

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях развитие вычислительной техники в значительной степени определяет темпы прогресса во всех сферах деятельности человеческого общества.

Создание социалистическими странами — членами СЭВ Единой системы электронных вычислительных машин (ЕС ЭВМ) создает предпосылки для широкого внедрения ЭВМ во все отрасли народного хозяйства. ЕС ЭВМ представляет собой комплекс вычислительных машин третьего поколения, предназначенных для решения большого круга научно-технических, экономических, информационно-логических и управленческих задач. Модульная структура, система команд и конструкция ЕС ЭВМ, а также разработанная система стандартного сопряжения (интерфейса) процессоров и внешних устройств позволяют пользователю выбрать конфигурацию конкретной ЭВМ в точном соответствии с требованиями решаемых задач и с учетом развития системы в будущем. К существующей системе легко могут быть добавлены новые внешние устройства или проведена замена процессора более мощным.

ЭВМ ЕС-1020 является одной из младших моделей ЕС ЭВМ. В данной книге приведены общие сведения об ЭВМ ЕС-1020. Книга состоит из восьми глав.

В первой главе приводятся общие сведения о ЕС ЭВМ, необходимые для понимания отличительных особенностей ЕС ЭВМ. Описываются основные особенности ЭВМ ЕС-1020: логическая структура ЭВМ, форматы данных и команд, адресация и расположение информации, типы арифметических и логических операций, система команд, система прерываний, даются сведения об организации системы ввода-вывода, о возможностях системы контроля. Описываются кратко аппаратные средства для создания мультипрограммных и мультипроцессорных вычислительных систем. Приведен состав ЭВМ ЕС-1020.

Во второй главе рассматривается процессор ЕС-2020 являющийся ядром ЭВМ ЕС-1020. Описываются структура процессора, назначение и краткая характеристика основных функциональных блоков и устройств, входящих в состав процессора.

В третьей главе приведены общие сведения о стандартном интерфейсе ввода-вывода, об устройствах ввода-вывода и устройствах подготовки данных.

В четвертой главе рассматриваются принципы организации мультисистем на базе ЭВМ ЕС-1020. В пятой главе описывается система элементов, на которой построена ЭВМ ЕС-1020. Приведены общие сведения об интегральных микросхемах ТТЛ серии 155, системе синхронизации, варианты построения логических узлов на интегральных микросхемах, краткая характеристика некоторых специальных элементов и краткая характеристика элементов конструкции.

В шестой главе рассматриваются общие требования, предъявляемые к системе электропитания, состав системы электропитания ЭВМ ЕС-1020.

В седьмой главе даны вопросы организации технического обслуживания, приведены общие требования к оборудованию вычислительного центра; состав, структура и порядок выполнения тестов комплекса программ технического обслуживания (КПТО), сведения о микропрограммных тестах и краткая характеристика сервисного оборудования.

В восьмой главе рассматриваются назначение и состав математического обеспечения ЕС ЭВМ и описываются свойства и технические средства операционной системы ДОС ЕС.

Цель данной книги — сообщить читателям тот круг сведений, которые дадут ему возможность получить общее представление об ЭВМ ЕС-1020 и ее возможностях.

Глава 1 ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭВМ ЕС-1020

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЕС ЭВМ

Единая система электронных вычислительных машин (ЕС ЭВМ) представляет собой комплекс технических средств и программного обеспечения, предназначенный для решения широкого круга научно-технических, экономических, информационно-логических и управленческих задач. ЕС ЭВМ разработана и производится социалистическими странами (НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СССР и ЧССР). В настоящее время в составе Единой системы разработано шесть вычислительных машин (ЕС-1010, ЕС-1021, ЕС-1020, ЕС-1030, ЕС-1040 и ЕС-1050).

Отличительными особенностями ЕС ЭВМ являются:

- программная совместимость всех машин;
- широкое использование монолитных интегральных схем;
- единство конструктивно-технологических решений;
- единый состав периферийных устройств;
- развитая система программного обеспечения.

Программная совместимость вычислительных машин Единой системы обеспечена единообразием внешней структуры, в частности, единым набором команд, единой формой представления данных и единой системой адресации. Это позволяет разрабатывать программы, не зависящие от конкретной машины, иметь общие для большинства вычислительных машин операционные системы, создавать единый фонд пакетов прикладных программ. Единство конструкторско-технологических решений базируется на единых для всех моделей ЕС ЭВМ конструкторских элементах и технологических процессах производства.

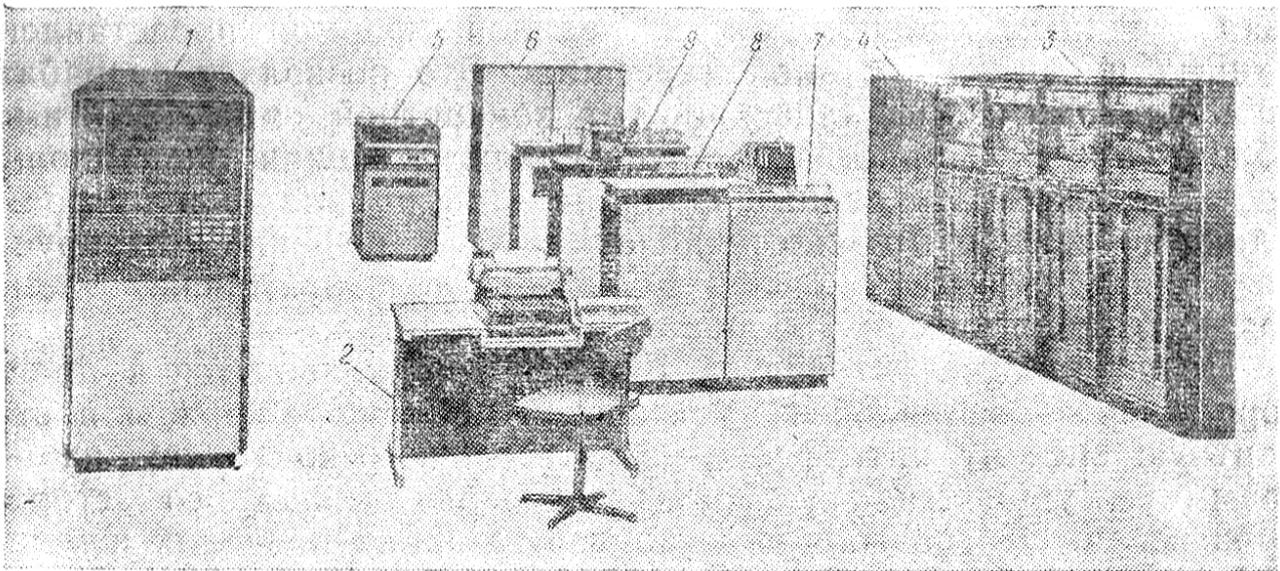
Периферийные устройства ЕС ЭВМ подключаются к процессорам через специальные устройства обмена — каналы и стандартную систему интерфейса ввода-вывода, основанную на программном управлении устройствами ввода-вывода со стороны процессора. Это позволяет легко и в широких пределах изменять набор внешних устройств как по номенклатуре, так и по количеству, а также существенно облегчает организацию технического обслуживания периферийных устройств.

Универсальность применения машин Единой системы обеспечивается наличием большой номенклатуры периферийных устройств, которые дают возможность организовать внешнюю память большой емкости и использовать все виды представления данных при вводе-выводе. Основными операционными системами ЕС ЭВМ являются ОС ЕС и ДОС ЕС.

Концепция ЕС ЭВМ как семейства из нескольких программно-совместимых вычислительных машин, охватывающих широкий диапазон производительности и допускающих различные варианты комплектации внешними устройствами, обеспечивает постоянное наращивание вычислительной мощности и модернизацию технических средств параллельно с накоплением объема машинных программ в сочетании с определенной децентрализацией в вопросах применения вычислительных средств с учетом специфики отдельных пользователей. Это имеет важное значение для внедрения АСУ различного назначения, поскольку на первых порах их создания обычно не просматривается весь объем требующих решения задач и поэтому в первый момент нежелательно делать большие капиталовложения. Но важно сохранять накапливаемый задел программ и данных для дальнейшего использования, когда будет наращиваться вычислительная мощность и возможности средств ввода и вывода данных.

Существенной особенностью ЕС ЭВМ является высокий уровень стандартизации, объектами которой являются все стороны данной работы. Система стандартов обеспечивает возможность создания широкого фронта разработки машин и устройств Единой системы и создает предпосылки для четкой организации разработки и технического обслуживания разработанной техники в Советском Союзе и странах социалистического содружества.

Рассматриваемая в последующих главах данной книги ЭВМ ЕС-1020 (рис. 1.1) обладает общими свойствами ЕС ЭВМ.



