>
высокой	<i>SETD</i>	170011	<i>F5</i>
Установка формата целых чисел:			
короткого	<i>SETI</i>	170002	<i>F5</i>
длинного	<i>SETL</i>	170012	<i>F5</i>
Загрузка слова состояния	<i>LDEPS</i>	1701SRC	<i>F4</i>
Запись слова состояния	<i>SIEPS</i>	1702DST	<i>F4</i>
Запись регистров прерывания	<i>STST</i>	1703DST	<i>F4</i>
Очистка точности:			
обычной	<i>CLRF</i>	1704FDST	<i>F2</i>
высокой	<i>CLRD</i>	1704FOST	<i>F2</i>
Проверка и установка точности:			
обычной	<i>TSTP</i>	1705FOST	<i>F2</i>
высокой	<i>TSTD</i>	1705FOST	<i>F2</i>
Запись положительная точности:			
обычной	<i>ABSP</i>	1706FOST	<i>F2</i>
высокой	<i>ABSD</i>	1706FOST	<i>F2</i>
Запись исполнения точности:			
обычной	<i>NEBF</i>	1707FOST	<i>F2</i>
высокой	<i>NEGD</i>	1707FOST	<i>F2</i>

Наименование	Мнемоника	Код операции (восьмеричный)	Формат
Умножение точности:			
обычной	MULF	171(AC)FSRC	F1
высокой	MULD	171(AC)FSRC	F1
Умножение и выделение целого числа точности:			
обычной	MODF	171(AC+ +4)FSRC	F1
высокой	MODD	171(AC+ +4)FSRC	F1
Сложение точности:			
обычной	ADDF	172(AC)FSRC	F1
высокой	ADDD	172(AC)FSRC	F1
Загрузка точности:			
обычной	LOF	172(AC+ +4)FSRC	F1
высокой	LDD	172(AC+ +4)FSRC	F1
Вычитание точности:			
обычной	SUBF	173(AC)FSRC	F1
высокой	SUBD	173(AC)FSRC	F1
Сравнение точности:			
обычной	CMPF	173(AC+ +4)FSRS	F1
высокой	CMPD	173(AC+ +4)FSRS	F1
Запись точности:			
обычной	STF	174(AC)FOST	F1
высокой	STD	174(AC)FOST	F1
Деление точности:			
обычной	DIVF	174(AC+ +4)FSRC	F1
высокой	DIVD	174(AC+ +4)FSRC	F1
Запись экспоненты	STEXP	175(AC)DST	F3
Запись с преобразованием числа с ПЗ формата F в число с ФЗ формата I	STCFI	175(AC+ +4)DST	F3
Запись с преобразованием числа с ПЗ формата F в число с ФЗ формата L	STCFL	175(AC+ +4)DST	F3
Запись с преобразованием числа с ПЗ формата D в число с ФЗ формата I	STCFL	175(AC+ +4)DST	F3
Запись с преобразованием числа с ПЗ формата D в число с ФЗ формата L	STCDL	175(AC+ +4)DST	F3
Запись с преобразованием:			
из обычной точности в высокую	STCOL	175(AC)FOST	F1
из высокой точности в обычную	STCOF	176(AC)FOST	F1
Загрузка экспоненты	LOEXP	176(AC+ +4)SRC	F3
Загрузка с преобразованием числа с ФЗ формата I:			
в число с ПЗ формата F	LDCIF	177(AC)SRC	F3

Наименование	Мнемоника	Код операции (восьмеричный)	Формат
в число с ПЗ формата D	LDCID	177(AC)SRC	F3
Загрузка с преобразованием числа с ФЗ формата L:			
в число с ПЗ формата F	LDCLF	177(AC)SRC	F3
в число с ПЗ формата D	LOCLD	177(AC)SRC	F3
Загрузка с преобразованием			
из высокой точности в обычную	LOCDF	177(AC+ +4)FSRC	F1
из обычной точности в высокую	LOCFO	177(AC+ +4)FSRC	F1

СИСТЕМА ПРЕРЫВАНИЙ

В УВК СМ 1420 используется многоуровневый стековый принцип прерываний. Число уровней прерываний ограничивается только глубиной стека в памяти. Возможны два вида прерываний: внешние и внутренние.

Внешние прерывания инициируются устройствами ввода-вывода и могут быть программными и внепроцессорными.

При программном прерывании управление передается специальной подпрограмме обслуживания внешних устройств.

При внепроцессорном прерывании внешнее устройство осуществляет обмен данными непосредственно с памятью без участия процессора (прямой доступ в память).

Имеется пять уровней приоритета для внешних прерываний: один — внепроцессорный (по линии ЗПД) и четыре — программных (по линиям ЗП4 — ЗП7).

Каждое внешнее устройство подключается к одной из линий ЗП4 — ЗП7, которая определяет приоритет его программного прерывания.

Устройства прямого доступа, кроме того, подключаются к линии ЗПД.

На одном уровне прерывания более высокий приоритет имеет устройство, которое физически подключено ближе к процессору.

Процессор рассматривается как устройство с изменяемым уровнем приоритета, который задается программно с помощью разрядов 7...5 слова состояния процессора PS.

При внепроцессорном прерывании устройство, выставляющее запрос на линию ЗПД, получает разрешение (РПД), не ожидая окончания выполнения очередной команды процессором. Процессор, если ему нужна ОШ, приостанавливает выполнение команды, а после освобождения шины устройством прямого доступа продолжает ее выполнение.

При программном прерывании для получения запроса по одной из линий ЗП7...ЗП4 процессор сравнивает приоритет запроса (запрос ЗП7 имеет высший приоритет) с приоритетом процессора. Если приоритет запроса выше, процессор выдает сиг-

Таблица 6

Вектор прерывания	Код прерывания	Причина прерывания	Выполнение текущей команды
244	02	Несуществующий код команды	Подавляется
		Несуществующий режим адресации	»
	04	Деление на нуль	»
	06	Ошибка преобразования числа с ПЗ в число с ФЗ	Завершается
	10	Переполнение порядка	»
	12	Исчезновение порядка	»
	14	Неверные данные	Завершается или подавляется

нал разрешения передачи по соответствующей линии (РП7... РП4) после исполнения текущей команды и начинает выполнять процедуру прерывания. В случае равенства приоритетов линии ЗП и процессора или если приоритет процессора выше, прерывания не происходит.

При выполнении команд с ПЗ типа сложения, вычитания, умножения, деления запросы на программные прерывания могут отменить выполнение текущей команды, а после отработки программы прерывания команда будет выполнена с начала.

После получения сигнала по линии РП устройство выставляет на линиях данных ОШ адрес своего вектора прерывания. Вектор прерывания представляет собой две ячейки оперативной памяти, содержащие адрес состояния (PS), которое должен иметь процессор перед исполнением этой подпрограммы.

Получив адрес вектора прерывания, процессор выполняет следующие действия:

запоминает в стеке текущее слово состояния процессора и адрес очередной команды прерванной программы;

записывает в счетчик команд PC (R7) адрес программы обработки прерывания (первое слово вектора прерывания) и в регистр слова состояния процессора второе слово вектора прерывания.

Внутренние прерывания. При отработке прерывания данного вида управление передается по адресу, записанному в векторе прерывания. Векторы и причины прерываний ЦП и ППЗ приведены в табл. 5, 6 соответственно.

При прерываниях ППЗ устанавливается в единичное значение 15-й разряд FPS. Код причины прерывания заносится в регистр кода прерывания FEC. В регистре адреса прерываний FEA запоминается адрес команды, вызвавшей прерывание. Командой STST содержимое регистров FEC и FEA может быть переписано в любую область оперативной памяти.

Если во время процедуры перехода на подпрограмму обработки прерываний возникает прерывание по нечетной адресации или тайм-ауту, процессор перейдет в состояние «Останов».

Таблица 5

Вектор прерывания	Причина прерывания	Выполнение текущей команды
4	Нечетная адресация	Подавляется
	Тайм-аут	»
	Переполнение стека	Завершается
10	Несуществующий код команды	Подавляется
	Несуществующий режим адресации	»
14	Команда прерывания BPT	Завершается
	Прерывание по T-биту P	»
20	Команда прерывания IOT	»
24	Нарушение в системе питания	»
30	Команда прерывания EMT	»
34	Команда прерывания TRAP	»
114	Ошибка по паритету при обращении к памяти	Подавляется
250	Ошибка диспетчера памяти	»

ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ

Оперативную память УВК СМ 1420 можно представить как последовательность байтов или последовательность двухбайтовых слов. Младшему байту соответствует четный адрес, старшему — нечетный.

Минимальной адресуемой единицей оперативной памяти является байт, поэтому возможны обращения как к словам, так и к отдельным байтам.

16-разрядный формат слова, используемый в процессоре, не позволяет адресовать память свыше 32 Кслов. Процессор имеет средства для расширения адресного пространства комплекса до 2048 Кслов. К этим средствам относится диспетчер памяти, входящий в состав процессора. 16-разрядный адрес программы (виртуальный адрес) диспетчер памяти преобразует в физический, поступающий на адресные линии памяти и интерфейса ОШ. Включение диспетчера памяти осуществляется программно путем установки в единицу нулевого разряда регистра состояния диспетчера SR0.

Имеются три вида преобразования адреса: 16-, 18- и 22-разрядное.

16-разрядное преобразование адреса выполняется при включенном диспетчере. В этом случае виртуальным адресам младших 28 Кслов соответствуют такие же значения физических адресов. Виртуальные адреса старших 4 Кслов преобразуются в адреса регистров внешних устройств и регистров процессора на ОШ (760000—777777).

18-разрядное преобразование выполняется, если диспетчер памяти включен, и состоит в том, что виртуальные адреса 32 Кслов отображаются в физические адреса 128 Кслов. Младшие 124 Кслов представляют собой адреса оперативной памяти (000000—757777). Адреса старших 4 Кслов соответствуют адресам регистров внешних устройств и регистров процессора на ОШ (760000—777777).

22-разрядное преобразование виртуальных адресов осуществляется при включенном диспетчере памяти и используется в случае работы с оперативной

памятью большой емкости (свыше 128 Кслов). Признак 22-разрядного преобразования (4 разряда регистра *SR3*) устанавливается программно и поступает в диспетчер из большой памяти. В этом случае 16-разрядный адрес преобразуется в 22-разрядный физический, адресующий пространство в 2048 Кслов. Младшие 1920 Кслов этого пространства соответствуют адресам большой памяти (00 000 000—16 777 777). Старшие 128 Кслов отображают адресное пространство ОШ (17 000 000—17 777 777), причем адреса старших 4 Кслов этого пространства являются адресами регистров внешних устройств и регистров процессора на ОШ. Через адресное пространство младших 124 Кслов ОШ осуществляются обращения к большой памяти устройств с прямым доступом.

Диспетчер памяти содержит два набора регистров, используемых для преобразования адресов. Каждый из этих наборов включает по восемь пар регистров *PAR/PDR* (регистр адреса страницы/регистр описания страницы). Один набор используется программами в режиме «система», другой — в режиме «пользователь».

Адреса регистров *PAR/PDR* на ОШ следующие: режим «система» *PAR*: 772340—772356; *PDR*: 772300—772316;

режим «пользователь» *PAR*: 777640—777656; *PDR*: 777600—777616.

Использование диспетчера памяти позволяет нескольким программам, имеющим одинаковые виртуальные адреса, одновременно находиться в оперативной памяти и выполняться с разделением времени.

Диспетчер памяти предоставляет следующие возможности для организации мультипрограммного режима работы: динамическое перемещение адресов, при котором отдельные участки программы могут размещаться в различных областях оперативной памяти; защиту памяти от несанкционированного доступа; разделение памяти между различными программами.

Диспетчером памяти осуществляется ее защита, необходимая при выполнении нескольких программ с разделением времени, и заключается в следующем:

программа пользователя не должна расширяться в отведенной для нее области больше, чем разрешено системой;

пользователю запрещено изменение общих программ, которые используются другими пользователями;

пользователь не должен изменять операционную систему и получать над ней управление.

Регистры состояний *SR0*, *SR2* и *SR3* с адресами на ОШ соответственно 777572, 777576 и 772516 управляют работой диспетчера памяти, а также позволяют определить причину нарушения, возникшего при его работе.

SR0, *SR2* входят в состав диспетчера памяти, *SR3* конструктивно располагается в памяти.

В УВК используется оперативная память объемом 124 Кслова, встроенная в процессор (ВП). Конструктивно ВП располагается в том же автономном комплектном блоке, что и процессор.

ВП представляет собой полупроводниковую память динамического типа с параллельной выборкой по произвольному адресу.

Разрядность ячейки — 22 разряда, в том числе 6 контрольных. Время выборки без коррекции не

более 0,63 мкс, с коррекцией не более 0,8 мкс. Максимальное время цикла не более 1,6 мкс.

В качестве запоминающего элемента для построения памяти применена ИМС К565РУЗА — динамическое ОЗУ на 16 Кбит (16 Кслов × 1 разряд).

Обмен управляющей информацией и данными между ВП и процессором осуществляется не по алгоритмам интерфейса ОШ, а по синхронному принципу. Это значительно сокращает время обращения процессора к оперативной памяти.