1.1 Общий вид ЭВМ ЕС-1020:

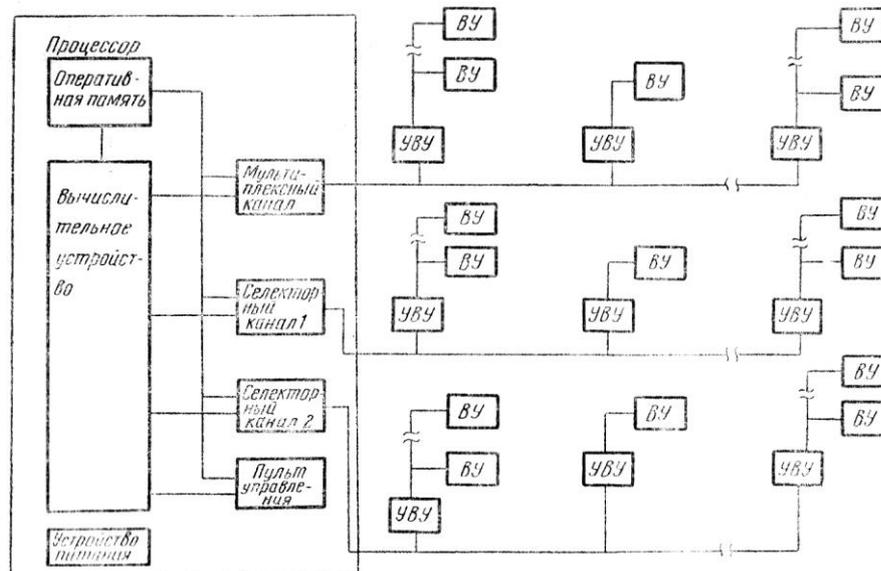
1 — процессор; 2 — пишущая машинка с блоком управления ЕС-7070; 3 — НМЛ ЕС-5010; 4 — устройство управления НМЛ; 5 — НМД ЕС-5056; 6 — устройство управления НМД; 7 — устройство вывода на перфоленду ЕС-7022; 8 — устройство ввода с перфоленды ЕС-6022; 9 — устройство ввода с перфокарт ЕС15012

1.2. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЗМ ЕС 1020

1.2.1. Структура ЭВМ

Логическая структура (рис. 1.2) ЭВМ ЕС-1020 имеет свойства, характерные для современных вычислительных машин третьего поколения [1, 3, 13]. Внешние устройства (ВУ) подключаются к процессору через устройства управления ВУ (УВУ) и каналы ввода-вывода (мультиплексный и селекторные). Универсальность функций ЭВМ достигается наличием универсального набора команд ЕС ЭВМ в качестве стандартного оборудования. Система ввода-вывода ЭВМ снабжена стандартным интерфейсом, обеспечивающим подключение внешних устройств к каналам ввода-вывода.

Вычислительное устройство является основной частью аппаратных средств для организации процесса обработки данных на модели. Оно содержит средства адресации оперативной памяти, выборки и запоминания информации, средства арифметической и логической обработки данных и средства установления связи между оперативной памятью и внешними устройствами. Вычислительное устройство обращается к оперативной памяти независимо от работы устройств ввода-вывода. Если при операции ввода-вывода происходит обращение к ячейке оперативной памяти, которая используется в операции, выполняемой вычислительным устройством, то обращения удовлетворяются в той последовательности, в которой они поступили.



1.2. Структура ЭВМ ЕС 1020

								Зональная группа																	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F		
0	0	0	0	0	ПУС	AP1	Δ00	Δ16	Пробел	Δ	-				ц	и	я	ь	{	}	\	0			
0	0	0	1	1	НЗ	СУ1	Δ01	Δ17			1				а	д	-	ы	А	Э	Δ31	1			
0	0	1	0	2	НТ	СУ2	Δ02	СИН							б	к	э	з	В	К	5	2			
0	0	1	1	3	КТ	СУ3	Δ03	Δ19							с	л	т	ш	С	Л	Т	3			
0	1	0	0	4	Δ28	Δ29	Δ04	Δ20							д	т	у	г	Д	М	И	4			
0	1	0	1	5	ГТ	Δ05	ПС	Δ21							е	п	в	щ	Е	Н	В	5			
0	1	1	0	6	Δ06	ВШ	КБ	Δ22						ю	ф	о	w	и	Ф	О	W	6			
0	1	1	1	7	ЗБ	Δ07	AP2	КП							г	р	х	ь [ⓐ]	G	Р	Х	7			
1	0	0	0	8	Δ23	АН	Δ08	Δ24						б	h	q	ч	Ю	И	Q	У	8			
1	0	0	1	9	Δ13	КН	Δ09	Δ25						в	т	г	з		l	R	Z	9			
1	0	1	0	A	Δ14	Δ18	Δ10	Δ26	[	1	1			ѳ	к		б					3		
1	0	1	1	B	BT	Δ15	Δ11	Δ27	щ	,	#			л		ц	и		у	ш					
1	1	0	0	C	ПФ	РФ	Δ12	СТП	<	*	%	@	Ф	М	т	Д	И	П	Ж	Э					
1	1	0	1	D	ВК	РГ	КТМ	НЕТ	(	)	-	^	z	и					Я		Щ			
1	1	1	0	E	РЧС	РЗ	ДА	Δ30	.	.	>	=			ж	Ф	Л		ь	Ч					
1	1	1	1	F	ПАТ	РЗ	ЗВ	ЗМ	!	^ⓐ	?	”	и	п	В	Г				Ы	ЗБ				

ⓐ Допускается — (логическое „НЕ“) ⓑ Допускается прописная буква „ь“

1.3. Двоичный код для обработки информации (ДКОИ)

Для телеобработки данных и создания многомашинных комплексов ЭВМ ЕС-1020 оборудована средствами прямого управления, которые обеспечивают обмен информацией между процессорами или между процессором и внешними устройствами.

1.2.2. Форматы информации

Основной единицей информации в ЕС ЭВМ является байт. Байтом называется минимальная адресуемая единица информации, представленная 8 информационными двоичными разрядами. Каждому байту присвоен девятый разряд, называемый разрядом четности, который дополняет сумму по модулю 2 содержимого байта до нечетной. Значение разряда четности не может быть изменено программным путем. При обнаружении ошибки в четности происходит прерывание программы.

Информация обрабатывается байтами, полусловами, словами и двойными словами. Полуслово содержит два последовательно расположенных байта, слово — четыре последовательно расположенных байта и двойное слово — два последовательно расположенных слова.

В качестве операндов используются следующие форматы данных:

- двоичные числа 16-разрядного формата (полуслова);
- двоичные числа и логические коды 32-разрядного формата (слова);
- двоичные числа 64-разрядного формата (двойные слова);
- логические коды переменной длины до 256 байт;
- десятичные числа с максимальной разрядностью до 31 десятичной цифры (слова).

Значение формата данных задается в команде. Операнды переменной длины отличаются по длине на целое число байт. Разряды, образующие формат, нумеруются последовательно слева направо, начиная с нуля.

В качестве внутреннего кода в ЭВМ ЕС-1020 используется двоичный код для обработки информации (ДКОИ), рис. 1.3 или 8-битный код обмена информацией (КОИ-8), рис. 1.4.

Зональная группа																										
a_8	a_7	a_6	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1		
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	НЗ	СУ1	!	1	А	Q	а	q	Δ01	Δ17			ю	п	ю	п	
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	HT	СУ2	..	2	В	R	б	г	Δ02	Δ18			б	б		
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	КТ	СУ3	#	3	С	S	с	z	Δ03	Δ19			ц	ц		
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	КП	СТП	z	4	D	T	d	t	Δ04	Δ20			д	Т	Д	
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	5	КТМ	НЕТ	%	5	E	U	e	u	Δ05	Δ21					У	
0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	6	ДА	СИН	&	6	F	V	f	v	Δ06	Δ22			ф	ж	Ф	Ж
0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	7	ЗВ	КБ	^	7	G	W	g	w	Δ07	Δ23			г	в	Г	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	ВШ	АН	(	8	H	X	h	x	Δ08	Δ24			б		б	
1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	9	ГТ	КН	)	9	I	V	i	y	Δ09	Δ25			и	ы	И	Ы
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10	ПС	ЗМ	*		J	Z	j	z	Δ10	Δ26			й	з	И	З
1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	11	ВТ	АР2	+	.	K	[	k	{	Δ11	Δ27			к	ш		Ш
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12	ПФ	РФ	,	<	L	\	l	|	Δ12	Δ28			л	э	Л	Э
1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	13	ВК	РГ	-	=	M	]	m	}	Δ13	Δ29			м	щ		Щ
1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	14	РЧС	РЗ	>	>	N	^⊕	n	-	Δ14	Δ30			н	ч		Ч
1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	15	ЛАТ	РЗ	/	?	O	-	o		Δ15	Δ31			о	⓪		ЗБ

① Допускается \neg (логическое „НЕ“) ② Допускается прописная буква .b

1.2.3. Адресация и расположение информации

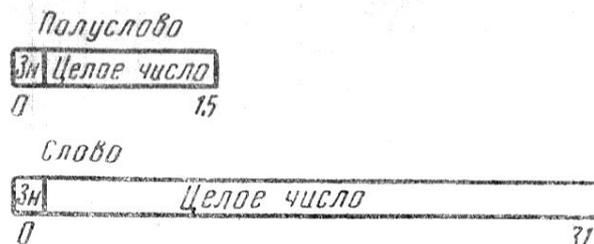
Места байт в памяти нумеруются последовательно, начиная с нуля. Каждый номер считается адресом соответствующего байта. Для адресации оперативной памяти в ЭВМ ЕС-1020 используется 18-разрядный адрес, что позволяет адресовать 262 144 ячейки памяти, включая ячейки, зарезервированные для специальных целей. Обращение к информации, выходящей за пределы памяти, классифицируется как ошибка и вызывает программное прерывание.

Поля фиксированной длины (полуслово, слово или двойное слово) должны размещаться в оперативной памяти, начиная с целочисленной границы для данного блока информации. Граница называется целочисленной для некоторого блока информации, когда ее адрес в памяти кратен числу байт в блоке. Адрес полуслова должен быть кратен двум, адрес слова — четырем и адрес двойного слова — восьми.

Адреса оперативной памяти выражаются в двоичном коде. При использовании двоичного кода целочисленным границам для полуслов, слов и двойных слов соответствуют адреса, у которых один, два или три младших разряда соответственно равны нулю. Поля переменной длины не имеют целочисленных границ и могут начинаться с любого байта.

1.2.4. Типы операций

Арифметические и логические операции, выполняемые вычислительным устройством, делятся на четыре класса: операции с фиксированной запятой, операции над десятичными числами, операции с плавающей запятой и логические операции. Эти классы отличаются форматами данных, типом используемых регистров, набором операций и способом задания длины поля.



1.5. Форматы чисел с фиксированной запятой

Арифметика с фиксированной запятой. Основной арифметический операнд представляет собой 32-разрядное слово с фиксированной запятой. В большинстве операций для увеличения производительности или улучшения использования памяти могут быть заданы 16-разрядные операнды длиной в полуслово (рис. 1.5). Для сохранения точности некоторые произведения и все делимые имеют длину 64 разряда. Поскольку 32-разрядный разряд слова позволяет поместить в этом слове 24-разрядный адрес, операции с фиксированной запятой могут быть использованы не только для арифметических операций над целыми числами, но и для арифметических операций над адресами (адресной арифметики). Это дает экономию средств и позволяет употребить при вычислении адреса весь набор команд для операций с фиксированной запятой и некоторых логических операций. Так, над адресными компонентами возможны операции умножения, сдвига и любые логические преобразования.

Операции сложения, вычитания, умножения, деления и сравнения выполняются над операндами, один из которых находится в регистре, а другой или также находится в регистре, или выбирается из памяти. Операции с повышенной точностью упрощаются благодаря представлению чисел в дополнительном коде и возможности переноса из одного слова в другое. Слово, находящееся в одном регистре, или двойное слово, находящееся в двух смежных регистрах, может быть сдвинуто влево или вправо. Две команды преобразования — ПРИБЛИЗИТЬ К ДВОИЧНОЙ И ПРИБЛИЗИТЬ К ДЕСЯТИЧНОЙ — позволяют осуществить перевод из десятичной системы счисления в двоичную и наоборот без использования таблиц. Команды групповой загрузки регистров и группового запоминания облегчают переключение программ.

Таблица 1.1

Цифра	Код	Знак	Код
0	0000	+	1010
1	0001	—	1011
2	0010	+	1100
3	0011	—	1101
4	0100	+	1110
5	0101	+	1111
6	0110		
7	0111		
8	1000		
9	1001		

Десятичная арифметика. Операции над десятичными числами предусмотрены для тех видов обработки данных, где в промежутке между вводом исходных данных и выводом результатов выполняется небольшой объем вычислений. Такой вид обработки часто встречается при экономических приложениях, особенно при использовании проблемно-ориентированных языков. Из-за ограниченного числа арифметических операций, выполняемых над каждым блоком данных, прямой и обратный перевод их из десятичной системы в двоичную не оправдан и использование регистров для промежуточных результатов не дает преимуществ из-за частых обращений к памяти. Поэтому вводятся операции над десятичными числами (десятичная арифметика), в которых оба операнда и результаты располагаются в памяти. Десятичная арифметика включает сложение, вычитание, умножение, деление и сравнение.

Десятичные числа трактуются как целые числа со знаком, имеющие формат переменной длины (от 1 до 16 байт). Отрицательные числа представляются в прямом коде. Двоичные коды цифр и знаков приведены в табл. 1.1.

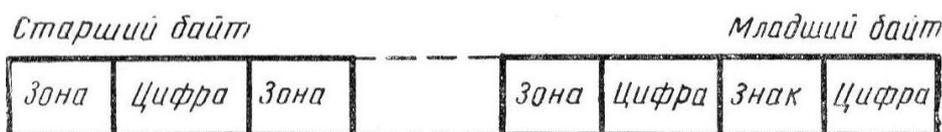
Десятичные цифры 0—9 представляются в шестнадцатеричном (с основанием 16) коде и имеют значения от 0000 до 1001 соответственно. Коды 1010—1111 не могут использоваться в качестве цифр и резервируются для кодов знаков: 1011 и 1101 представляют минус; другие четыре кода интерпретируются как плюс. Какие коды знаков генерируются в десятичной арифметике зависит от того, какой набор символов предпочитается.

При выборе двоичного кода для обработки информации (ДКОИ) этими кодами являются 1100 и 1101. При выборе 8-разрядного кода обмена информацией (КОИ-8) для знаков используются коды 1010 и 1011. Выбор того или иного кода определяется специальным разрядом в слове состояния программы.

Десятичные операнды и результаты представляются в шестнадцатеричном коде по две цифры в каждом байте. Операнды имеют переменную длину, код знака размещается в четырех правых разрядах младшего байта. Поля операндов могут быть помещены в памяти, начиная с границы любого байта, и могут иметь длину до 31-й цифры и знак. Упаковка цифр в байте (рис. 1.6) и расположение в памяти полей переменной длины приводят к эффективному использованию памяти, уменьшению времени выполнения арифметических операций и к ускорению процесса обмена информацией между памятью и внешними устройствами.



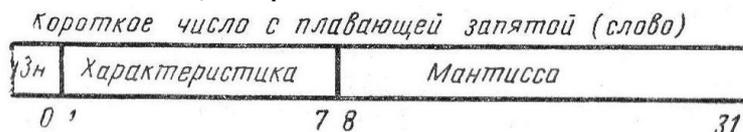
1.6. Формат упакованных десятичных чисел



1.7. Формат зонированных десятичных чисел

Десятичные цифры могут быть также представлены в зонированном формате как подмножество набора 8-разрядных алфавитно-цифровых символов (рис. 1.7). Такое представление требуется для ВУ, работающих с набором символов. Знак числа с зонированным форматом размещается в четырех разрядах младшего байта. Зонированный формат не используется в операциях десятичной арифметики. Для перевода десятичных чисел из зонированного формата в упакованный и обратного перевода имеются специальные команды.

Арифметика с плавающей запятой. Числа с плавающей запятой могут быть двух форматов фиксированной длины: короткого и длинного, которые отличаются только длиной мантиссы (рис. 1.8).



1.8. Форматы короткого и длинного чисел с плавающей запятой

Операнды могут иметь длину 32 или 64 разряда. Короткий формат, обеспечивая точность в семь десятичных цифр, позволяет разместить в памяти максимальное число операндов и выполнять операции с наименьшими затратами времени. Длинный формат, используемый для получения более высокой точности, дает точность до 17 десятичных цифр и удовлетворяет большинству требований к арифметическим операциям удвоенной точности.

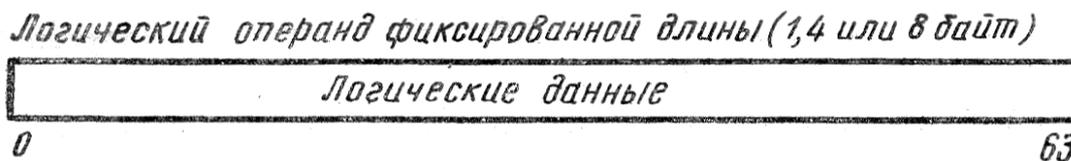
Длины операндов, будучи степенями двух, позволяют добиться максимальной эффективности при использовании двоичной адресации и при двоичном представлении данных в оперативной памяти. В арифметических операциях с плавающей запятой легко осуществляется переход от одного формата к другому. Мантисса числа с плавающей запятой выражается шестнадцатеричными цифрами, каждая из которых использует четыре бита и может принимать значения от 0 до 15. В коротком формате мантисса состоит из шести шестнадцатеричных цифр, в длинном формате мантисса имеет 14 шестнадцатеричных цифр. Предполагается, что запятая находится непосредственно слева от самой старшей значащей цифры мантиссы.

Для получения истинной величины числа с плавающей запятой его мантисса умножается на число 16 в соответствующей степени. Для указания этой степени служит поле характеристики, занимающее с 1 по 7 разряды в обоих форматах. Характеристика отсчитывается относительно числа 64 и представляет значения степени в диапазоне от -64 до $+63$, что соответствует диапазону десятичных чисел от 10^{-78} до 10^{75} . Нулевой бит в обоих форматах отводится под знак мантиссы. Мантисса отрицательных чисел представляется в прямом коде.

Для операции с плавающей запятой предусмотрено четыре 64-разрядных регистра. Арифметические операции выполняются над операндами, один из которых находится в регистре, а другой может находиться в регистре или выбирается из памяти. Результат, образованный в регистре, обычно имеет ту же длину, что и операнды. Наличие нескольких регистров уменьшает общее число обращений к памяти для выборки и запоминания промежуточных результатов.

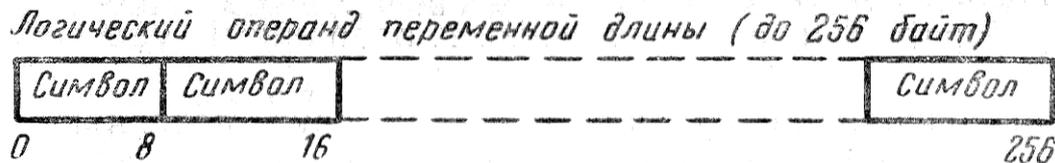
Логические операции. Логическая информация может иметь как фиксированную, так и переменную длину. К логическим операциям относятся операции сравнения, перекодирования, редактирования, проверки и установки

разрядов. При использовании операндов фиксированной длины логическая информация может быть представлена одним, четырьмя или восемью байтами и обрабатывается в общих регистрах (рис. 1. 9).



1.9. Логическая операция фиксированной длины

Большая часть логической информации состоит из графических символов, имеет формат переменной длины и может состоять максимально из 256 байт (рис. 1. 10). Эта информация обрабатывается по принципу «память-память», байт за байтом слева направо.



1.10. Логическая информация переменной длины

Вычислительное устройство может обрабатывать любой набор 8-разрядных символов, хотя в операциях десятичной арифметики и редактирования наблюдаются определенные ограничения. Считается, однако, что все ВУ, работающие с символами, используют либо двоичный код для обработки информации (ДКОИ), либо 8-разрядный код обмена информации (КОИ-8). Нумерация позиций разрядов символа различна для разных кодов:

Позиции разрядов:

ДКОИ	0	1	2	3	4	5	6	7
КОИ8	a ₈	a ₇	a ₆	a ₅	a ₄	a ₃	a ₂	a ₁

В этих кодах не все 256 значений определяют графические символы. При желании представить все возможные комбинации вместо выбранного 8-разрядного кода может быть использовано шестнадцатеричное представление, в котором один графический символ соответствует 4-разрядному коду. Следовательно, для обозначения байта достаточно двух таких графических символов. Графические символы 0—9 используются для кодов 0000—1001, в—F — для кодов 1010—1111.