ВП выполняет все операции обмена информацией, предусмотренные интерфейсом ОШ. Запись и чтение информации выполняются с контролем и коррекцией по ходу Хэминга (коррекция одиночных ошибок и обнаружение двойных).

Действия по контролю и коррекции информации выполняются под управлением содержимого регистра управления и состояния памяти *CSR* (адрес на ОШ — 772100).

Назначение разрядов *CSR* при *CSR* [02] = 0 следующее:

CSR [00] = 1 — разрешение выдачи сигнала ошибки;

CSR [01] = 1 — блокировка коррекции;

CSR [04] = 1 — признак одиночной ошибки;

CSR [11—05] — код адреса в разрядах адресных линий 17...11, при обращении к которому обнаружена корректируемая ошибка;

CSR [15] = 1 — признак некорректируемой ошибки.

В диагностическом режиме *CSR* [02] = 1 имеется возможность проверять оборудование ВП, в том числе и оборудование контроля.

В СМ 1420 предусмотрена возможность наряду с ВП в качестве оперативной памяти использовать память большого объема (до 1920 Кслов). Для этой цели ОШ имеет нестандартный участок с расширением подшины адреса до 22 разрядов. 18-разрядные адреса устройств прямого доступа преобразуются в 22-разрядные оборудованием, входящим в состав памяти большой емкости.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДА-ВЫВОДА

Обмен информацией между устройствами УВК СМ 1420 происходит через интерфейс ОШ. Перечень и параметры сигналов, логика функционирования интерфейса ОШ приведены в рекомендациях по применению УВК СМ-4.

Физически магистраль ОШ реализуется многопроводным кабелем, который используется для соединения устройств, входящих в комплекс, а также соединениями, выполненными непосредственно на генмонтажных панелях устройств. Кабель представляет собой плоский шлейф из склеенных проводников и имеет следующие характеристики: волновое сопротивление 100 ± 20 Ом; погонное сопротивление провода — 0,17 Ом/м; количество проводников: 56 — сигнальных, 56 — земляных.

По длине кабель бывает следующих размеров: 0,6; 0,8; 1; 1,5; 2,5; 3,3; 5; 8,3 м. Кабель на обоих концах имеет вилки СНП 59—96. Для подключения к СМ 1420 устройств, разработанных для СМ-4, имеется вариант кабеля, который с одной стороны имеет вилку СНП 59—96, а с другой — 96-контактную печатную вставку.

Распределение сигналов ОШ по контактам разъема СНП 59—96 приведено в табл. 7.

К одной линии ОШ допускается подключать до 20 стандартных единиц нагрузки (СЕН). За одну СЕН принимается суммарная нагрузка линии одним источником и одним приемником. Длина ОШ без применения устройств расширения интерфейса должна быть не более 15 м. Каждая линия ОШ имеет согласование с обоих концов.

Таблица 7

Контакт разъема	Наименование сигнала (мнемоника)	Контакт разъема	Наименование сигнала (мнемоника)	Контакт разъема	Наименование сигнала (мнемоника)
A01	ЗЕМЛЯ	B01	BUS INIT	C01	BUS INTR
A02	ЗЕМЛЯ	B02	BUS D01	C02	BUS D00
A03	ЗЕМЛЯ	B03	BUS D03	C03	BUS D02
A04	ЗЕМЛЯ	B04	BUS D05	C04	BUS D04
A05	ПИТАНИЕ+5В	B05	BUS D07	C05	BUS D06
A06	ПИТАНИЕ+5В	B06	BUS D09	C06	BUS D08
A07	ПИТАНИЕ+5В	B07	BUS D11	C07	BUS D10
A08	ЗЕМЛЯ	B08	BUS D13	C08	BUS D12
A09	ЗЕМЛЯ	B09	BUS D15	C09	BUS D14
A10	ЗЕМЛЯ	B10	BUS PB	C10	BUS PA
A11	ЗЕМЛЯ	B11	BUS BBSY	C11	BUS SACK
A12	ЗЕМЛЯ	B12	РЕЗЕРВ	C12	BUS NPG
A13	ЗЕМЛЯ	B13	BUS BR7	C13	BUS NPR
A14	ЗЕМЛЯ	B14	РЕЗЕРВ	C14	BUS BG7
A15	ЗЕМЛЯ	B15	РЕЗЕРВ	C15	BUS BG6
A16	ЗЕМЛЯ	B16	РЕЗЕРВ	C16	BUS BR6
A17	ЗЕМЛЯ	B17	РЕЗЕРВ	C17	BUS BG5
A18	ЗЕМЛЯ	B18	РЕЗЕРВ	C18	BUS BG4
A19	ЗЕМЛЯ	B19	BUS BR5	C19	BUS BR4
A20	ЗЕМЛЯ	B20	BUS DCLD	C20	BUS ACL0
A21	ЗЕМЛЯ	B21	BUS A01	C21	BUS A00
A22	ЗЕМЛЯ	B22	BUS A03	C22	BUS A02
A23	ЗЕМЛЯ	B23	BUS A05	C23	BUS A04
A24	ЗЕМЛЯ	B24	BUS A07	C24	BUS A06
A25	ЗЕМЛЯ	B25	BUS A09	C25	BUS A08
A26	ПИТАНИЕ+5В	B26	BUS A11	C26	BUS A10
A27	ПИТАНИЕ+5В	B27	BUS A13	C27	BUS A12
A28	ПИТАНИЕ+5В	B28	BUS A15	C28	BUS A14
A29	ЗЕМЛЯ	B29	BUS A17	C29	BUS A16
A30	ЗЕМЛЯ	B30	BUS C1	C30	BUS C0
A31	ЗЕМЛЯ	B31	BUS SSYN	C31	BUS MSYN
A32	ЗЕМЛЯ	B32	РЕЗЕРВ	C32	РЕЗЕРВ

СОСТАВ КОМПЛЕКСОВ УВК-ФРН

Состав комплексов СМ 1420.21 и СМ 1420.22 приведен в табл. 8.

Таблица 8

Наименование и обозначение составных частей комплексов	Количество на комплекс		Примечание
	СМ 1420.21	СМ 1420.22	
Процессор (Пр)	2	2	Со встроенными оперативной памятью 248 Кбайт и процессором с плавающей запятой
Устройства внешней памяти:			
на кассетных магнитных дисках (КМД) СМ 1420.5410.03	2	2	Содержит контроллер (ККМД) и два накопителя СМ 5410
на сменных магнитных дисках (СМД) СМ 5415.01	—	2	Содержит контроллер В928 и два накопителя СМ 5408
на гибких магнитных дисках (ГМД) СМ 5631.01	1	1	Содержит блок элементов В922/003 (устанавливается в ПОШ) и два накопителя ЕС 5074
на магнитной ленте (НМЛ) СМ 5301.13	1	1	Содержит контроллер (КМЛ) СМ 5002-04 и два накопителя СМ 5300.01
Переключатель общей шины (ПОШ) СМ 1420.4501	3	3	—
Мультиплексор передачи данных (МПД) СМ 8514	—	2	—
Программируемый таймер (ТМП) СМ 1420.2006	2	2	Установлен в процессор
Видеотерминал: СМ 1420.7202	4	2	Содержит блок элементов БЭ СМ 1420/402 (установлен в процессоре) и видеотерминал ВТА 2000-15
ВТА 2000-15	—	4	Подключается к СМ 8514
Устройство печатающее УП: СМ 1420.6302	—	2	В составе БЭ СМ 1420/400 (установлен в процессоре) и печатное устройство DZM-180
СМ 1420.6305	1	1	В составе СМ 1420/400 (установлен в ПОШ) и устройства параллельной печати СМ 6315
Адаптер ИРПР (АС) связи СМ 1420.4105	2	2	В составе двух блоков элементов СМ 1420/403, устанавливаемых в процессорах
Стойка	4	6	Содержит блоки включения питания
Стол	2	2	—

СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КОМПЛЕКСОВ

Повышенная надежность комплексов СМ 1420.21 и СМ 1420.22 обеспечивается следующими аппаратными и программными средствами.

Большинство устройств комплекса снабжаются резервными (дублируются). При отказе какого-либо устройства, находящегося в работе, производится автоматическое включение резервного устройства. Повышенное значение среднего времени наработки на отказ (10 тыс. ч), наряду с резервированием, обеспечивается оперативным восстановлением использованного резерва.

Каждый комплекс состоит из двух одинаковых субкомплексов, соединенных между собой межмашинными связями. Кроме того, имеется ряд устройств, доступных обоим субкомплексам, подключенным к их ОШ с помощью ПОШ.

Устройства, подключенные через ПОШЗ, не дублированы. Они составляют так называемый инструментальный ресурс, который при нормальной работе в реальном времени не используется, а служит для целей наладки, периодической выдачи информации на магнитные ленты и т. п.

Во избежание потери информации, накапливаемой на магнитных дисках, она на них дублируется. В процессе работы запись информации должна производиться одновременно на два диска.

В комплексе СМ 1420.22 имеются накопители информации на сменных магнитных дисках, используемые для накопления технологической информации. Эти диски подключены к обоим субкомплексам через ПОШ (ПОШ1, ПОШ2).

В одном из основных режимов работы комплекса СМ 1420.22 (режим работы со ждущим резервом) оба накопителя на сменных дисках подключаются к одному — рабочему субкомплексу. В процессе его работы запись информации производится одновременно на два диска.

В этом режиме один из субкомплексов, составляющих комплекс, назначается рабочим и выполняет основные операции. Его работоспособность непрерывно контролируется вторым, резервным субкомплексом (межмашинный контроль), который автоматически берет на себя функции рабочего при его отказе.

При отказе какого-либо устройства рабочего субкомплекса оно может быть замещено другим однотипным устройством из резервного субкомплекса. Это реализуется с помощью системы виртуального доступа (СВД), позволяющей выполнять эту операцию без перенастройки системы.

Замена основного оборудования резервным в процессе работы называется реконфигурацией системы. Реконфигурация может быть полной (замена рабочего субкомплекса резервным) или частичной (замена одного устройства другим).

Каждый из субкомплексов, составляющих комплекс, имеет также средства самоконтроля. Оперативные запоминающие устройства имеют контроль чтения по Хэмингу с коррекцией одиночной ошибки. Магнитные диски снабжены контролем чтения и записи (последний может быть введен при генерации операционной системы). Возможна организация периодического контроля операций с плавающей запятой с помощью тестов, периодически запускаемых в процессе работы субкомплекса.

Контроль операций процессора признан нецелесообразным, поскольку он может привести к заметному замедлению работы и не устранять ошибки при возможных сбоях.

Все операции процессора производятся как при решении задач пользователя, так и при работе системы; сбой, вызывающий нарушения работы системы, обычно приводят к останову субкомплекса. Останов фиксируется системой межмашинного контроля и приводит к реконфигурации комплекса с переходом резервного субкомплекса в режим рабочего.

Программные средства комплекса включают систему виртуального доступа к периферийным устройствам. Любое периферийное устройство любого субкомплекса может быть предназначено для замены однотипного отказавшего.

РЕЖИМ РАБОТЫ КОМПЛЕКСОВ

Предусматриваются два основных режима работы комплекса, обеспечивающих повышенную надежность: режим работы со ждущим резервом и режим параллельной работы субкомплексов.

Режим работы со ждущим резервом. В этом режиме один из субкомплексов назначается рабочим, выполняющим все порученные комплексу задачи, второй субкомплекс (резервный) работает в режиме горячего резерва.

Оба внешних запоминающих устройства на магнитных дисках подключены через ПОШ к рабочему субкомплексу, при работе которого запись информации производится параллельно на оба диска; чтение — с одного из дисков.

Каждый из субкомплексов работает под управлением собственной операционной системы РОС РВ, сгенерированной одинаково в обоих субкомплексах. Но режимы их работы различны. Прикладные задачи решаются в рабочем субкомплексе. В резервном они не запущены.

Резервный субкомплекс периодически контролирует работоспособность рабочего, посылая в него по межмашинной связи запросы на прерывание для получения подтверждения о том, что он работает. При получении через заданное время очередного подтверждения резервный субкомплекс автоматически переключает на себя магнитные диски и берет на себя функции рабочего субкомплекса, запуская прикладные задачи.

Отказавший субкомплекс отключается от системы для обнаружения неисправности и ремонта. После устранения неисправности он снова подключается к системе уже в качестве резервного субкомплекса.

Задачи в резервном субкомплексе, взявшем на себя функции рабочего, должны быть запущены из состояния, в котором они находились в рабочем субкомплексе к моменту его отказа. Если прерванные задачи могут быть снова запущены сначала без ущерба для управления процессом или допустимо повторное выполнение сделанных расчетов, реконфигурация комплекса не вводит нежелательного искажения работы программ комплекса.

В общем случае решение задач в комплексе после его реконфигурации должно возобновиться из состояния, в котором они находились к моменту реконфигурации.

Для обеспечения этого используется метод контрольных точек, заключающийся в следующем. Решаемые задачи разбиваются на куски, помечаемые контрольными точками. При достижении задачей рабочего субкомплекса очередной контрольной точки информация, характеризующая состояние задачи в этой точке, передается по межмашинной связи в резервный субкомплекс, где она запоминается. При переходе резервного субкомплекса в режим рабочего его задачи запускаются из состояния, зафиксированного последней переданной рабочей точкой каждой задачи.