1.2.5. Система команд

Список команд для модели ЕС-1020 охватывает команды, с помощью которых можно решать все задачи экономического и научно-технического характеров. К ним относятся команды стандартной системы команд, арифметики с плавающей запятой, десятичной арифметики, прямого управления и средств защиты памяти. Длина формата команды может быть равна одному, двум или трем полусловам. Команды длиной в полуслово не позволяют обращаться к основной памяти, длиной в два полуслова могут содержать один адрес памяти и длиной в три полуслова дают возможность указывать два адреса памяти. Все команды должны быть расположены в памяти на целочисленных границах для полуслов. В табл. 1.2 приведены пять основных форматов команд, которые обозначаются форматными кодами: RR, RX, RS, SI, SS. Форматные коды выражают в общих чертах местонахождение операндов, подлежащих использованию в выполняемой операции.

Форматный код RR обозначает операцию типа регистр-регистр; код RX — операцию типа регистр-индексированная память, код RS — операцию типа регистр-память (без индексации), код SI — операцию типа память-непосредственный операнд, когда один операнд находится в памяти, а другой содержится непосредственно внутри данной команды, код SS — операцию типа память-память.

Таблица 1.2

Формат	Первое полуслово		Второе полуслово		Третье полуслово	
	байт 1	байт 2	байт 3	байт 4	байт 5	байт 6
	0 7	8 15	16 23	24 31	32 39	40 47
SS	KO	L1 L2	B1	D1	B2	D2
SI	KO	I2	B1	D1		
RS	KO	R1 R3	B2	D2		
RX	KO	R1 X2	B2	D2		
RR	KO	R1 R2				

* KO — код операций; B1 — 4-разрядный адрес регистра базы 1-го операнда; B2 — 4-разрядный адрес регистра базы 2-го операнда; D1 — 12-разрядное смещение 1-го операнда; D2 — 12-разрядное смещение 2-го операнда; I2 — операнд, непосредственно содержащийся в формате команды; L1 — длина 1-го операнда минус 1 (от 0 до 15); L2 — длина 2-го операнда минус 1 (от 0 до 15); R1 — 4-разрядный адрес регистра 1-го операнда; R2 — 4-разрядный адрес регистра 2-го операнда; R3 — 4-разрядный адрес регистра 3-го операнда; X2 — 4-разрядный адрес индексного регистра 2-го операнда.

Для описания выполнения команды операндам присваиваются порядковые номера: первый, второй, третий. Номер операнда определяет способ участия операнда в команде. Операнд, для которого в формате команды указывается поле, обычно обозначается числом, следующим за кодовым наименованием этого поля, например, B1, B2, D(t Z)2, X2, R3.

В каждом формате первое полуслово команды состоит из двух частей. Первый байт содержит код операции (KO). Длина и формат команды определяются первыми двумя битами кода операции (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Позиции бит (0—1)	Длина команды	Формат команды
0 0	Одно полуслово	RR
0 1	Два полуслова	RX
1 0	Два полуслова	RS или SI
1 1	Три полуслова	SS

Второй байт используется либо как два 4-разрядных поля, либо как одно 8-разрядное. Второе или третье полуслова имеют всегда один и тот же формат: 4-разрядный указатель регистра базы (B1 или B2) и следующее за ним 12-разрядное смещение (D1 или D2).

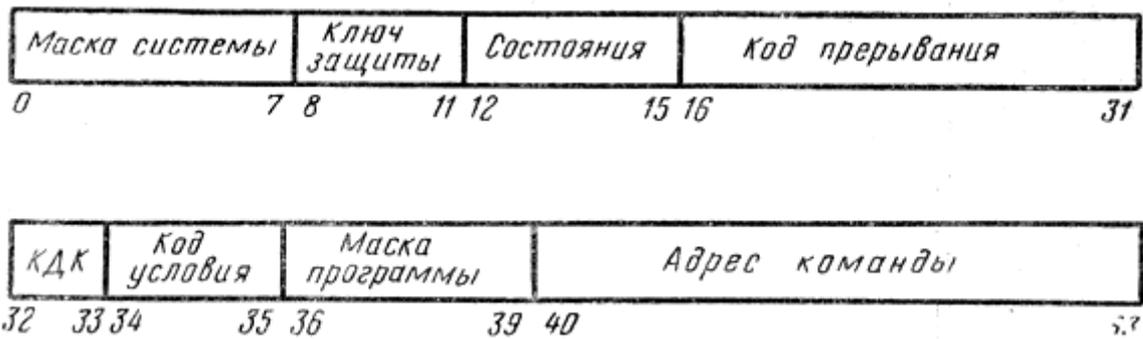
Для легкого перемещения сегментов программы и обеспечения гибкости задания входных, выходных и рабочих областей основной памяти все команды, в которых осуществляется обращение к основной памяти, имеют возможность использовать полные адреса.

При формировании адреса базовый адрес и индекс трактуются как 24-разрядные положительные двоичные числа. Аналогично смещение трактуется как 12-разрядное положительное двоичное число. Все три компонента складываются как 24-разрядные двоичные числа. Переполнения игнорируются.

Нулевое содержимое поля базового адреса или поля индекса означает, что при формировании адреса должно быть использовано нулевое значение соответствующего компонента, а не содержимое общего регистра 0. Трактовка смещения, равного нулю, не имеет никакой специфики. Перечень всех команд ЭВМ ЕС-1020 и времена их выполнения приведены в приложении 1.

1.2.6. Система прерываний

Система прерываний позволяет прервать работающую программу и перейти к обработке новой программы. Информация, необходимая для выполнения программы, содержится в слове состояния программы (ССП), представляющем собой двойное слово (рис. 1.11). Общее назначение ССП заключается в управлении последовательностью выборки команд, а также фиксации и индикации состояния ЭВМ по отношению к выполняемой в настоящий момент программе.



1.11. Формат слова состояния программы:

0—7 — маска системы; 0 — маска мультиплексного канала; t — маска селекторного капаля 1; 2 — маска селекторного канала 2; 3—6 — не используются; 7—маска внешних прерываний; 8—11 — ключ защиты памяти; 12—15 — состояние; 12 — режим работы с КОИ-8; 13 — маска сбоя машины; 14 — состояние «ожидание»; 15 — состояние «задача»; 16—31 — код прерывания; 32—33 — код длины команды (КДК); 34—35 — код условия; 36—39 — маска программы; 36 — маска переполнения с фиксированной запятой; 37 — маска десятичного переполнения; 38 — маска исчезновения порядка; 39 — маска значимости; 40—63 — адрес команды

ССП, используемое в данный момент времени, называется «текущим». Запоминая ССП во время прерывания, можно сохранить состояние вычислительного устройства (ВЧУ) для последующего продолжения работы или анализа состояния. Задавая новое ССП или его часть, можно изменить состояние ВЧУ полностью или частично. Система прерывания позволяет ВЧУ изменять состояние при возникновении определенных условий вне ЭВМ, во внешних устройствах или в самом ВЧУ.

Возможны пять классов прерывания: по вводу-выводу, программные, при обращении к супервизору, внешние и по сбою машины. Каждому классу прерываний соответствуют два ССП, которые называются «старым» и «новым» и помещаются в специально отведенных местах постоянно распределенной области основной памяти (табл. 1.4). Для всех классов прерывание состоит в запоминании текущего ССП в месте, предназначенном для «старого» ССП, и выборке «нового» ССП в качестве текущего «Старое»

Таблица 1.4

Адрес	Длина	Назначение
0 0000 0000	Двойное слово	ССП первоначальной загрузки программы
8 0000 1000		КСК1 первоначальной загрузки программы
16 0001 0000		КСК2 первоначальной загрузки программы
24 0001 1000		«Старое» ССП для внешних прерываний
32 0010 0000		«Старое» ССП для обращения к супервизору
40 0010 1000		«Старое» ССП для программных прерываний
48 0011 0000		«Старое» ССП для прерываний по сбою машины
56 0011 1000		«Старое» ССП для прерываний по вводу-выводу
64 0100 0000	Слово	Слово состояния канала
72 0100 1000		Адресное слово канала
76 0100 1100		Не используется
80 0101 0000		Таймер
84 0101 0100		Не используется
88 0101 1000		«Новое» ССП для внешних прерываний
96 0110 0000	Двойное слово	«Новое» ССП для обращения к супервизору
104 0110 1000		«Новое» ССП для программных прерываний
112 0111 0000		«Новое» ССП для прерываний по сбою машины
120 0111 1000		«Новое» ССП для прерываний по вводу-выводу
128 1000 0000		Диагностическая область

ССП хранит всю необходимую информацию о состоянии системы в момент прерывания. Если в конце программы обработки прерывания имеется команда, заменяющая текущее ССП на «старое», система восстановит состояние, предшествующее прерыванию, и выполнение прерванной программы будет продолжено.

Некоторые типы прерывания могут быть замаскированы, и запросы на такие прерывания либо ожидают, либо игнорируются. Прерывания производятся обычно после окончания выполнения текущей команды и до начала выполнения следующей. Однако появление прерывания может повлиять на выполнение текущей команды. Во время выполнения команды одновременно может поступить несколько запросов на прерывание, которые рассматриваются в следующем заранее установленном порядке:

Прерывания по сбою машины	Появление сигнала от схем контроля об ошибке в машине (если прерывание не замаскировано) прекращает выполнение текущей команды и инициирует диагностическую процедуру, после чего происходит прерывание. Сигнал об ошибке в машине не может появиться из-за неправильных данных или команд
Программные прерывания	Необычные ситуации, возникающие при выполнении программы, причиной которых является появление неправильных операндов или их спецификаций, а также появление особых результатов
Прерывания при обращении к супервизору	Переключение вычислительного устройства из состояния «задача» в состояние «супервизор». Прерывание может быть использовано и для других режимов переключения состояний
Внешние прерывания	Позволяют отвечать на сигналы, поступающие от кнопки ПРЕРЫВАНИЕ на пульте управления, от таймера, а также отвечать на внешние сигналы средств прямого управления
Прерывания по вводу-выводу	Возможность отвечать на сигналы, поступающие от каналов и внешних устройств. Прерывание может быть только в случае, если соответствующий сигнал не замаскирован

Программные прерывания и прерывания при обращении к супервизору взаимно исключают друг друга и не могут появиться одновременно. Когда требуется обслужить более чем один запрос на прерывание, происходит запоминание «старого» ССП и выборка «нового» ССП, относящегося к прерыванию, которое рассматривается в первую очередь. Затем это «новое» ССП запоминается без выполнения какой-либо команды и выбирается следующее ССП. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будут обслужены все запросы на прерывание. После этого возобновляется выполнение команды с использованием ССП, которое было выбрано последним. Поэтому порядок выполнения подпрограммы прерывания является обратным по отношению к порядку, в котором выбирались ССП. Таким образом, фактический порядок обслуживания прерываний (по вводу-выводу, внешние, программные или для обращения к супервизору) соответствует их важности. Прерывания по сбою машины блокируют рассмотрение всех других прерываний. После обработки всех поступивших запросов прерывания продолжается выполнение прерванной программы,

1.2.7. Программные состояния

Состояние процессора в целом определяется парами программных состояний четырех типов. В каждой паре переход от одной возможной альтернативы к противоположной может осуществляться независимо и большинству пар соответствует бит или биты в ССП. Состояния отличаются характером влияния каждого из них на функционирование процессора и организацией их индикации и переключения. Функции программных состояний, их индикация и переключение не зависят друг от друга.