Поскольку моменты достижения задачами контрольных точек и момент отказа и начала реконфигурации комплекса независимы друг от друга, то к моменту реконфигурации задачи обычно оказываются продолжившими решение с моментов передачи очередной контрольной точки. Возобновляя после реконфигурации решение с последней переданной контрольной точки, задачи вынуждены частично повторять решение, сделанное к моменту реконфигурации.

Размещение контрольных точек в задачах и выбор их числа предоставляются пользователю. Он же должен определять количество информации, характеризующее состояние задачи в контрольной точке, для передачи в резервный субкомплекс.

Во избежание повторной выдачи команд на объект в задачах управления и повторной записи на магнитные диски, которые могут быть вызваны частичным повтором решения задачи при возобновлении ее с контрольной точки после реконфигурации комплекса, рекомендуется ставить контрольные точки перед командами выдачи сигналов на объект и перед началом записи на магнитные диски.

Передачи состояний задач в резервный субкомплекс в контрольных точках производятся с помощью использования системы виртуального доступа (СВД). Следует учитывать, что передача по СВД через устройство связи ИРПР будет вносить замедление в работу комплекса в реальном времени.

Поскольку процессор резервного субкомплекса работает в ждущем режиме и оказывается незагруженным, то резервному субкомплексу могут быть поручены дополнительные задачи, решение которых прекращается после реконфигурации комплекса и перехода резервного субкомплекса в режим рабочего. Однако это возможно в случае, если оперативная память резервного субкомплекса не полностью загружена задачами, дублирующими задачи рабочего субкомплекса и находящимися в состоянии ожидания, а имеется еще резерв оперативной памяти для размещения дополнительных задач.

Режим работы со ждущим резервом может быть реализован и на комплексе СМ 1420.21. Но поскольку в этом комплексе имеются только дисковые накопители СМ 5410, подключенные через переключатели шины и хранящие как технологическую, так и системную информацию, каждый из дисков должен быть постоянно подключен к своему субкомплексу. Дублирование технологической информации на диске резервного субкомплекса должно осуществляться перекачкой этой информации из рабочего субкомплекса на резервный диск через межмашинную связь по системе виртуального доступа. Программа

дублирования информации на резервном диске таким способом пока не разработана. Ее должен составить пользователь.

Режим параллельной работы субкомплексов. Второй режим работы комплекса с повышенной надежностью — параллельная работа обоих субкомплексов, которые одновременно решают прикладные задачи. Выдача информации на объект и во внешние связи производится из одного из субкомплексов, который назначается рабочим. Резервный субкомплекс контролирует работоспособность рабочего и замещает его при отказах. Этот режим требует синхронизации работы субкомплексов. Ввод текущей информации должен выполняться в оба субкомплекса параллельно.

В режиме параллельной работы могут работать как комплекс СМ 1420.21, так и СМ 1420.22.

Режим параллельной работы удобен для управления технологическим объектом. Текущая информация от устройств связи с объектом (которые должны быть двухвходовыми) вводится одновременно в оба субкомплекса, что во многих случаях достаточно для синхронизации работы субкомплексов. Выходная информация на объект выдается из рабочего субкомплекса.

При желании пользователь может программно организовать более точную синхронизацию субкомплексов, например, их синхронизацию перед каждой выдачей команды на объект.

ПАРАМЕТРЫ НАДЕЖНОСТИ КОМПЛЕКСОВ

В технических условиях на комплексы СМ 1420.21 и СМ 1420.22 указаны следующие параметры надежности: средняя наработка на отказ 10 тыс. ч; средняя наработка на сбой: для комплексов СМ 1420.21 150 ч и для СМ 1420.22 100 ч.

Под отказом комплекса понимается нарушение работоспособности, приводящее к невыполнению задач пользователя или тестового задания операционной системы, при котором для восстановления работоспособности комплекса требуется проведение ремонта или регулировки. Переключение отказавшего технического средства на резервное или однотипное, или техническое средство другого типа, которое по характеру решаемой задачи может быть использовано для замены отказавшего, не считается отказом комплекса. В случае, если это переключение требует повторения решения задачи или части теста, оно учитывается как сбой комплекса.

Под сбоем понимается временное нарушение работоспособности комплекса, приводящее к невыполнению задач пользователя или тестовых заданий операционной системы; при этом для восстановления работоспособности комплекса не требуется проведения ремонта или замены отдельных нерезервируемых устройств комплекса. Комплекс возобновляет нормальную работу после однократного перезапуска.

При сбое рабочего субкомплекса система его контроля обычно производит его останов. При этом происходит автоматический переход на соседний субкомплекс.

Для обеспечения указанного времени наработки

комплекса на отказ требуется оперативно восстанавливать его резерв. Среднее время восстановления резерва, т. е. время подключения устройств, взамен использованных при замене отказавших, составляет 8 часов. Такая величина допустимого времени восстановления резерва позволяет при эксплуатации иметь ремонтный персонал, работающий в одну смену.

Собственно время восстановления отказавшего устройства, в соответствии с техническими условиями на него обычно составляет 1 час.

Восстановление резерва в большинстве случаев требует остановки комплекса. Для сокращения этого времени новое резервное устройство (или отремонтированное ранее отказавшее) должно быть предварительно проверено в автономе.

ХАРАКТЕРНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ

Комплексы УВК-ФРН могут иметь различные применения там, где требуется надежная работа в реальном времени. В качестве характерных применений можно указать на использование УВК-ФРН в многопользовательских системах обработки информации, системах обмена сообщениями, а также иерархических автоматизированных системах управления технологическими процессами в качестве верхних уровней иерархической системы.

Многопользовательские системы обработки информации. В качестве такой системы может быть система, состоящая из ряда дисплейных терминальных станций, радиально подключенных к центральному комплексу СМ 1420.22 через мультиплексоры и работающих в интерактивном режиме, используя общую базу данных в памяти УВК-ФРН. Такая установка может найти применение в системах автоматического проектирования (САПР).

Система обмена сообщениями. Комплексы УВК-ФРН могут использоваться в качестве узлов сети обмена сообщениями между удаленными ЭВМ, роль этих ЭВМ — узлов сети, соединенных линиями связи, могут играть комплексы СМ 1420.22.

Комплексы для АСУТП и САНЭ. Комплексы УВК-ФРН не содержат в своем составе устройств

связи с объектом. Для создания АСУТП и систем автоматизации научных экспериментов, а также распределенных систем управления технологическими процессами и автоматизации научных экспериментов в качестве верхнего уровня иерархии системы. Нижний уровень иерархии распределенной системы, непосредственно связанный с объектом управления, могут составлять терминальные станции связи с объектом и операторами-технологами (ТСО) на базе комплексов СМ 1800. ТСО могут подключаться к УВК-ФРН через устройства радиальных связей ИРПС: для СМ 1420.22 через мультиплексор СМ 8514, а для СМ 1420.21 через дополнительно устанавливаемые мультиплексоры или модули ИРПС СМ 1420/402, монтируемые в стойках комплекса, блоках расширения системы БРС.

ТСО также могут подключаться к комплексу с помощью магистральных линий интерфейса линейного последовательного ИЛПС, которые подключаются к УВК-ФРН с помощью дополнительной микроЭВМ СМ 1800, связываемой с ОШ УВК-ФРН посредством устройства связи интерфейса И41 с ОШ УСОШ СМ 1800.4502, обеспечивающим обмен по прямому доступу в память со скоростью 200 Кбайт/с.

КОНСТРУКТИВНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА

Основу элементной базы устройств комплексов составляют ТТЛ — микросхемы расширенной серии К155. В тех случаях, когда позволяют статические и динамические параметры, вместо серии К155 используются маломощные серии К555 или К599.

Система синхронизации и некоторые быстродействующие логические цепи реализованы на микросхемах серии ТТЛ Ш531.

Основой арифметического логического блока ЦП, а также ППЗ является серия К1804, которая применяется в контроллере накопителя на магнитном диске СМ 5410.

Для реализации контроллеров используются серии К589, а также микропроцессорные серии КР541, КР581, К1802.

Магистральные элементы (приемники и передатчики ОШ) выполнены на микросхемах К559.

Основой постоянной (микропрограммной) памяти служат постоянные программируемые запоминающие устройства (ППЗУ) серии КР556. Оперативная память организована на микросхемах серии К565.

В источниках питания применяются микросхемы серий КР159 и КМП403ЕН.

КОНСТРУКЦИЯ

Комплексы УВК-ФРН реализованы на базе унифицированных конструкций СМ ЭВМ. Основными конструктивными элементами являются: плата печатная Е1 и Е2, блок элементов (БЭ), блок монтажный (БМ), блок автономный комплектный (АКБ), стойка.

На печатных платах устанавливаются интегральные схемы и дискретные компоненты.

Каждая плата снабжается двумя разъемами типа СМП-59, с помощью которых плата помещается в блок монтажный.

Габаритные размеры плат: E1 — 100×160 мм; E2 — 233,4×200 мм.

Платы устанавливаются в БМ и снабжаются экстракторами для их извлечения. На задней стенке каждого БМ имеется плата генмонтажа, соединения на которой осуществляются методом накрутки.

АКБ представляют собой конструктивно и функционально законченные изделия, в которых устанавливаются БМ, блоки питания и вентиляторы для охлаждения. АКБ помещаются и закрепляются в стойках на специальных направляющих и имеют ролики для передвижения в стойке при установке и извлечении.

Система базовых размеров АКБ выбрана в соответствии со стандартом СЭВ «Панели и стойки. Основные размеры». Ширина лицевых панелей равна 482,6 мм и модуль вертикального наращивания $U=44,45$ мм, который учитывается при компоновке конструктивных блоков в стойке.

Стойка — конструктивно и функционально законченное изделие. Предназначена для установки, механической защиты и соединения между собой конструктивных блоков, выполненных на базе АКБ различной высоты, которые могут устанавливаться в произвольных сочетаниях, но их суммарная высота не должна превышать полезную высоту стоек (32 U).

Габаритные размеры стойки 1600×600×800 мм.

Стойка имеет только заднюю дверь. Передняя плоскость стойки образуется лицевыми панелями устанавливаемых в нее устройств. Свободное пространство между лицевыми панелями закрывается заглушками, представляющими собой фальш-панели.

Внутри стойки укреплены направляющие, конструкция которых позволяет перемещать их в вертикальной плоскости. Это дает возможность регулировать зазор между соседними устройствами в стойке. Устройства устанавливаются в стойку по направляющим и фиксируются защелками в двух крайних положениях (при установке в стойку и выдвигании из нее). Стойка сохраняет устойчивость при полном выдвигании из нее одного или двух АКБ.

АКБ в стойках соединяются между собой с помощью специальных кабелей. Аналогично производятся соединения между соседними стойками комплекса.

Стойки содержат электрооборудование, необходимое для подключения установленных в них АКБ к сети переменного напряжения 220 В и к внешним источникам резервного питания. Сверху в стойке помещен блок вентиляторов.

Комплекс СМ 1420.21 комплектуется из четырех стоек, а комплекс СМ 1420.22 из шести (см. рис. 3 и 4).

ПРОЕКТИРОВОЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ПРОЦЕССОР СМ 2420

Предназначен для выполнения команд программы, обслуживания запросов на прерывания, организации связи оператора с комплексом. Кроме того, процессор осуществляет оперативный контроль и диагностирование неисправностей оборудования, входящего в его состав.

Наличие в составе процессора таймера позволяет выполнять программы в масштабе реального времени.

Система команд включает в себя: базовый набор (команды УВК СМ-3), 4 команды с фиксированной запятой (ФЗ) («MUL», «DIV», «ASN», «ASHC»), 46 команд с плавающей запятой (ПЗ), 2 команды диспетчера памяти («MFPI(D)», «MTPI(D)»), 7 команд общего применения («XOR», «SOB», «MARK», «SXT», «RTT», «MTPS», «MFPS») и команду диагностирования («DKA»).

Адресность команд — нуль-, одно-, двухадресные.

Режимы адресации — регистровый, с автоувеличением, с автоуменьшением, индексный; кроме того, каждый из режимов может быть прямой или косвенный (всего 12 видов адресации).

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Принцип организации управления микропрограммный
Способ обработки информации параллельный

Диапазон представления чисел с ФЗ:

со знаком:

в операциях со словами $-2^{15} \dots (2^{15}-1)$
в операциях с байтами $-2^7 \dots (2^7-1)$

без знака:

в операциях со словами $0 \dots (2^{16}-1)$
в операциях с байтами $0 \dots (2^8-1)$

Диапазон представления абсолютных величин чисел с ПЗ с точностью:

обычной $2^{-128} \dots (1-2^{-24}) 2^{127}$
высокой $2^{-128} \dots (1-2^{-56}) 2^{127}$

Емкость встроенной оперативной памяти (ВП), Кбайт 248

Разрядность ячейки ВП, двоичных разрядов 22, в том числе 6 контрольных

Время выборки из ВП, мкс:
без коррекции 0,63
с коррекцией 0,8

Максимальное время цикла ВП, мкс 1,6

Разрядность адреса, генерируемого диспетчером памяти, двоичных разрядов 22

Тип интерфейса связи с внешними устройствами ОШ

Система прерываний приоритетная, пятиуровневая

Питание от сети переменного тока:

напряжение $220 \text{ В } \begin{smallmatrix} +10\% \\ -5\% \end{smallmatrix}$
частота, Гц 50 ± 1

Потребляемая мощность, В·А 500

Габаритные размеры, мм $783,5 \times 482,6 \times 354,8$

Масса, кг не более 60

УСТРОЙСТВО ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ НА КАССЕТНЫХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ СМ 1420.5410.03

Устройство состоит из конструктивно законченных узлов: контроллера и накопителя, которые выполнены в виде автономных комплектных блоков (АКБ), устанавливаемых в стойку.

Накопитель содержит механический привод и два диска: фиксированный и сменный. Сменный диск заключен в пластмассовую кассету, которая может выниматься из накопителя и заменяться другой кассетой со сменным диском. Перед началом работы, после установки сменной кассеты в накопитель, информация, содержащаяся в сменном диске, переписывается на фиксированный диск, с которым затем производится работа. По окончании работы, информация, накопленная в фиксированном диске, может быть переписана на сменный диск и на нем сохранена.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Емкость памяти, Мслов	10
Скорость обмена информацией между устройством и оперативной памятью, Кслов/с	не менее 150
Объем буфера, 16-разрядных слов	512
Время формирования одного слова, мкс	6,4
Число накопителей, подключенных к контроллеру	2
Емкость одного диска, Мслов	2,5
Число дисков в каждом накопителе:	
фиксированных	1
сменных	1
Число дорожек на каждой поверхности диска (основных/резервных)	400/8
Число рабочих поверхностей на каждом диске	2
Число секторов на каждой дорожке	12
Число слов в зоне данных каждого сектора	256
Разрядность слова, бит	16
Тип интерфейса ввода-вывода	ОШ
Обмен данными по линии интерфейса	по уровню запроса прямого доступа (ЗПД)
Уровень программного прерывания	5
Питание от сети переменного тока:	
напряжение, В	220
частота, Гц	50
Потребляемая мощность, В·А:	
контроллера	50
накопителя	370

УСТРОЙСТВО ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ НА СМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ СМ 5415.01

Устройство состоит из контроллера В928 и двух накопителей СМ 5408, выполненных в виде автономных комплектных блоков, устанавливаемых в стойке.

Устройство обеспечивает подключение к интерфейсу ОШ до восьми накопителей СМ 5408. Информационная емкость каждой кассеты 6,9 млн 16-разрядных слов.

Устройство обеспечивает запись по секторам.

Носителем дискового накопителя служит сменная кассета СМ 0002 двухдисковая, верхней установки, диаметр 355 мм.

На каждой поверхности кассеты допускается до пяти дорожек с дефектом магнитного покрытия; емкости рассчитаны без учета возможных дефектов.

Обмен данными между контроллером и ОШ — на уровне прямого доступа. Для компенсации различия скоростей передачи между накопителем и ОШ контроллер содержит промежуточную память типа FI—FO (первый пришел — первый обслужен) емкостью 66 слов.

Приоритет прерывания контроллера — по пятому уровню (может быть установлен другой уровень, от 4 до 7, с помощью переключек).

Для защиты поверхностей магнитных дисков от пыли накопитель содержит два фильтра: промежуточной и точной очистки. Тем не менее, допустимая запыленность окружающего воздуха не должна превышать 3500 пылинок размерами 0,5 мкм и более в 1 литре.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Количество поверхностей дисков четыре, из них три информационных и одна для сервоинформации.	
Количество битов информации в слове	16
Число цилиндров в кассете	411
Число дорожек в цилиндре	3
Число дорожек в кассете	1233
Число секторов на дорожке	22
Число слов в секторе	256
Частота вращения дисков кассеты, об/мин	2400±96
Среднее время позиционирования магнитных головок, мс	38
Среднее время ожидания информации, мс	12,5±0,25
Среднее время безотказной работы, ч	2200
Среднее время восстановления, мин	60
Частота передачи последовательных данных между накопителем и контроллером, мкс/слово	3,7
Плотность информации на дорожке, бит/мм	160
Плотность дорожек на поверхности, дорожек/мм	7,6
Скорость обмена данными, Кбайт/с	537,6±21,5
Частота передачи данных между контроллером и ОШ, мкс/слово	4,3

УСТРОЙСТВО ВНЕШНЕЙ ПАМЯТИ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ СМ 5301.13

Устройство состоит из контроллера устройства внешней памяти на магнитной ленте (КУВПМЛ) СМ 5002.01 и двух накопителей НМЛ СМ 5300.01, устанавливаемых в стойки комплекса.

КУВПМЛ выполняет следующие функции: дешифрацию адреса НМЛ и логическое подключение его к УВК, а также логическое отключение НМЛ после завершения команды или по команде из процессора; дешифрацию кодов команд, принятых из УВК; прием и передачу информации, поступающей из УВК и в УВК; синхронизацию передачи информации; передачу в УВК информации о состоянии устройства и НМЛ; контроль информации; прием и передачу информации НМЛ; управление работой накопителя на магнитной ленте.

КУВПМЛ допускает подключение до четырех накопителей на магнитной ленте НМЛ с плот-

ностью записи 32 бит/мм и способом записи БВН-1 (без возврата к нулю).

Максимальная скорость передачи информации между КУВПМЛ и УВК — 64 000 байт/с.

Максимальное время задержки расширения на захват шины в режиме прямого доступа 37,5 мкс при подключении накопителя СМ 5300. Максимальное время ожидания ответного стробирующего сигнала СХИ в ответ на сигнал СХЗ КУВМПЛ — 31,2 мкс.

КУВПМЛ обеспечивает управление работой подключенных к нему НМЛ в режимах «Автоном» и «Комплекс».

В режиме «Автоном» управление работой НМЛ осуществляется с панели управления КУВПМЛ (переводом положения переключателей АВТ-КОМПЛ на панели в положение АВТ).

В режиме «Комплекс» команды выдаются УВК. КУВПМЛ обеспечивает взаимообмен информацией с помощью записанных магнитных лент с аналогичными устройствами систем АСВТ-М и ЕС ЭВМ, причем расположение информации на записанных магнитных лентах должно соответствовать ГОСТ 12065—74.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Скорость обмена информацией, Кбайт/с	10
Плотность записи, бит/мм	32
Метод записи	БВН-1
Число дорожек	9
Головка — двухзазорная с расстоянием между зазорами, мм	$3,81 \pm 0,1$
Максимальный диаметр используемой кассеты, мм	216
Ширина магнитной ленты, мм	$12,7 \pm 0,1$
Время перемотки ленты, с	не более 300
Потребляемая мощность, В·А	150
Достоверность на 10^8 бит информации, ошибок	не более 1
Среднее время между отказами, ч	750
Среднее время восстановления, ч	1

НАКОПИТЕЛЬ НА ГИБКИХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ (НГМД) СМ 5631.01

НГМД состоит из двух накопителей ЕС 5074, смонтированных в автономном комплектном блоке, устанавливаемом в стойке комплекса и блока элементов В922/0003, расположенном в блоке расширения интерфейса переключателя шины ПОШ1 и служащим для связи гибких магнитных дисков с ОШ.

НГМД ЕС 5074 работает со сменным гибким магнитным диском (ГМД) ЕС 5274.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Емкость, Мбит	3,2
Число дорожек	77
Частота вращения, об/мин	3600
Время передачи с дорожки на дорожку, мс	10
Время успокаивания головки, мс	10
Время загрузки головки, мс	40
Метод кодирования	FM
Максимальная линейная плотность, бит/мм	128
Скорость передачи данных, Кбит/с	250

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ОБЩЕЙ ШИНЫ СМ 1420.4501

Переключатель общей шины (ПОШ) СМ 1420.4501 служит для подключения дополнительной шины (ДШ) к основной шине (ОШ) двух субкомплексов.

ДШ имеет ту же структуру, что и ОШ.

ПОШ является электронным устройством, позволяющим подключать одно или несколько периферийных устройств к ОШ одного субкомплекса или к ОШ другого.

ПОШ состоит из двух одинаковых функциональных секций, каждая из которых подключается к ОШ соответствующего субкомплекса.

ДШ во время работы комплекса может быть подключена к одной из секций (активной) ПОШ, либо находиться в нейтральном положении — недоступна обоим субкомплексам.

Каждая секция ПОШ имеет регистры команд и состояния (SR). С помощью этих регистров производится управление переключателем шины.

ПОШ имеет два режима управления — ручной и программный. Уровень программного прерывания — 7.

При подключении к ОШ одного из субкомплексов ДШ является как бы продолжением ОШ (или ответвлением от нее), передавая все сигналы (в обоих направлениях) с сохранением временных соотношений между сигналами.

Передача сигналов из ОШ в ДШ и обратно через активную секцию ПОШ вызывает их временное запаздывание (дополнительную задержку): при выполнении операции «чтение» и «чтение с паузой» — в 350 нс, а при выполнении операции «запись» — 250 нс.

Функционально каждая секция, осуществляющая двунаправленную связь между проводами ОШ и ДШ, состоит из блока управления и блока расширителя интерфейса (БРИФ). Секции ПОШ смонтированы в одном блоке монтажном, который содержит также трехместный блок установки контроллеров внешних устройств на ДШ. ПОШ смонтирован в автономном комплектном блоке (АКБ), устанавливаемом в стойку вместе с другими устройствами комплекса (см. рис. 2 и 4).

АКБ ПОШ содержит источник силового питания. Разводка питания на генмонтажной плате ПОШ выполнена таким образом, что возможно раздельное питание обеих секций ПОШ. При этом одна секция запитывается от источника питания, смонтированного в АКБ, а питание другой секции заводится от блока питания другого ПОШ. Это позволяет сохранить работоспособность одной секции ПОШ при отказе питания в другой секции.

Подключение питания трех переключателей шины в комплексе изображено на рис. 16.

При отключении источника питания какого-либо ПОШ отключается его секция (канал ОШ), питаемая этим источником. Это равносильно обрыву ОШ, в которую включена эта секция, т. е. отказу субкомплекса, в ОШ которого произошел обрыв. Одновременно отключается ДШ этого ПОШ. Но, поскольку вторая секция ПОШ остается запитанной от источника другого ПОШ, ОШ второго субкомплекса не разрывается, и последний остается в работе.

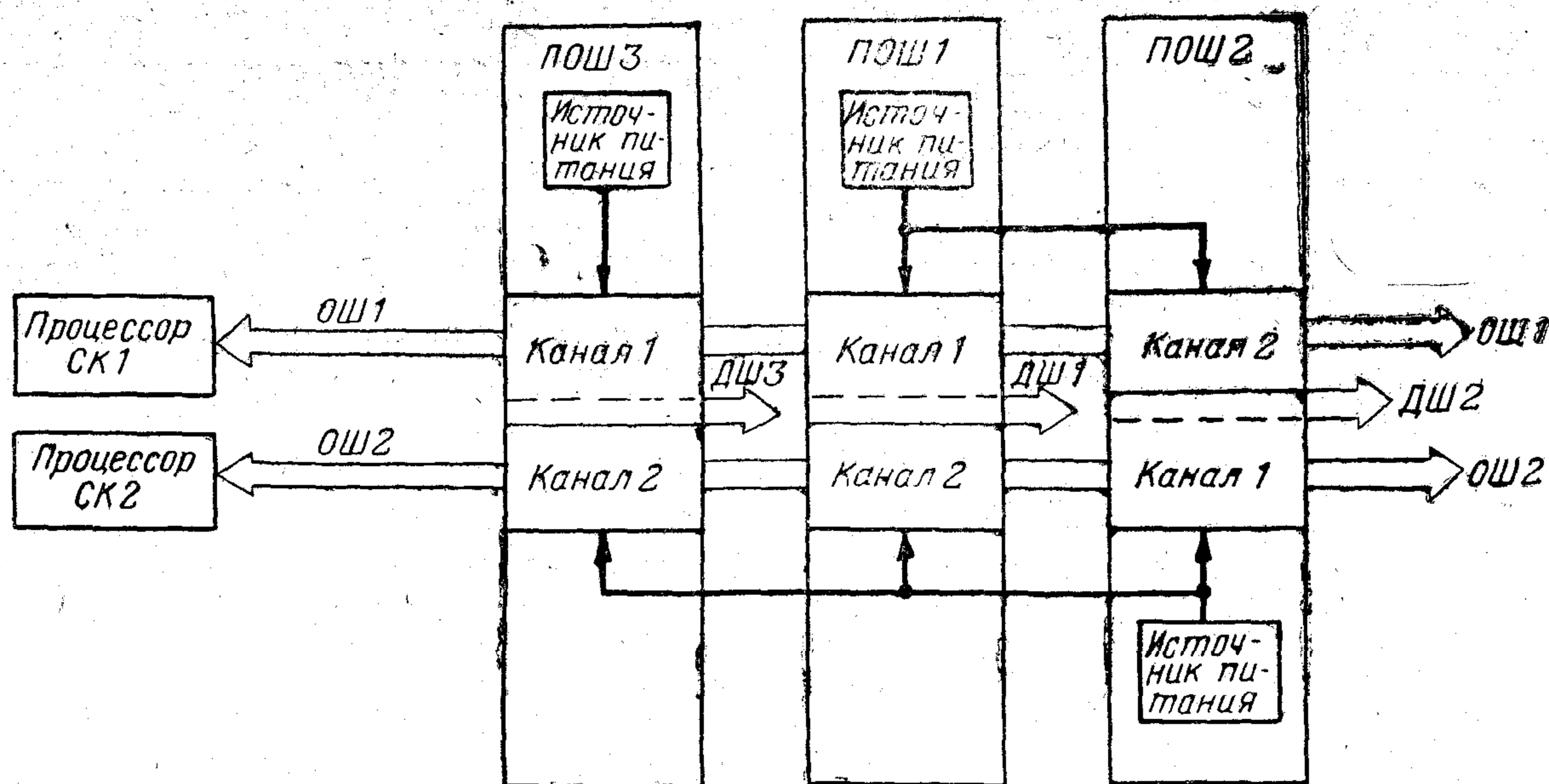


Рис. 16. Разводка питания переключателей шины

МУЛЬТИПЛЕКСОР ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ (МПД) СМ 8514

МПД предназначен для обеспечения информационного обмена между удаленными терминалами и управляющим вычислительным комплексом. МПД выполняет последовательную передачу данных асинхронным способом по физическим цепям или по выделенным неуплотненным линиям связи.