Состояние «останов» или «работа». Процессор из состояния «работа» в «останов» и наоборот переключается вручную. Если процессор находится в состоянии «останов», команды не выполняются, прерывания игнорируются, таймер не продвигается. В состоянии «работа» процессор может выполнять команды и обрабатывать прерывания.

Состояние «счет» или «ожидание». В состоянии «счет» выборка и выполнение команд происходят обычным образом. Состояние «ожидание» обычно вводится программой для ожидания прерывания, например, прерывания по вводу-выводу или от вмешательства оператора с пульта управления. В состоянии «ожидание» команды не выполняются, но таймер продолжает работать. Кроме того, допускаются прерывания по вводу-выводу и внешние, если они не замаскированы. Вид состояния определяется значением 14-го разряда ССП.

Состояние «прерывание замаскировано» или «прерывание разрешено». Если процессор находится в состоянии «прерывание разрешено» и разрешены некоторые классы прерываний, эти прерывания могут восприниматься. В состоянии «прерывание замаскировано» прерывания по вводу-выводу, внешние и по сбою машины ожидают обработки в дальнейшем, тогда как программные прерывания игнорируются. Процессор из состояния «прерывание разрешено» в состояние «прерывание замаскировано» и наоборот переключается путем изменения значения разрядов маски в ССП.

Состояние «супервизор» или «задача». В состоянии «задача» группа команд стандартной системы команд является недопустимой. В состоянии «супервизор» допустимы все команды. Выбор состояния определяется значением 15-го разряда ССП.

1.2.8. Система ввода-вывода

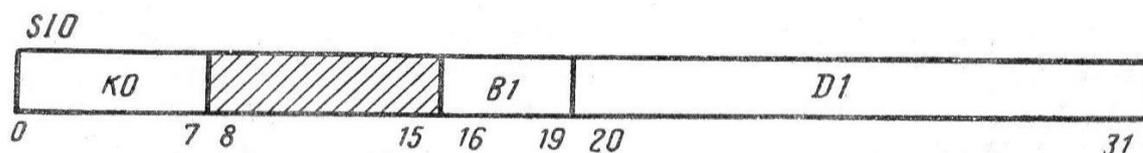
Управление передачей информации между внешними устройствами (ВУ) и оперативной памятью в ЭВМ ЕС-1020 производится каналами ввода-вывода. При выполнении операций ввода-вывода каналы ЭВМ ЕС-1020 используют: внутренние потоки данных и цепи управления процессора; оперативную память, в которой хранится вся информация, требуемая для обработки (программы и данные).

Управление работой ВУ стандартизировано, т. е. определены структура и набор команд, управляющих сигналами и информационными словами для управления любым ВУ независимо от его особенностей. Стандартный набор информационных и управляющих слов и сигналов преобразуется к виду, обеспечивающему управление работой конкретного ВУ, устройством управления внешним устройством (УВУ). Стандартизация управляющей информации и сигналов позволяет подключать через УВУ к каналам ВУ разных типов.

УВУ подключается к каналам через стандартный интерфейс, под которым понимается система линий связи и система правил кодирования и передачи информации по этим линиям, обеспечивающая подсоединение ВУ разного типа к одному каналу (см. 3.1).

Операции ввода-вывода запускаются по командам управления каналами (табл. 1.5). Управляющая информация, полученная каналом, преобразуется в последовательность сигналов, поступающих в УВУ. Канал осуществляет запуск УВУ на выполнение команды ввода (считывания) или вывода (записи) информации. УВУ формирует запросы на передачу информации, которые анализируются и обслуживаются каналом. Если в УВУ возникают сигналы, которые необходимо передать в процессор (например, сигнал об окончании операции ввода-вывода), то канал преобразует эти сигналы в стандартную форму, удобную для дальнейшего использования в процессоре. В ЭВМ ЕС-1020 имеется два типа каналов: мультиплексный и селекторный (см. гл. 3).

Выполнение операций ввода-вывода. Программа процессора только определяет и начинает операцию ввода-вывода, выполнение которой затем управляется канальной программой. Операция ввода-вывода начинается по команде НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД (рис. 1.12). Канал начинает операцию ввода-вывода и определяет адрес ВУ путем сложения содержимого общего регистра, указанного в поле В1 (разряды 16—19), и содержимого поля D1 команды (разряды 20—31). Эта сумма имеет формат (рис. 1.13), указывающий, к какому каналу, подканалу и ВУ относится данная команда.



1.12. Формат команды НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД:

0—7 — код операции; 8—15 — игнорируются; 16—19 — адрес регистра базы 1-го операнда;
20—31 — смещение 1-го операнда

Таблица 1.5

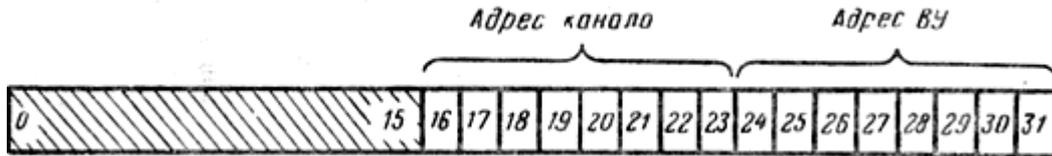
Команды	Разряд код команды								Выполняемые действия
	0	1	2	3	4	5	6	7	
НЕДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ	X	X	X	X	0	0	0	0	В основную память передается информация о состоянии ВУ, относящаяся к необычным условиям, обнаруженным в течение последней операции ввода-вывода, и детализирующих состояние ВУ Указывается адрес следующего КСК канальной программы в основной памяти Информация считывается при обратном движении внешнего носителя и записывается в основную память в порядке убывания адресов
УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ	M	M	M	M	0	1	0	0	
ПЕРЕСЛАТЬ В КАНАЛ	X	X	X	X	1	0	0	0	
СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ	M	M	M	M	1	1	0	0	

ЗАПИСАТЬ	М	М	М	М	М	М	0	1	Информация из основной памяти передается на внешний носитель
СЧИТАТЬ	М	М	М	М	М	М	1	0	Информация из ВУ передается в основную память в порядке возрастания адресов
УПРАВЛЕНИЕ	М	М	М	М	М	М	1	1	Из основной памяти передается управляющая информация для выполнения таких операций, как протяжка бумаги на печатающем устройстве и т. п.

Примечание:

X — значение разряда игнорируется; М — разряд модификатора.

В байте адреса канала для задания адреса канала используются только разряды 21, 22 и 23 (табл. 1.6). В разрядах 24—31 указывается адрес ВУ.



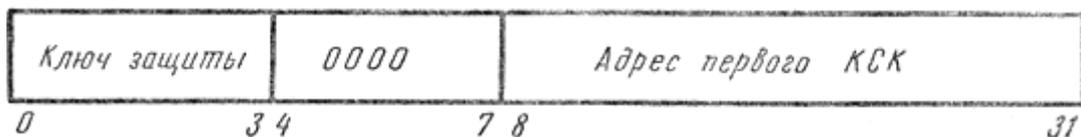
1.13. Формат адреса ВУ

Кроме команды НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД, для управления каналами используются команды ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД, ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД и ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ, по которым останавливается выполнение операций ввода-вывода и осуществляется селективная проверка состояний канала и ВУ.

Таблица 1.6

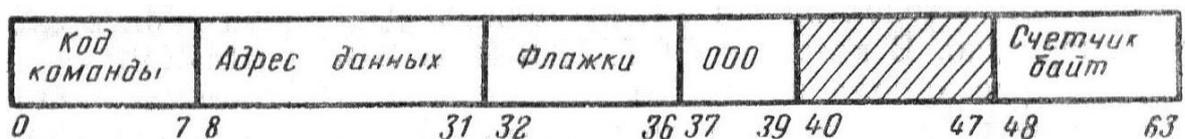
Разряды			Каналы
21	22	23	
0	0	0	Мультиплексный
0	0	1	Первый селекторный
0	1	0	Второй селекторный
0	1	1	
.	.	.	Недействительные адреса каналов в ЭВМ ЕС-1020
.	.	.	
1	1	1	

Канальная программа. Канальная программа представляет собой совокупность командных слов канала (КСК) и размещена в основной памяти. Адрес первого КСК канальной программы всегда выбирается из фиксированной ячейки 72 (48/16) постоянно распределенной области основной памяти, где расположено адресное слово канала (АСК), сформированное программно перед выполнением канальной программы. В АСК указан ключ защиты области основной памяти, предназначенной для операции ввода-вывода, а также адрес первого КСК (рис. 1.14). КСК — это двойное слово, которое может храниться в любой части основной памяти и содержать всю необходимую информацию для задания одной команды ввода-вывода.