Мультиплексор имеет следующие программно управляемые узлы: управление данными DCU; управление модемами MCU. В рамках интерфейса ОШ DCU и MCU являются самостоятельными устройствами с отдельной адресацией.

Передача данных между DCU и УКВ: при выводе — внепроцессорная; при вводе — программная.

Сопряжение с каналами связи:

стык ИРПС, четырехпроводное соединение с активным передатчиком и пассивным приемником;

стык С1-ФЛ-НУ, четырехпроводное соединение; стык С2 по ГОСТ 18145—72.

Набор цепей стыка ИРПС и С1-ФЛ-НУ приведен в табл. 9, стыка С2 — в табл. 10.

Таблица 10

Цепи стыка С2

Обозначение	Наименование	
	Русское	Английское
101	Защитное заземление	Protective Ground
102	Сигнальное заземление	Signal Ground
103	Передаваемые данные	Transmitted data
104	Принимаемые данные	Received data
105	Запрос передачи	Request to send
106	Готов к передаче	Clear to send
107	Аппаратура передачи данных готова	Data set ready
108.2	Оконечное оборудование данных готово	Data terminal ready
109	Детектор принимаемого линейного сигнала канала данных	Data carrier detector
111	Переключатель скорости передачи данных	Signal rate select
125	Индикатор вызова	Ring indicator

Таблица 9

Цепи стыка ИРПС, С1-ФЛ-НУ

Цепь	Обозначение	Примечание
Передаваемые данные	103 103Е	Сигнальный провод Обратный провод
Принимаемые данные	104 104Е	Сигнальный провод Обратный провод

Дальность передачи в зависимости от скорости передачи и типа используемого кабеля для четырехпроводного соединения приведены в табл. 11.

Таблица 11

Параметры передачи через стык С1-ФЛ-НУ

Тип используемого кабеля	Максимальная дальность передачи в км при скорости передачи бит/с							
	100	200	600	1200	2400	4800	9600	19 200
ТГ-0,4	18	14	14	12	10	8	6	2
ТГ-0,5	28	25	20	16	12	10	7	2
ТГ-0,7	30	30	25	20	16	12	8	2

Программируемые индивидуально для каждой линии параметры:
 способа информационного обмена — дуплекс, полудуплекс;
 режима «Автоэхо»;
 скорости приема-передачи данных;
 формата символа — 5, 6, 7 или 8 бит;
 контроля данных по паритету — на четность, на нечетность, без контроля;
 состояния цепей 105, 108;
 Мультиплексор поставляется в одном из двух исполнений, приведенных в табл. 12.

Таблица 12
 Исполнения МПД СМ 8514

Шифр	Количество каналов связи				Примечание
	ИРПС	С2	Всего	Стык С1-ФЛ-НУ	
СМ 8514	12	0	12	4	Установлено в изделии
	0...12	0...12	12	4	Количество изменяется заказчиком
	0...16	0...16	16	0	
СМ 8514.01	4	0	4	12	Установлено в изделии
	0...4	0...4	4	12	Количество изменяется заказчиком
	0	0	0	16	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Количество обслуживаемых каналов связи	16
Связь с УВК	через интерфейс ОШ
Нагрузка на линии интерфейса ОШ	2 стандартных единицы нагрузки
Количество программно-доступных регистров:	
DCU	8
MCU	2
Разрядность регистров	16
Емкость буферной памяти при вводе данных, символа	64
Уровень приоритета для прерываний программы:	
DCU	4, 5, 6 и 7 (устанавливается индивидуально для прерываний по вводу и выводу)
MCU	4
Код при работе по каналам связи	произвольный
Формат символов	5, 6, 7 или 8 информационных бит
Максимальная дальность передачи через стык, км:	
ИРПС со скоростью 9600 бит/с	0,5
С1-ФЛ-НУ	30
Потребляемая мощность, В·А	300
Питание от однофазной сети переменного тока:	
напряжение, В	220
частота, Гц	50

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Тип устройства	Скорость печати, знаков/с	Максимальное число знаков в строке	Количество печатных экземпляров	Носитель информации	Габаритные размеры, мм
АЦПУ СМ 6305	1100	132	5	Бумажная перфорированная лента шириной 420 мм	830×650×1140
DZM-180	180	158	5		700×440×940
DARO-1156	100	132	5		875×500×900

АДАПТЕР СВЯЗИ ИРПР СМ 1420.4105

Предназначен для сопряжения системных интерфейсов ОШ двух субкомплексов через интерфейс ИРПР.

Адаптер состоит из двух блоков элементов (БЭ) СМ 1420/403, каждый из которых устанавливается в своем субкомплексе в блоке монтажном БМ2 процессора. БЭ соединяются между собой кабелем.

Обмен информацией между субкомплексами производится 16-разрядными словами.

ВИДЕОТЕРМИНАЛ АЛФАВИТНО-ЦИФРОВОЙ СМ 1420.7202

Применяется в качестве консоли в каждом из субкомплексов СМ 1420.21 и СМ 1420.22. Он состоит из алфавитно-цифрового видеотерминала ВТА 2000-15, соединительного кабеля и блока элементов СМ 1420/402, устанавливаемого в блоке каждого из процессоров.

В комплексе СМ 1420.21 имеются еще два видеотерминала СМ 1420.7202 для нужд пользователей. Их блоки элементов СМ 1420/402 также установлены в блоках процессоров.

В комплексе СМ 1420.22 поставляются четыре пользовательских видеотерминала ВТА 2000-15, подключаемые к мультиплексорам СМ 8514.

УСТРОЙСТВО ПЕЧАТИ СМ 1420.6305

Комплексы СМ 1420.21 и СМ 1420.22 имеют устройства быстрой печати СМ 1420.6305, содержащие АЦПУ СМ 6305, соединительный кабель и блок элементов СМ 1420/400, устанавливаемый на выходе переключателя шины ПОШЗ комплекса. Таким образом АЦПУ, наряду с накопителями на ГМД и НМЛ, образуют так называемый недублируемый инструментальный ресурс, который может использоваться любым из субкомплексов.

Комплекс СМ 1420.22 снабжается также двумя печатающими устройствами СМ 1420.6302, каждое из которых состоит из устройства мозаичной печати DZM-180, соединительного кабеля и блока элементов СМ 1420/400, устанавливаемого в блоке каждого из процессоров комплекса.

Печатающее устройство DZM-180 может быть заменено на устройство DARO-1156.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ

Базовое программное обеспечение комплексов УВК-ФРН включает в себя: распределенную операционную систему реального времени РОС РВ; специальное программное обеспечение диагностики и реконфигурации (СПО); тестовое задание; пакет программ иерархических систем СМ ЭВМ ПП ИС/СМ.

Каждый из субкомплексов УВК-ФРН содержит комплект программ базового программного обеспечения, одинаковый для обоих субкомплексов.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОПЕРАЦИОННАЯ СИСТЕМА РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ РОС РВ

РОС РВ предназначена в качестве базовой операционной системы в многомашинных локальных и территориально-распределенных управляющих вычислительных комплексах, построенных на базе моделей СМ ЭВМ (СМ-4 — СМ 1420). РОС РВ может быть использована для управления сложными технологическими процессами и научными экспериментами, для организации работы распределенных систем.

Система РОС РВ представляет пользователю следующие возможности по эффективному использованию ресурсов локальных и удаленных управляющих вычислительных комплексов в реальном времени:

- организацию работы многомашинных комплексов с радиальными связями (передача файлов между установками), взаимодействие задач в различных установках, работа многих пользователей в диалоговом режиме;

- приоритетное выполнение многих задач, запущенных в различных установках;

- динамическую загрузку задач с диска и выгрузка их на диск;

- управление оперативной памятью до 2 Мбайт в каждой установке, динамическое распределение памяти;

- обслуживание операций ввода-вывода в каждой установке в реальном времени;

- обслуживание библиотек различных типов;

- управление файлами на дисках различных типов;

- генерацию системы под конкретные функциональные и аппаратные требования;

- возможность подключения разработанных пользователем драйверов дополнительных внешних устройств;

- систему управления файлами СУД-2 для работы с последовательными, индекс-последовательными, прямыми и относительными файлами.

РОС РВ включает в себя ОС РВЗ как составную часть и обеспечивает программную совместимость с более ранними версиями ОС РВ.

РОС РВ имеет следующие составные части: операционную систему реального времени ОС РВЗ; пакет программ сетевой телеобработки на базе ОС РВ (ПП СТО/РВ); систему виртуального доступа (СВД).

Операционная система реального времени ОС РВЗ

ОС РВЗ мультипрограммная система реального времени предназначена для машин СМ 1420, СМ 1300, СМ-4, а также для обеспечения быстрого ответа на события реального времени, для управления технологическими процессами и научными экспериментами, для расчетов научно-технического характера, для автоматизированного проектирования с использованием мультипрограммного режима, для разработки и отладки программ с применением языков высокого уровня в интерактивном режиме.

Построение версии операционной системы, соответствующей требованиям состава оборудования назначению и выбранному набору управляющих функций, происходит при генерации системы.

ОС РВЗ ориентирована на диски и использует их как для сохранения системы и размещения системных файлов, так и в качестве основного носителя данных. Благодаря такому использованию диска возможны создание общей файловой системы, временная выгрузка задач из оперативной памяти, быстрая инициация задач, работа с перекрытиями.

Аппаратура диспетчера памяти (ДП), включенная в комплекс, может поддерживать до 2 Мбайт оперативной памяти. Обеспечена аппаратная защита памяти. Система может использовать двухходовую память, ко второму входу которой может подключаться второй процессор для повышения производительности комплекса в целом.

Система ОС РВЗ имеет программные средства для поддержки подключения дополнительного участка ОШ с любыми внешними устройствами на ней к одной из двух ОШ в двухмашинном комплексе, содержащем устройство ПОШ СМ 4501.

Параллельное выполнение многих задач в реальном времени обеспечивается за счет приоритетной диспетчеризации, структуры разбиения памяти на разделы, временной выгрузки задач на диск, оперативного вмешательства пользователей со своих терминалов в процессе прохождения задач.

Загрузка задач в память, временная выгрузка задач на диск производится за одно обращение к диску.

В ОС РВЗ введен интерпретатор командных строк (CLT), который обеспечивает удобный интерфейс для связи пользователя с системой. Пользователь имеет возможность разрабатывать свои интерпретаторы командных строк и включать их в систему при генерации.

В ОС РВЗ используется несколько языков программирования по желанию пользователя: Макро-ассемблер, Фортран, Кобол, Бейсик, Паскаль.

Ядром системы ОС РВЗ является управляющая программа. В каждый момент времени на процессоре субкомплекса может выполняться только од-

на задача. Мультипрограммирование становится возможным потому, что выполнение задачи связано не только с обращениями к процессору. Задача реального времени, вызывая какое-либо действие и ожидая его завершения, может не занимать процессор на время ожидания. Поэтому, если какая-либо задача ждет завершения какого-либо события, то управляющая программа разрешает другой задаче использовать процессор.

Управляющая программа координирует выполнение всех задач, находящихся в памяти, для наиболее эффективного использования ресурсов системы. Эта координация обуславливается следующими факторами: состоянием задач; приоритетами их выполнения; выгружаемостью на диск; круговой диспетчеризацией; свопингом; важными событиями.

Каждая предназначенная для выполнения задача устанавливается в системе. При установке система записывает ряд ее параметров в блок управления задачами (имя; размер задачи, адрес на диске, с которого начинается образ задачи; имя раздела памяти, в котором выполняется задача). Таблица описания задачи включается в каталог установленных задач (*STD*).

Установленная задача определяется как задача, имеющая запись в *STD*, но еще не загруженная в раздел и не конкурирующая за системные ресурсы. Управляющая программа считает ее бездействующей, пока не будет выдана с терминала или от другой задачи команда, требующая активизации задачи.

Когда задача получает запрос на выполнение, она становится активной, пока не осуществится выход из нее или ее аварийное завершение. Тогда она перейдет в состояние бездействия.

Активная задача может быть в двух состояниях: готова к выполнению или блокирована.

Готовая к выполнению задача конкурирует с другими задачами за процессор на основе приоритетов. Задача с высшим приоритетом получает время на процессоре и становится текущей.

Задача блокирована, если она не способна конкурировать за время процессора по причине синхронизации или занятости необходимых ресурсов.

Если раздел, по которому задача установлена, полностью занят и задача не может быть сразу загружена, то она ставится в очередь по приоритету активных задач.

В системе ОС РВЗ возможны различные виды диспетчеризации. Два из них — круговая диспетчеризация и свопинг — влияют на распределение ресурсов, когда многие активные задачи имеют равные приоритеты. При круговой диспетчеризации периодически просматриваются активные задачи, и на каждом уровне приоритетов выполняется циклическое продвижение задачи к началу очереди: самая первая задача среди равноприоритетных становится последней.

Свопинг позволяет задачам с равными приоритетами выполнения выгружать друг друга из раздела. Когда задача начинает выполняться, управляющая программа добавляет приоритет свопинга к приоритету выполнения задачи. Во время выполнения задачи управляющая программа постоянно уменьшает приоритет свопинга, который в конечном счете принимает отрицательное значение. Если сумма уменьшенного приоритета свопинга и приоритета, с которым выполняется задача, меньше, чем

приоритет конкурирующей за этот раздел задачи, то управляющая программа выгружает выполняемую задачу, чтобы отдать пространство раздела конкурирующей задаче. Управляющая программа затем помещает выгруженную задачу в конец очереди активных задач.

Некоторые ситуации, называемые важными событиями, заставляют управляющую программу просматривать очередь активных задач и выбирать готовую к выполнению задачу с высшим приоритетом. К важным событиям относятся: завершение ввода-вывода; завершение задачи; изменение порядка очереди задачи; выполнение одной или ряда системных директив, выданных задачам; истечение интервала времени при круговой диспетчеризации.

Состояние некоторого процесса в системе и в задачах может быть отмечено значением флага события, связанного с процессом. Задачи могут использовать флаги событий для координации своей работы и работы других задач. Когда происходит важное событие, управляющая программа устанавливает флаг события. Задача может опрашивать состояние флага и тем самым определить, произошло ли событие, интересующее задачу. Задача может также сама выдать системную директиву установки флага.

В ОС РВЗ имеется 96 флагов событий, которые позволяют каждой задаче кодировать состояния процессов. Каждый флаг события имеет соответствующий номер. Первые 32 флага являются локальными для каждой задачи и устанавливаются или сбрасываются в результате действия самой задачи. Следующие 32 флага являются общими флагами. Общие флаги могут быть установлены или сброшены в результате действий любой задачи. Последние 8 флагов в каждой группе — локальные флаги — 25—32 и общие флаги 57—64 — зарезервированы для системы. Флаги третьей группы (с 65 по 96) называются групповыми глобальными флагами. Они применяются в тех же случаях, что и общие флаги, но с той разницей, что ими могут пользоваться лишь задачи, выполняющиеся под кодом идентификации с номером группы, для которой эти флаги созданы.

Программы связи с оператором. Пользователь обычно общается с системой ОС РВЗ через команды, вводимые с терминала. Эти команды принимает специальная задача, называемая программой связи с оператором (*MCR*).

Программа *MCR* выполняет команды сама или активизирует системную или написанную пользователем задачу.

Пользователю доступны следующие группы команд программы связи с оператором: команды инициации задач; команды управления внешними устройствами; команды, управляющие выполнением задачи; информационные команды; команды активизации системных или пользовательских задач, которые требуют ввода с терминала.

Важная функция программы связи с оператором — внешнее воздействие на порядок выполнения задач (внешняя диспетчеризация). Пользователь может включать в команды *MCR* различные параметры для указания времени запуска установленной задачи: запустить через указанный интервал времени от момента истечения указанной единицы времени; запустить в определенное время суток; запустить через указанный интервал от текущего момента; запустить немедленно.

Система ОС РВЗ обеспечивает для каждой задачи неограниченное число программных счетчиков времени (таймеров), создаваемых задачами.

Процессор косвенных командных файлов связи с оператором.

Косвенный командный файл — это текстовый файл, содержащий команды, предназначенные одной задаче и интерпретируемые только ею. Системные задачи, такие, как макроассемблер, построитель задач и программа связи с оператором могут получать команды из косвенного файла. Чтобы задать командный файл, пользователь вставляет в команду перед спецификацией знак *a*.

Командный файл может ссылаться на другие командные файлы, максимальная глубина вложения равна 4.

Большинство задач читает команды из командного файла и выполняет их, как если бы команды были введены непосредственно с терминала. Программа связи с оператором имеет процессор косвенных командных файлов, который интерпретирует команды, полученные из командного файла.

Файловая система ОС РВ. Файловая система ОС РВ представляет набор программ для распределения пространства на томе (томе является диск или магнитная лента) и управления файлами, находящимися на томе. Файловая структура ОС РВ представляет собой способ организации данных на томе, принятой в системе ОС РВ. Файловая система не может работать с чужими томами, исключая тома с файловой структурой ДОС, ФОБОС и РАФОС. С последними она может работать с помощью программы преобразования файлов. Однако задачи пользователей могут выполнять операции ввода-вывода с чужими томами на физическом уровне, без использования системных программ, поддерживающих файловую структуру ОС РВ.

Система заносит имя каждого вновь созданного файла пользователя в каталог файлов пользователя (*UFD*) и запоминает наряду с именем файла текущий код идентификации пользователя (*UIC*), который указывает владельца файла. Можно иметь файлы одновременно в нескольких каталогах. Пользователь указывает *UIC* в формате (гр., чл.), где гр. — восьмеричное число, указывающее номер группы, а чл. — восьмеричное число, указывающее номер члена в группе. Все *UFD* включаются в главный каталог (*MFD*) тома, которому соответствует *UIC* (*a*, *a*).

Каталоги *UFD* и *MFD* содержат имена файлов и ссылки на блок заголовка каждого файла. Блок заголовка файла содержит информацию о физическом размещении файла.

Файлы имеют также коды защиты, указывающие типы доступа, разрешенные четырем группам пользователей. Возможны четыре типа доступа: чтение, запись, расширение, удаление для четырех групп пользователей, определяемых согласно *UIC*.

Каждый файл имеет спецификацию, которая включает следующую стандартную информацию: устройство, на котором находится том, содержащий файл; код идентификации пользователя, передающий каталог, в котором содержатся данные о файле; имя файла; расширение, которое описывает тип файла; число, являющееся номером версии данного файла.

Система ОС РВЗ учитывает различия в организации файлов на томах различного типа (диск,

магнитная лента) и обеспечивает целостность файлов при передаче их с тома одного типа на том другого типа.

Обратиться к файлу на томе можно только при условии, что том известен системе. Для этого пользователь дает команду монтирования тома. После этого он может работать с файлом посредством обслуживающих программ или собственных задач.

Наиболее часто используемой обслуживающей программой является программа работы с файлами *RIP*, основные функции которой: копирование файла с одного устройства на другое; удаление файлов; переименование файлов; распечатка каталогов.

Система управления файлами (*FCS*) позволяет хранить файлы на томе с файловой структурой ОС РВ и обращаться к ним, используя механизм каталогов, спецификации файлов и защиты. Файловая система обеспечивает доступ к томам, задает их логическую структуру и поддерживает их целостность, просматривает записи и обращается к данным внутри файлов. Она обеспечивает доступ к отдельным файлам на логическом уровне и сохраняет целостность данных пользователя, которые содержатся в файлах.

Диагностика работы оборудования. Система ОС РВЗ включает подсистему диагностики работы оборудования «Эксперт». Эта подсистема позволяет производить тестирование отдельных устройств комплекса параллельно с выполнением других задач, не используя в данный момент тестируемые устройства. Для каждого типа устройств в подсистеме «Эксперт» имеется соответствующая задача, создаваемая при генерации системы.

Резервирование магнитных дисков. Для повышения надежности хранения информации на магнитных дисках в системе ОС РВЗ имеется программная подсистема резервирования дисков.

Специальной командой оператора для некоторого диска может быть введено одно или несколько резервных дисков. Информация на этих дисках идентична, т. е. блоки с одинаковыми номерами на разных дисках содержат одну и ту же информацию. При работе с резервированным диском запись производится на все диски, а чтение — с одного. При ошибках чтения делается попытка чтения с других дисков для получения достоверной информации.

Механизм резервирования обеспечивает возможность переключения устройств без переназначения логического номера устройства новому устройству незаметно для прикладных задач.

Во время работы с резервированным диском оператор может как вводить новые устройства в цепочку резервирования, так и исключать некоторые устройства из цепочки.

Если на каком-то диске слишком часто возникают ошибки, и в системе активна задача регистрации ошибок оборудования *ERRLOG*, то это устройство автоматически исключается из цепочки резервирования с выдачей сообщений оператору.

Сервисные средства ОС РВЗ. ОС РВЗ имеет ряд сервисных программ, в том числе: трансляторы с языков Макроассемблер, Фортран, Кобол, Паскаль; средства редактирования и отладки программы; распечатку памяти; программу-построитель задач и ряд других программных средств.

Программы редактирования включают тексто-

вый редактор (*EDI*), пакетный редактор (*SLP*) и программируемый редактор (*TECO*).

Текстовый редактор дает возможность создавать и модифицировать исходные программы в символьных кодах. По командам редактора пользователь может просматривать, удалять, заменять текст и вводить новый.

Пакетный редактор предназначен для строчного редактирования символьных текстов. Он позволяет пользователю применять для редактирования косвенные командные файлы, которые содержат программы управления редактированием.

Программируемый редактор обеспечивает универсальные возможности создания процедур редактирования текстов, позволяющих задавать специфические режимы редактирования текстовой информации в зависимости от требований пользователей.

Система отладки включает программу-отладчик (*ОДТ*) для отладки программ, написанных на Макроассемблере. С помощью команд *ОДТ* пользователь с терминала может выполнять следующие действия: открытие любой ячейки для просмотра или изменения содержимого; выполнение всей программы или части ее с использованием точек останова для контроля выполнения; помех по маске; помех слов, которые ссылаются на указанное слово; вычисление относительных адресов слов или байтов; заполнение блока слов или байтов определенными значениями.

Использование точек останова в *ОДТ* позволяет пользователю при отладке выполнять программу до определенного места и в точке останова проверять или изменять содержимое различных регистров и ячеек памяти.

Задача РМД распечатки памяти выполняет ее распечатку после аварийного завершения задачи и выборочную распечатку от выполняющейся задачи пользователя.

Построитель задач служит для создания задачи и включения ее в систему.

Для того чтобы создать задачу и подготовить ее к выполнению на УВК, пользователь должен выполнить четыре основных шага: написать исходную программу; создать исходный файл (модуль); транслировать исходный файл и получить объектный модуль; создать образ задачи построителем задач; установить задачу в системе.

Построитель задачи выполняет следующие функции: компоует объектные модули; разрешает глобальные ссылки в системной библиотеке объектных модулей или в библиотеке объектных модулей пользователя; распределяет память для задачи; создает, если необходимо, файл карты памяти задачи, описывающий распределение памяти, отдельные модули, составляющие задачу, и значения глобальных символов; строит перекрытия задачи по описанию перекрытий, определенному пользователем; связывает задачу с разделяемой общей областью или резидентной разделяемой библиотекой повторно входимых программ.

Пакет программ сетевой телеобработки ПП СТО/РВ

В составе РОС РВ имеется пакет программ сетевой телеобработки ПП СТО/РВ.

ПП СТО/РВ обеспечивает на базе ОС РВ взаимодействие двух или более машин типа СМ 1420—СМ-4 и представляет пользователям следующие основные возможности: разделение устройств, т. е. использование удаленных периферийных устройств из различных узлов сети; разделение файлов, т. е. открытие, выполнение операций чтения и записи, закрытие и удаление файлов, хранящихся в удаленных узлах сети ЭВМ; разделение задач, т. е. передачу задач между узлами, загрузку и выполнение задач в удаленном узле; связь между задачами, позволяющую двум выполняемым задачам в одном узле или в двух удаленных узлах создавать логические каналы для передачи информации друг другу.

ПП СТО/РВ представляет собой набор программных компонентов, реализующих возможности операционной системы РОС РВ для организации вычислительных сетей на базе СМ ЭВМ с использованием адаптеров дистанционной связи типа БС-АДС с интерфейсом ИРПС и С2.

Система виртуального доступа (СВД)

В УВК-ФРН для обращения одного субкомплекса к устройствам другого субкомплекса используется система виртуального доступа (СВД), включенная в состав РОС РВ.