1.14. Формат адресного слова канала

Канальная программа может содержать одно или несколько КСК (рис. 1.15), каждое из которых определяет операцию, необходимую для выполнения, область основной памяти, которая должна быть использована, действия, которые должны произойти после завершения операции ввода-вывода. Счетчик байт вместе с адресом данных полностью определяют область основной памяти, используемую текущим КСК. Его содержимое модифицируется при передаче каждого байта данных.



1.15. Формат КСК:

0—7 — код команды, приведенный в табл. 1.5; 8—31 — адрес данных; 32—36 — флажки; 37 — цепочка данных (ЦД); 38 — цепочка команд (ЦК); 39 — подавление индикации неверной длины (ПИД); 40 — блокировка записи (БЗП); 41 — программно-управляемое прерывание (ПУП); 42—44 — нули; 45—47 — не используются; 48—63 — счетчик числа байт, участвующих в операции ввода-вывода

Каналы передают данные под управлением канальных программ, при этом параллельно работает процессор, выполняя какую-либо программу. Процессор, как правило, освобождается для продолжения своей программы после начала операции ввода-вывода. Каналы сохраняют следующую управляющую информацию для каждого ВУ, выбранного для операции ввода-вывода: ключ защиты; адрес данных; идентификатор операции ввода-вывода (код команды); признаки КСК; счетчик байт; состояние канала; адрес следующего КСК.

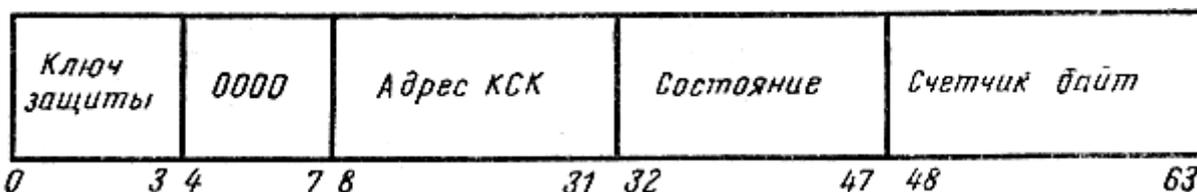
Каждый селекторный канал имеет только один набор регистров для перечисленной выше информации, поскольку он работает только с одним ВУ одновременно. В мультиплексном канале управляющая информация для каждой выполняемой операции ввода-вывода должна сохраняться в мультиплексной памяти (см. гл.2). Когда отдельное ВУ, выбранное по команде НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД, приступает к выполнению операции, в соответствующие ячейки мультиплексной памяти записывается необходимая управляющая информация. Канал обращается к мультиплексной памяти с целью связи ВУ с основной памятью. После окончания обслуживания запроса ВУ на передачу информации модифицированная управляющая информация записывается в соответствующие ячейки мультиплексной памяти, и канал освобождается для выполнения других операций ввода-вывода.

Окончание операций ввода-вывода. Операция, заданная командой НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД, заканчивается при выполнении всей цепочки КСК. Обычно операция ввода-вывода заканчивается после выработки сигнала КАНАЛ КОНЧИЛ. Этот сигнал свидетельствует о том, что область основной памяти, определенная счетчиком байт в КСК, исчерпана, и канал передал весь объем информации, указанной в программе.

Для принудительного прекращения операции ввода-вывода используется команда ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД. Необходимость в прекращении операции может возникнуть, например, в случае, когда селекторный канал должен выполнить более срочную операцию. В команде ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД указывается адрес канала и ВУ. По этой команде ВУ дается указание отключиться от канала и прекратить выполняемую операцию ввода-вывода. Операция ввода-вывода может быть также прекращена при возникновении ошибок в аппаратуре ВУ или каналов, например, из-за обрыва бумаги в печатающем устройстве или окончания колоды перфокарт в перфораторе.

Состояние каналов и внешних устройств. При выполнении программы ввода-вывода непрерывно изменяется состояние канала и ВУ. С момента начала операции ввода-вывода канал продвигается по цепочке КСК со скоростью работы ВУ, т. е. асинхронно по отношению к программе. В некоторый данный момент канал может быть занят выполнением ранее начатой операции или находиться в свободном состоянии, позволяющем начать следующую операцию ввода-вывода. При выполнении операций в канале и ВУ могут возникнуть особые ситуации, которые должны учитываться при организации ввода-вывода.

Для анализа состояний каналов и ВУ имеются команды, позволяющие определить состояние канала в процессе выполнения текущей операции ввода-вывода и получить информацию о состоянии ВУ. Состояние канала и ВУ записывается в соответствующие разряды слова состояния канала (ССК), формат которого показан на рис. 1.16.



1.16. Формат слова состояния канала

Более подробная информация о состоянии ВУ приводится в уточненных байтах состояния. Количество уточненных байт состояния зависит от ВУ. Однако первые шесть разрядов первого уточненного байта состояния одинаковы для всех ВУ.

Прерывание по вводу-выводу. Канал с помощью прерывания по вводу-выводу сообщает процессору, что он просит внимания. Запрос на прерывание по вводу-выводу формируется, если канал закончил канальную программу; ВУ закончило свою операцию ввода-вывода; в ВУ или канале произошло необычное условие; в КСК указан признак программно-управляемого прерывания.

Когда возникает запрос на прерывание по вводу-выводу, в постоянно-распределенную область основной памяти, начиная с ячейки 56, записывается в качестве «старого» ССП ввода-вывода текущее ССП, выполняемой программы с кодом прерывания, содержащим адрес канала и внешнего устройства, затем процессор считывает из ячейки 120 «новое» ССП ввода-вывода и начинает обслуживать прерывание. При этом также запоминается ССК в

ячейке 64. Для управления прерываниями в ССП используются разряды маски системы. Разряды 0, 1, 2 ССП соответствуют каналам КМ, КС1 и КС2. Если разряд маски, соответствующий каналу, установлен в «0», то прерывание от данного канала замаскировано, а если в «1», то каналу разрешено вызвать прерывание. Если канал замаскирован, то он не может вызвать прерывания и запрос на прерывание остается «висеть» в канале. Когда процессор принимает запрос на прерывание по вводу-выводу, этот запрос в соответствующем канале сбрасывается.

Так как прерывание по вводу-выводу запоминает ССК, необходимо маскировать все каналы, когда выполняется команда НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД или ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД, из-за того, что при их выполнении должна быть запомнена часть ССК. Если при этом будет разрешено прерывание по вводу-выводу, то начальное значение байт состояния, запомненное при выполнении команды, может быть потеряно. В момент обработки прерывания по вводу-выводу все каналы должны быть также замаскированы до тех пор, пока программа не обработает содержимое ССК.

Для предотвращения прерывания по вводу-выводу нужно замаскировать канал, но присутствие «висящего» прерывания в системе ввода-вывода препятствует выполнению дальнейших команд НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД. Для того чтобы сбросить запрос на прерывание в канале, можно использовать команду ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД. Если при выполнении этой команды запоминается полное ССК, то в ССП устанавливается код условия 01 и запрос на прерывание в канале сбрасывается.

Рабочая программа всегда выполняется в состоянии «задача» и не может выполнять собственных команд управления каналами, для этой цели имеется специальная системная программа. Связь между рабочей и системной программами осуществляется командой ОБРАЩЕНИЕ К СУПЕРВИЗОРУ.

ССК записывается в ячейку 64 постоянно распределенной области основной памяти при выполнении операций ввода-вывода. Некоторые операции могут изменять только часть ССК (байты состояния канала и ВУ), сохраняя значение остальных полей. Операция ввода-вывода начинается при условии, что адресуемое ВУ и канал находятся в доступном состоянии. Если операция не может быть принята подканалом ВУ, то состояние адресуемого ВУ запоминается в ССК. Для анализа состояния канала, ВУ используются команды ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД и ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ, имеющие формат *SI*.

При выполнении команд управления каналами производится опрос состояний канала, подканала и ВУ и формируется код условия для записи его в ССП. В табл. 1.7 приведены значения кода условия для всех четырех команд управления каналами.

Таблица 1.7

Команды управления каналами	Код условия			
	00	01	10	11
НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД	Доступно	Запомнено ССК	Занято	Неработоспособно
ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД	То же	То же	Работает	То же
ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД	Не работает	Остановлено	Прекращена работа	*
ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ	То же	ССК готово	Работает	*

1.2.9. Система контроля

Системой контроля ЕС-1020 называется совокупность аппаратных и программных средств, предназначенных для обнаружения ошибок в работе ЭВМ и локализации неисправности. Общее требование к системе контроля состоит в обеспечении быстрого обнаружения ошибки при минимальных затратах времени на локализацию неисправности и устранение сбоев.

В ЭВМ ЕС-1020 применяется аппаратный контроль, функционирующий непрерывно в течение всей работы ЭВМ, и метод дублирования аппаратуры в некоторых устройствах. Основным методом аппаратного контроля является контроль по модулю 2, в частности, контроль на «нечет». Все передачи данных между устройствами и внутри устройств контролируются на «нечет» побайтно, т. е. каждый байт данных сопровождается контрольным разрядом, дополняющим число единиц в разрядах байта до нечетного. При использовании такого метода выявляются ошибки $(2n+1)$ — кратности (где $n = 0, 1, 2, \dots$), а также полная потеря информации в байте.

Для контроля работы арифметическо-логического блока применяется метод аппаратного дублирования. При этом каждый разряд информации представляется и обрабатывается по одному «проводу» в прямой форме, по другому — в инверсной (двухпроводное дублирование). Результаты двухпроводной обработки сравниваются на выходе блока для каждого разряда. Совпадение уровней прямого и инверсного «провода» хотя бы у одного разряда выхода арифметическо-логического блока означает ошибку.

Аппаратные средства системы контроля подразделяются на схемы контроля процессора, каналов и внешних устройств. Для создания непрерывной по всему потоку данных цепочки контроля предусмотрено следующее распределение контрольных точек (контролируемых регистров или блоков): информационный регистр запоминающего устройства ключей памяти, входные регистры и выход арифметическо-логического блока, адресный и информационный регистры оперативной памяти, адресный и информационный регистры постоянной

памяти. Наличие сбоя в какой-либо из указанных контрольных точек приводит к установке соответствующего разряда регистра ошибок и появлению сигнала «Сбой машины».