СВД—это набор программ, обеспечивающих работу многомашинных вычислительных комплексов, состоящих из машин архитектуры СМ-4—СМ 1420.

Система СВД для любой установки делает доступными все устройства комплекса, независимо от того, каким установкам эти устройства фактически принадлежат. Система СВД также позволяет оператору терминала любой установки становиться оператором терминала любой другой установки комплекса и получать доступ к ее ресурсам.

Система СВД обеспечивает прозрачность доступа к ресурсам удаленных установок, будь то устройство ввода-вывода, процессорное время, программное обеспечение и т. д. Это означает, что ни работа с удаленным устройством, ни работа в качестве терминала удаленной установки практически не отличается от работы в операционной системе ОС РВ. Вместе с тем обеспечивается простой переход от локального режима работы в удаленный режим и наоборот. Обращение к устройствам задачи осуществляют с помощью обычных в системе ОС РВ *QIO* запросов. Важнейшим достоинством СВД является то, что системные обслуживающие программы и задачи пользователя могут обращаться к устройствам удаленной установки (дискам, лентам, АЦПУ и др.), как к обычным устройствам ОС РВ. Однако линии межмашинной связи замедляют передачу данных (что должен учитывать пользователь).

Прозрачность доступа к устройствам достигается с помощью использования виртуальных устройств.

Виртуальное устройство—это псевдоустройство. Оно, как все реальные физические устройства, имеет блоки ввода-вывода (*DCB*, *UCB*, *CB*) и драйвер, но в отличие от физических устройств, большинство действий по передаче данных по об-

служиванию виртуального устройства, выполняет специальная задача, называемая АСТ-задачей (задачей асинхронного системного прерывания). Для каждого виртуального устройства может существовать своя АСТ-задача и одна АСТ-задача может обслуживать несколько виртуальных устройств.

Поскольку драйвер виртуального устройства не зависит от характеристик устройства, в системе (для каждого из связываемых комплексов) существует единственный драйвер для всех виртуальных устройств. Он размещается в разделяемой библиотеке *VIRDRV*. Роль АСТ-задачи для всех виртуальных устройств выполняет специальная задача связи, называемая «здатчиком». Здатчик принимает запросы ввода-вывода от всех виртуальных устройств, отдает их через линию межмашинной связи в удаленную установку другой задаче связи, называемой «ответчиком», и следит за выполнением каждого запроса ввода-вывода.

Ответчик, работающий в той же установке, где находится физическое устройство, выполняет все операции ввода-вывода на этом устройстве, обмениваясь блоками данных через линию связи с датчиком.

В качестве линии связи, по которой осуществляются операции СВД в УВК-ФРН служит адаптер связи ИРПР СМ 1420.4105.

Здатчик и ответчик организуют на одной физической линии связи несколько логических линий по числу обслуживаемых виртуальных устройств.

В случае симметричной связи двух субкомплексов, т. е. когда оба субкомплекса имеют доступ к физическим устройствам друг друга, zodatчик и ответчик в каждом субкомплексе объединяются в одну задачу, которая будет выполнять функции как zodatчика (по отношению к виртуальным устройствам субкомплекса), так и ответчика (по отношению к его физическим устройствам).

Структурная схема такой двухсторонней связи изображена на рис. 17.

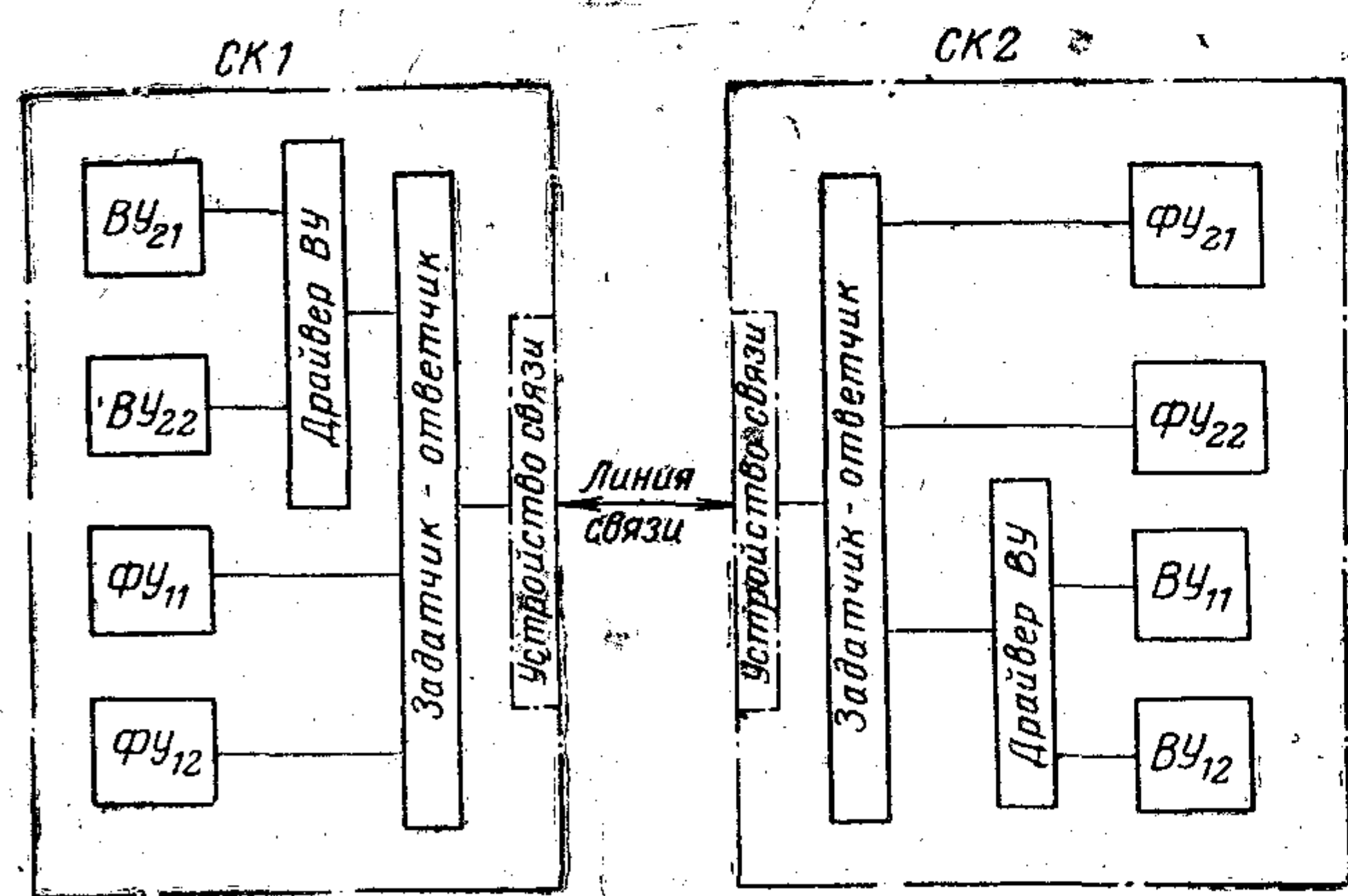


Рис. 17. Структурная схема СВД

В системе СВД каждая установка (в случае УВК-ФРН — субкомплекс) имеет уникальное имя, определяемое при генерации.

Каждому физическому устройству в СВД должно соответствовать свое имя виртуального устройства.

Виртуальное устройство логически не отличается от физического устройства. Поэтому виртуальному устройству одного из субкомплексов может

быть поставлено в соответствие виртуальное устройство во втором субкомплексе, которое в свою очередь соответствует физическому устройству третьего субкомплекса, имеющего связь со вторым. Таким образом, в случае трех последовательно связанных субкомплексов возможна организация управления из первого субкомплекса физическим устройством третьего субкомплекса по цепочке через второй субкомплекс.

Драйвер связи между задачами. Система ОС РВ обеспечивает несколько механизмов для связи между задачами. Это и глобальные флаги событий и отображение разных задач в общий раздел памяти (раздел типа *COMMON*), и директивы послы/получения данных (непосредственно до 13 слов или по ссылке произвольные районы). Драйвер связи между задачами, еще одно средство связи, выполняет функции послать/принять данные переменной длины. Отличительной особенностью драйвера по сравнению с другими, имеющимися в ОС РВ средствами, является возможность взаимодействия как задач, находящихся в одной установке, так и с помощью СВД задач различных установок. Драйвер связи задач реализует виртуальное устройство *VS*, в которое (из которого) можно писать (читать) сообщения. Система виртуального доступа позволяет наряду с удаленными физическими устройствами (диск, терминал и др.) работать с устройством *VS*, что обеспечивает средства связи задач, находящихся в соседних установках.

Драйвер *VS* имеет собственную динамическую память. Он выполняет следующие функции: создать очередь, положить сообщение в очередь, взять сообщение из очереди, удалить очередь. Каждая очередь имеет имя из шести символов. Когда задача обращается к очереди, она определяет имя очереди. По умолчанию каждой задаче может быть доступна очередь, которая имеет имя такое же, как имя задачи. Очередь создается по запросу к драйверу и всегда доступна в порядке «первый пришел — первый ушел».

С помощью драйверов связи между задачами реализуется передача сообщений из одного субкомплекса УВК-ФРН в другой.

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИАГНОСТИКИ И РЕКОНФИГУРАЦИИ (СПО) УВК-ФРН

Специальное программное обеспечение диагностики и реконфигурации (СПО) разработано как дополнение к системе РОС РВ для повышения надежности работы УВК-ФРН.

СПО УВК-ФРН рассчитано на работу комплекса СМ 1420.22 в режиме со ждущим резервом (один субкомплекс является рабочим, а второй находится в горячем резерве). В этом режиме оба сменных магнитных диска, подключенных через переключатели ОШ, присоединены к рабочему субкомплексу, выполняющему все основные функции. Рабочий субкомплекс производит запись на оба сменных диска, а чтение — с одного из дисков.

Рабочий субкомплекс периодически получает из резервного через систему виртуального доступа

(СВД) сообщение о работоспособности и, после получения каждого такого сообщения, передает в резервную ЭВМ контрольное сообщение. Если через заданный промежуток времени резервный субкомплекс не получит сообщения от рабочего, то он произведет реконфигурацию и перейдет в режим рабочего субкомплекса. После переключения магнитных дисков в резервном субкомплексе устанавливается флаг рабочей машины и объявляется важное событие, по которому могут быть настроены на рабочий режим программы пользователя, и может быть запущен косвенный файл перестройки и запуска требуемых программ. Управление переключателями ОШ осуществляется с помощью входящего в СПО драйвера переключателя ОШ.

Проверяется также правильность приема контрольных сообщений. Если субкомплекс обнаруживает, что контрольная часть принятой информации не совпадает с эталонной, оператору будет выдано сообщение о неисправности линий связи.

Помимо контрольной информации, периодически передаются значения текущего времени рабочего субкомплекса (кратность передачи таких сообщений основному периоду передачи конкретных сообщений задается пользователем на этапе генерации СПО УВК-ФРН).

При получении такого сообщения резервный субкомплекс (после проверки правильности контрольной части) производит коррекцию своего текущего времени, что позволяет обеспечить передачу единого времени в обоих субкомплексах.

Одновременно с контролем работоспособности рабочего субкомплекса производится и контроль резервного. При получении рабочим субкомплексом от резервного сообщения о работоспособности, рабочий субкомплекс, после передачи в резервную ЭВМ контрольного сообщения, запускает собственный таймер, контролируемый интервал времени между приходом из резервного субкомплекса сообщений о работоспособности. После прихода очередного сообщения таймер запускается снова. Если следующее сообщение не придет через заданное время, таймер срабатывает и на консоль рабочего субкомплекса выдается сообщение о том, что резервный субкомплекс неисправен.

В режиме параллельной работы двух субкомплексов сменные магнитные диски подключены с помощью переключателей шины каждый к своему субкомплексу. Взаимный контроль работоспособности субкомплексов производится аналогично описанному выше режиму работы со ждущим резервом, но при реконфигурации комплекса переключение сменных магнитных дисков не производится.

Синхронизация астрономического времени обоих субкомплексов производится также аналогично описанному выше.

В комплексе СМ 1420.21 автоматического переключения дисков СМ 5410 (подключенных через переключатели шины) не производится, поскольку они используются и как системные, и как база данных. Они всегда подключены каждый к своему субкомплексу. Поэтому этот комплекс целесообразно использовать в режиме параллельной работы субкомплексов.

СПО включает косвенный командный файл для запуска рабочей системы, косвенный командный файл для запуска резервной системы в рабочем режиме, задачу контроля готовности рабочего переключателя.

Ниже описана работа СПО для режима со ждущим резервом для комплекса СМ 1420.22.

При запуске косвенного командного файла рабочего субкомплекса выполняется программа управления переключателями, которая подключает дополнительные шины к основному субкомплексу. Устанавливается флаг события 55 (флаг рабочего субкомплекса) и запускается задача контроля готовности в рабочем субкомплексе, состоящая из эталонной части и (для каждого n -го сообщения) значения текущего времени рабочего субкомплекса.

При запуске косвенного командного файла резервного субкомплекса устанавливается флаг события 56 (флаг резервного субкомплекса) и запускается задача контроля готовности. Эта задача периодически посылает в рабочий субкомплекс сообщения о своей работоспособности и получает из рабочего субкомплекса контрольные сообщения. Если обязательная часть контрольного сообщения не соответствует эталону, то оператору выдается предупреждение о неисправности линии связи. Если обязательная часть контрольного сообщения совпадает с эталоном, то задача осуществляет переустановку текущего времени резервного субкомплекса. Если через заданный промежуток времени резервный субкомплекс не примет контрольное сообщение, то задача контроля готовности в резервном субкомплексе запустит косвенный командный файл перехода резервного субкомплекса в режим основного. При этом переключатели ОШ будут переключаться к резервному субкомплексу, будет установлен флаг события 55 (флаг рабочего субкомплекса) и объявлено важное событие. После этого резервный субкомплекс станет рабочим.

Если тестовые задачи рабочего субкомплекса обнаружат некоторые условия, которые считаются отказом субкомплекса, они могут обнулить флаг события 55, что приведет к переходу резервного субкомплекса в режим основного.

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

Тестовое задание предназначено для проверки функционирования комплексов СМ 1420.21 и СМ 1420.22 под управлением операционной системы реального времени РОС РВ и специального программного обеспечения диагностики и реконфигурации.

Тестовое задание использует совместную параллельную работу программ вычислительного характера и задач, ориентированных на ввод-вывод в режиме круговой диспетчеризации и диспетчеризации по приоритетам в реальном времени.

Задание проверяет переключение функций рабочего субкомплекса с одного процессора на другой, работу адаптеров межмашинной связи и программного обеспечения системы виртуального доступа. Режим переключения дисков проверяется только для СМ 1420.22.

Для проверки внешней памяти на магнитных дисках и сбора статистики используется диагностическая программа проверки функционирования оборудования «Прораб». Программа тестирует дисковые устройства в автоматическом режиме случайными наборами данных со случайным выбором адресов.

Для проверки работоспособности терминалов используются специальные тестовые программы.

Для проверки параллельного обмена между внешними устройствами (диски, магнитные ленты, кассетные магнитные ленты) используются системные программы.

Для проверки ППЗ используются специальные задачи. Эти же задачи включают тесты для проверки оперативной памяти, использующие запись, чтение и сравнение массивов с информацией, полученной с помощью генератора случайных чисел.

Для регистрации ошибок технических средств, возникающих в ходе выполнения тестового задания, используются системные задачи подсистемы диагностики и регистрации ошибок оборудования.

Для получения сводного протокола прохождения тестового задания используется задача ведения консольного протокола.

Тестовое задание оформлено в виде косвенного командного файла.

Пакеты прикладных программ в составе комплексов не поставляются.

Общие технические требования к условиям эксплуатации и обслуживания

ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЮ

Площадь, занимаемая комплексами: СМ 1420.21—21 м²; СМ 1420.22—28 м².

В помещении необходимо обеспечить следующие нормальные климатические условия: температура окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ\text{C}$; относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$; атмосферное давление 84...107 кПа.

Агрессивные примеси в помещении должны отсутствовать.

Для нормальной работы магнитных дисков запыленность окружающего воздуха не должна превышать 3500 пылинок размерами 0,5 мкм и более в 1 метре.

В помещении необходимо предусмотреть фальшпол на высоте 200—250 мм от основного пола для прокладки кабелей и перемычек заземления. Фальшпол должен состоять из заземленных плит размером от 500×500 до 900×900 мм, покрытых антиэлектростатическим материалом. Фальшпол должен выдерживать нагрузку до 1500 кг/м².

Вибрация пола в помещении не должна превы-

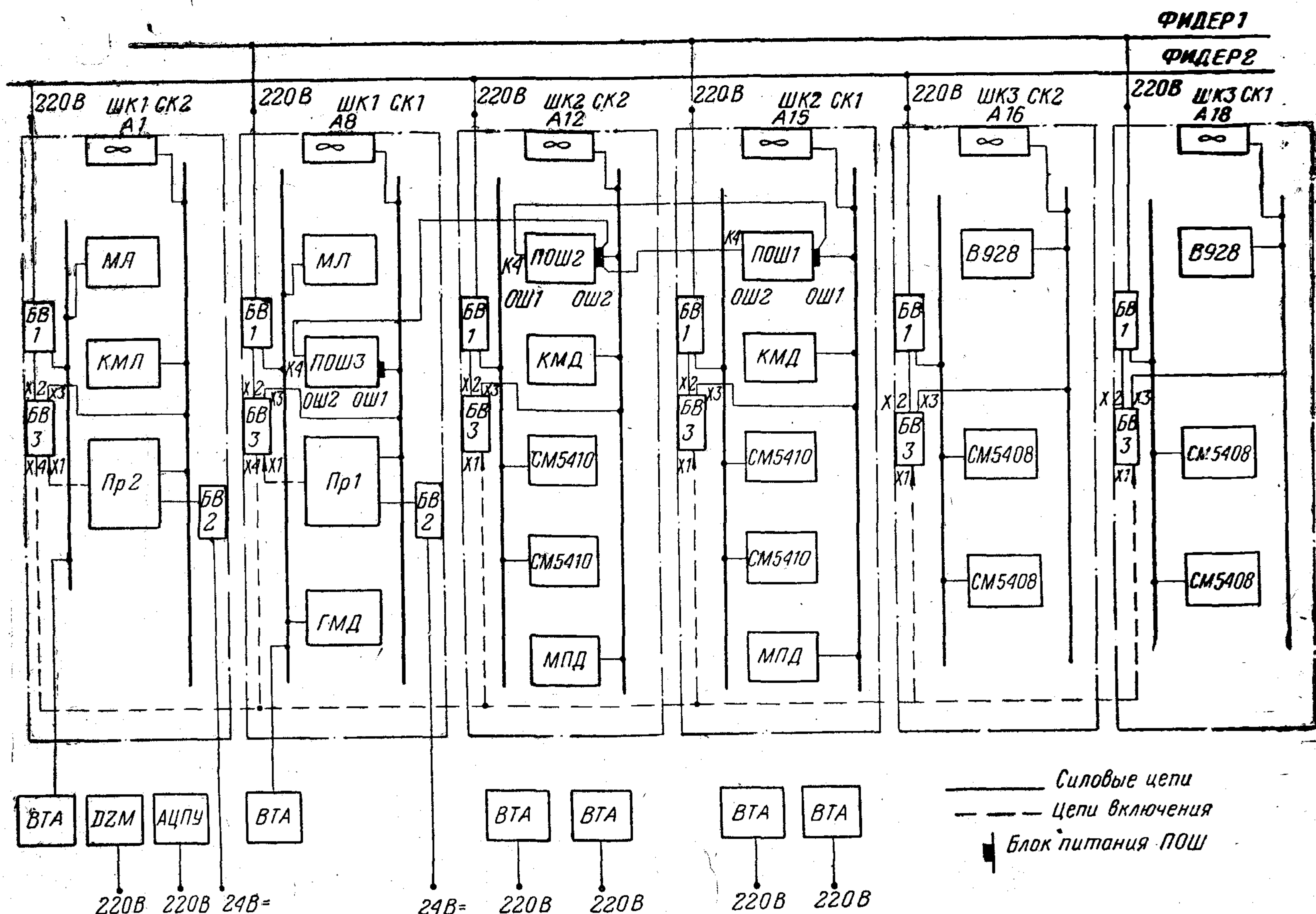


Рис. 18. Схема силового питания стоек СМ 1420.22

шать 0,1 мм по амплитуде до 25 Гц по частоте. В помещении не должно быть поверхностей, покрытых меловой побелкой.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Силовое питание комплекса производится от однофазной сети $220\text{ В}^{+10\%}_{-15\%}$ (50 ± 1) Гц. Каждая стойка имеет собственный ввод силового питания, поступающий на блок включения питания БВ1. Отдельные выносные устройства (ВТА, печать) имеют собственные вводы питания 220 В.

Электропитание комплекса должно осуществляться от фильтра, свободного от импульсных нагрузок, и подаваться через силовой щит, установленный в общем помещении с комплексом. Для ответственных применений рекомендуется использовать установку бесперебойного питания.

Схема силового питания стоек комплекса СМ 1420.22 изображена на рис. 18.

Каждая стойка комплекса имеет две шины силового питания: управляемого и неуправляемого. При включении БВ1 стойки силовое питание подается на ряд ее устройств (магнитные диски, магнитные ленты, ВТА консоли). Питание устройств, подключенных к общим шинам субкомплексов, поступает на них с шин управляемого питания стоек.

Управляемое питание стоек включается при замыкании ключа на процессоре. Сигнал поступает на блоки включения БВ3, которые передают напряжение 220 В с выходов БВ1 на шины управляемого питания стоек (блоки БВ1 должны быть включены). Блоки БВ3 обеспечивают подачу напряжения на шины управляемого питания в момент прохождения его через нуль.

При отключении питания (блока БВ1) какой-либо из стоек питание остальных стоек сохраняется.

Как показано на рис. 18, комплекс СМ 1420.22 состоит из двух субкомплексов и общих внешних устройств. Шкафы А8 и А15 составляют субкомплекс 1, шкафы А1 и А12 — субкомплекс 2. Шкафы А16 и А18 содержат дублированные устройства,

которые могут подключаться к любому из субкомплексов посредством переключателей ПОШ1 и ПОШ2 (условно они изображены принадлежащими к С/К1 и С/К2, поскольку подключены к ПОШ), содержащихся в шкафах этих субкомплексов. Нерезервируемый «инструментальный комплект» из устройств АЦПУ, ГМД и НМЛ, подключенных через ПОШ3, распределен в шкафах А1 и А8 субкомплексов. Отключение этих устройств не вызывает остановки комплекса.

Отключение шкафа А8 и А15 вызывает останов субкомплекса 1 с возможностью перехода на работу на субкомплекс 2. Аналогично отключение шкафов А1 и А12 вызывает останов субкомплекса 2 с возможностью перехода на работу на субкомплекс 1. При этом ОШ остающегося в работе субкомплекса сохраняется работоспособной благодаря тому, что ее секция ПОШ, отключаемого вместе с отключаемым шкафом, остается в работе, так как она питается от соседнего работающего ПОШ (см. рис. 2).

Возможно организовать питание комплекса от двух отдельных фидеров сети с питанием С/К1 от фидера 1 и С/К2 от фидера 2. Отключение одного фидера вызывает останов только одного субкомплекса.

Возможно отключать питание отдельных шкафов для производства ремонтных работ без прерывания работы комплекса.

СОСТАВ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА

Для обслуживания УВК-ФРН при трехсменной работе и индивидуальном техническом обслуживании требуется следующий персонал (не считая ремонтного): один начальник комплекса, инженер, специалист по вычислительной технике; два дежурных инженера, специалиста по вычислительной технике; один техник, специалист по вычислительной технике; один техник по точной механике; два программиста; четыре оператора.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Назначение комплексов	1
Структура и состав комплексов	2
Центральный процессор	—
Процессор с плавающей запятой	6
Система прерываний	8
Организация оперативной памяти	9
Организация ввода-вывода	10
Состав комплексов УВК-ФРН	11
Средства повышения надежности комплексов	12
Режим работы комплексов	—
Параметры надежности комплексов	13
Характерные применения комплексов	14
Конструктивно-элементная база	—
Элементная база	—
Конструкция	—
Проектировочное обеспечение	15
Процессор СМ 2420	—
Устройство внешней памяти на кассетных магнитных дисках СМ 1420.5410.03	16
Устройство внешней памяти на сменных магнитных дисках СМ 5415.01	—
Устройство внешней памяти на магнитной ленте СМ 5301.13	—
Накопитель на гибких магнитных дисках (НГМД) СМ 5631.01	17
Переключатель общей шины СМ 1420.4501	—
Мультиплексор передачи данных (МПД) СМ 8514	18
Адаптер связи ИРПР СМ 1420.4105	19
Видеотерминал алфавитно-цифровой СМ 1420.7202	—
Устройство печати СМ 1420.6305	—
Программное обеспечение комплексов	20
Распределенная операционная система реального времени РОС РВ	—
Операционная система реального времени ОС РВ3	—
Пакет программ сетевой телеобработки ПП СТО/РВ	23
Система виртуального доступа (СВД)	—
Специальное программное обеспечение диагностики и реконфигурации (СПО) УВК-ФРН	24
Тестовое задание	25
Общие технические требования к условиям эксплуатации и обслуживания	26
Требования к помещению	—
Система электропитания	27
Состав обслуживающего персонала	—

Редактор Т. И. Петрова
Техн. редактор М. Я. Орехов
Корректор В. А. Агеева

Сдано в набор 28.06.88. Подп. в печать 18.10.88. Т-17866. Формат 60×90¹/₈. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 4,23. Тираж 9283 экз. Заказ 970. Изд. № ГСП-154. Цена 70 коп.

Всесоюзный научно-исследовательский институт информации
и экономики (ИНФОРМПРИБОР)
125877, ГСП, Москва, А-252, Чапаевский пер., 14

Типография № 2 Росглавополиграфпрома, 152901, г. Андропов, ул. Чкалова, д. 8.