Если прерывание по сбою машины не замаскировано и не заблокировано с пульта управления или аппаратно, то при любом занесении информации в регистр ошибок будет сформирован сигнал «Сбой машины», который вызывает выполнение микропрограммы входа в прерывание по машинному сбою. Эта микропрограмма запоминает состояние процессора в момент сбоя (регистрация состояния), исправляет контрольные разряды регистров процессора и ячеек локальной памяти, а также производит смену ССП. Машинные ошибки, возникшие при работе процессора, требуют дополнительного анализа, который должен выявить источник сбоя (вычислительное устройство или канал). Такой анализ выполняется в начале микропрограммы входа в прерывание по машинной ошибке. Если сбой обнаружен при работе канала, то выполняется ветвление в микропрограмму проверки каналов. В конце микропрограммы смены ССП для прерывания машины сбрасывается указатель «Сбой машины». До этого момента любой сбой, снова зафиксированный в регистре ошибок, будет расцениваться как неисправность ЭВМ и приведет к блокировке системы синхронизации и прекращению формирования рабочих синхроимпульсов («тяжелый останов»).

Для контроля работы канал содержит аппаратуру, которая обеспечивает контроль информации, поступающей через стандартный интерфейс ввода-вывода; контроль последовательности сигналов интерфейса, контроль временных соотношений между входными и выходными сигналами на линиях стандартного сопряжения.

Кроме аппаратного контроля с целью определения функционирования системы перед выполнением основных (рабочих) программ может применяться также тестовый контроль, т. е. контроль ЭВМ с помощью специальных испытательных программ (тестов). При выполнении тестов ЭВМ осуществляет определенную последовательность действий над исходными числами, получает результаты и сравнивает их с подготовленными ответами. Если совпадения нет, то фиксируется ошибка. Тестовый контроль не проверяет сам по себе правильность выполнения ЭВМ основной программы, а свидетельствует лишь об отсутствии или наличии ошибок вследствие неисправности.

Для локализации места неисправности в ЭВМ используются микропрограммные диагностические тесты, позволяющие добиться гораздо большей разрешающей способности при локализации неисправностей, чем программные тесты.

Аппаратные и программные средства системы контроля обеспечивают получение надежных результатов вычислений и высокую эффективность использования ЭВМ ЕС-1020.

1.2.10. Защита памяти

Процессор оборудован средствами защиты памяти, дающими возможность защищать содержимое основной памяти от неправильного использования. Для целей защиты основная память разделена на блоки по 2048 байт. С каждым блоком связан 5-разрядный ключ памяти, который при каждом обращении к основной памяти сравнивается с ключом защиты, характеризующим выполняемую программу. Один разряд ключа памяти отражает режим работы средств защиты: защита по записи или защита по чтению и записи.

При работе средств защиты в режиме защиты по записи считается, что произошло нарушение защиты памяти, если ключ памяти блока, в котором должна быть изменена информация, не соответствует ключу защиты. Если средства защиты работают в режиме защиты по чтению и записи, то нарушение защиты памяти происходит при несоответствии ключей защиты и памяти даже в том случае, когда обращение производилось с целью чтения информации без ее изменения. Если обращение к памяти осуществляется по инициативе вычислительного устройства, для сравнения используется ключ защиты, находящийся в текущем ССП. Если обращение к памяти вызвано операцией в канале, для сравнения используется ключ защиты, поступающий из канала. Если во время выполнения программы наблюдается нарушение защиты памяти, то происходит прерывание программы, а содержимое запрещенной области остается без изменения.

Нарушение защиты при операции ввода-вывода приводит к тому, что передача данных прекращается так, что содержимое защищенной области памяти остается без изменения, а факт нарушения защиты отражается в слове состояния канала.

1.2.11. Таймер

В процессоре для изменения интервалов времени предусмотрен таймер, с помощью которого программным путем можно организовать часы, показывающие время суток. Таймер представляет собой 32-разрядное слово, хранящееся в основной памяти по адресу 80. Из содержимого этого слова производится вычитание с частотой 50 гц. Слово таймера рассматривается как целое число со знаком и может обрабатываться по правилам арифметики с фиксированной запятой. Когда значение таймера переходит из положительного в отрицательное, выдается запрос на внешнее прерывание. Полный цикл таймера составляет 15,5 ч.

Обновленное значение таймера доступно в конце выполнения каждой команды. Таймер не обновляется, если процессор находится в состоянии «останов». Значение таймера может быть изменено обращением к 80-й ячейке памяти. В качестве датчика интервалов времени таймер используется для измерения относительно 4 небольших интервалов. Он может быть установлен на любое значение в любой момент времени.

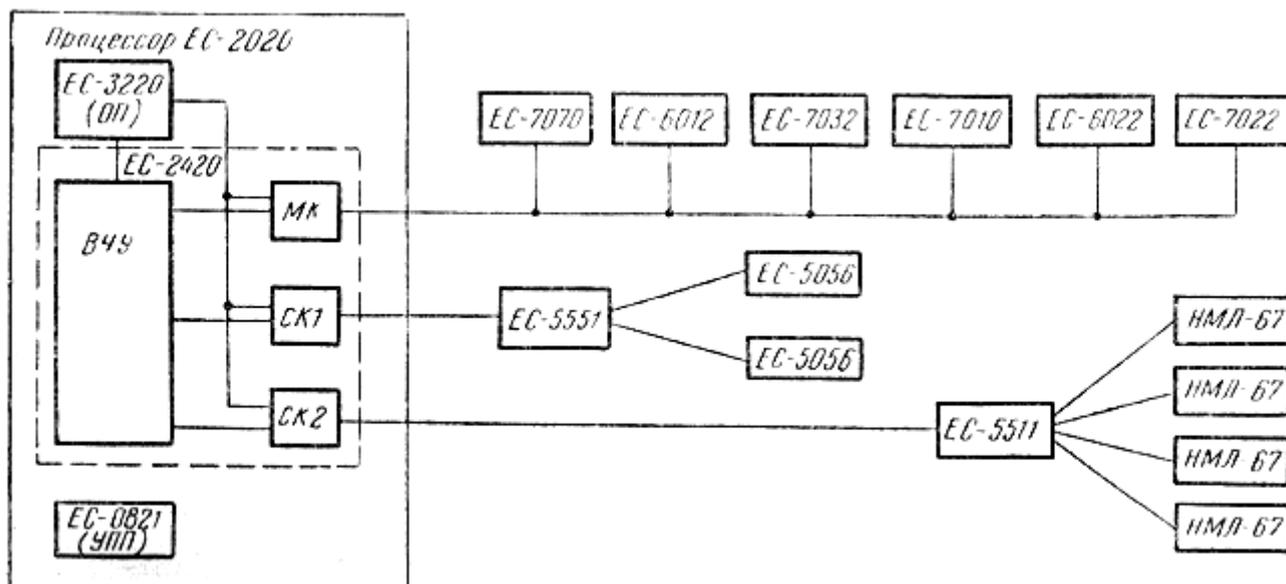
1.2.12. Средства прямого управления

К средствам прямого управления относятся команды ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ и ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ и шесть линий внешних прерываний. Команды прямого чтения и записи позволяют осуществлять передачу отдельного байта информации между специальным внешним устройством или процессором другой машины и основной памятью системы. Обычно для передачи любого количества информации желательно использовать каналы системы, а средства прямого управления более удобно использовать для передачи управляющей и синхронизирующей информации.

Каждая из шести внешних сигнальных линий, получив сигнал извне, устанавливает запрос на внешнее прерывание.

1.2.13. Состав ЭВМ ЕС-1020

На рис. 1.17 приведен основной комплект ЭВМ ЕС-1020.



1.17. Основной комплект ЭВМ ЕС-1020

Допускается комплектация ЭВМ накопителями на магнитной ленте НМЛ ЕС-5012М вместо ЕС-5010, накопителями на сменных магнитных дисках ЕС-5050 или ЕС-5052 вместо устройств ЕС-5056. Кроме устройств, показанных на рис. 1.17, в состав ЭВМ ЕС-1020 входят:

два устройства подготовки данных на перфокартах УПП-2М, которые могут быть заменены двумя устройствами ПА80—2/3М и одним устройством КА80—2/3М;

два устройства подготовки данных на перфолентах ЕС-9020; комплект сервисной аппаратуры; комплект ЗИП;

комплект эксплуатационной документации; операционная система ДОС ЕС; комплект программ технического обслуживания.

Предусматривается расширение возможностей ЭВМ ЕС-1020 путем наращивания оперативной памяти и изменения состава внешних устройств по количеству и номенклатуре.

В стойке оперативной памяти могут быть установлены дополнительно три магнитных блока с емкостью 65 536 байт каждый, что позволит расширить основную память ЭВМ до 262 144 байт.

В мультиплексном канале могут быть дополнительно включены два УВУ, или имеющиеся в наличии УВУ могут быть заменены групповыми УВУ, так как мультиплексный канал обеспечивает работу со 176 ВУ при минимальном объеме основной памяти в 65 536 байт. Селекторные каналы позволяют подключить дополнительно по семь УВУ в каждом канале.

Устройства, поставляемые в составе ЭВМ ЕС-1020, имеют следующие физические адреса: ЕС-7070—ОИФ; ЕС-6012—ООС; ЕС-7010—ООД; ЕС-5010—280, 281, 282 и 283; ЕС-7030—ООФ; ЕС-5056—190 и 191; ЕС-6022—008; ЕС-7022—009. Первая цифра адреса ВУ указывает номер канала, к которому подключено данное ВУ.

Адреса указанных ВУ, а также адреса ВУ, дополнительно подключаемые к ЭВМ ЕС-1020, могут изменяться по желанию заказчика при генерации или загрузке операционной системы.

Глава 2 ПРОЦЕССОР

Процессор ЕС-2020 является центральной частью ЭВМ ЕС-1020 и предназначен для организации работы всей машины. Логическая структура машины, ее системные свойства целиком определяются процессором [10]¹.

[1 А. с. № 336395. – «Бюллетень изобретений и товарных знаков» № 26, 1973
А. с. № 433484. – «Бюллетень изобретений и товарных знаков» № 23, 1974]

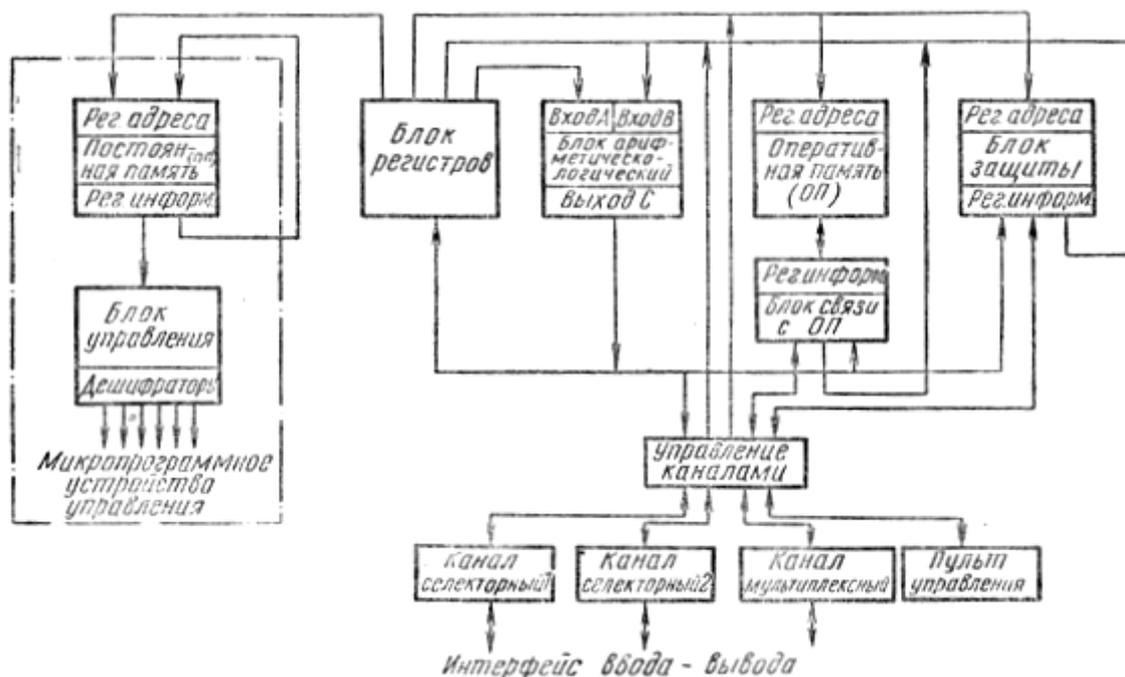
Процессор ЕС-2020 включает:

вычислительное устройство ЕС-2420 с двумя селекторными и мультиплексными каналами;
оперативную память ЕС-3220 емкостью 64-256Кбайт; устройство питания ЕС-0821.

Для реализации полного универсального набора команд, системы прерывания и пультовых функций применено микропрограммное управление. Времена выполнения команд приведены в приложении 1.

2.1. СТРУКТУРА ПРОЦЕССОРА

В структуре процессора (рис. 2.1) использована регистровая схема построения узлов, объединенных системой единых магистралей, и микропрограммное управление. Система магистралей связывает между собой отдельные регистры, обмен информацией между которыми происходит через общий арифметическо-логический блок (БА). БА позволяет производить заданное посредством микрокоманд преобразование проходящей через него информации.



2.1. Структура процессора ЕС—2020

Основными компонентами структурной схемы процессора являются:

оперативная память (ОП), состоящая из трех функционально независимых типов памяти: основной, локальной и мультиплексной;

блок микропрограммного управления с постоянной памятью для хранения микропрограмм; блок регистров; арифметическо-логический блок; блок защиты; каналы ввода-вывода.

Разрядность регистров процессора, арифметическо-логического блока и основных информационных шин выбрана равной одному байту (9 двоичных разрядов) при двухбайтовой физической разрядности оперативной памяти. При таком структурном решении достигается заданный уровень быстродействия процессора при минимальных затратах оборудования.

2.2. МИКРОПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Микропрограммный принцип построения устройства управления является наилучшим для реализации универсального набора команд. Использование принципов микропрограммирования позволяет расчленить разработку схемотехнической и алгоритмической частей и широко использовать методы автоматизации

программирования и моделирования алгоритмов. Основой расчленения является структура элементарной микрокоманды.

Микрокоманда процессора ЕС-2020 содержит информацию, которая разделяется на ряд групп (полей), используемых для управления:

- арифметическо-логическим блоком (коммутация входов и выходов, задание функции);
- памятью (тип и режимы обращения);
- индикаторами разветвлений;
- формированием адреса очередной микрокоманды.

Каждое поле содержит различное число микроопераций, благодаря чему можно параллельно выполнять микрооперации, относящиеся к разным полям микрокоманды. Типовая микрокоманда позволяет производить следующие действия:

- подключать к входам арифметическо-логического блока два информационных регистра;
- производить действие согласно заданной функции;
- подключать выход арифметическо-логического блока к одному из регистров;
- осуществлять обращение к памяти;
- формировать адрес следующей микрокоманды по содержимому полей и состоянию индикаторов.

Для увеличения логической гибкости и минимизации объема памяти микрокоманд используется ветвление микрокоманд по четырем направлениям. Микрокоманда кодируется 64-разрядным двоичным словом постоянной памяти, позволяющей осуществлять только чтение. Общий объем постоянной памяти 8192 слова. Время чтения одной микрокоманды из постоянной памяти соответствует одному машинному такту и составляет 1 мкс.

2.3. ПОСТОЯННАЯ ПАМЯТЬ

Постоянная память (ПП), используемая для хранения микрокоманд, является памятью трансформаторного типа. В ней применены П-образные сердечники с замкнутым магнитопроводом. Информационная часть памяти выполнена в виде печатных карт из тонкого фольгированного диэлектрика толщиной 0,15-0,18 мм.

На каждой карте кодируется четыре микрокоманды. Пакет из 64 карт образует модуль - основной сменный элемент постоянной памяти. Сменность информации памяти микрокоманд модулями повышает ремонтопригодность процессора и дает возможность введения усовершенствований путем замены модулей.

2.4. ОПЕРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ

Все три типа памяти – основная, емкостью 64-256 Кбайт, локальная, емкостью 256 байт и мультиплексная, емкостью 768-1792 байт – выполнены физически в виде единой памяти.

Емкость основной памяти является переменной. Нарращивание ее производится путем подключения дополнительных стандартных магнитных блоков емкостью 64К каждый. С целью упрощения процедуры наращивания емкости управление оперативной памятью и система ее электропитания рассчитаны на полную емкость. ОП связана с вычислительным устройством единой системой информационных и адресных шин и построена по системе 2,5Д с использованием сердечников ЗВТ диаметром 0,8 мм.

Особенностью построения ОП является применение в ней расщепленного цикла, состоящего из двух самостоятельных тактов чтения и записи длительностью 1 мкс каждый. При этом в такте чтения (стирания) осуществляется считывание информации из ячейки памяти по заданному адресу с занесением ее в 18-разрядный информационный регистр. Регенерация информации в такте чтения не производится. В такте записи происходит запись в ячейку памяти по заданному адресу информации, находящейся в информационном регистре без предварительного стирания.

Такты чтения и записи могут быть отделены друг от друга произвольным количеством тактов. Указанное решение позволяет повысить производительность процессора, особенно при двухадресной системе команд за счет уменьшения общего числа обращений к оперативной памяти.

В промежутках между тактами чтения и записи может производиться обработка считанной из памяти информации для ее последующей записи по тому же адресу.

Сохранность информации в оперативной памяти и блоке защиты при аварийном отключении первичной сети питания обеспечивается предусмотренной последовательностью включения цепей питания оперативной памяти и дублированием информации блока защиты в локальной области оперативной памяти.

2.5. КАНАЛЫ ВВОДА-ВЫВОДА

Внешние устройства подключаются к процессору через каналы ввода-вывода, снабженные стандартным интерфейсом (см. гл. 3). Два селекторных и мультиплексных каналы являются стандартным оборудованием, обеспечивающим функции ввода-вывода информации. В типовом комплекте машины первый селекторный канал обладает повышенной пропускной способностью и предназначен для работы с внешней памятью на магнитном диске. Ко второму селекторному каналу подключена внешняя память на магнитной ленте, к мультиплексному – медленно действующие устройства типа печати, считывателей перфоленты, перфокарт и др.

Особенностью оборудования каналов является использование микропрограммной реализации выполняемых функций и аппаратуры процессора. Принятые решения позволили получить достаточно высокую для данного типа ЭВМ пропускную способность каналов при минимальных затратах оборудования.

Каждый из каналов ввода-вывода можно рассматривать как независимый процессор, выполняющий программу, состоящую из одной или нескольких канальных команд. В процессе выборки и выполнения каждой канальной команды канал формирует и модифицирует для соответствующей операции ввода-вывода специальное управляющее слово устройства (УСУ), содержащее:

- код операции;
- начальный (текущий) адрес ОП;
- счетчик передаваемых байт;
- ключ защиты области ОП, используемой в данной операции ввода-вывода;
- признаки, модифицирующие выполняемую операцию;
- признаки состояния канала и ВУ;
- адрес следующей канальной команды.

Мультиплексный канал. Оборудование мультиплексного канала (КМ) составляют регистры для управления интерфейсом ввода-вывода и усилители приема и передачи информации. КМ использует мультиплексную область оперативной памяти (МП) для хранения УСУ, локальную область оперативной памяти (ЛП) и некоторые регистры процессора при выполнении операции ввода-вывода.

КМ может работать в мультиплексном или монопольном режимах. В мультиплексном режиме КМ может управлять в зависимости от объема ОП выполнением до 48 или 112 операций ввода-вывода одновременно в режиме микропрограммных приостановок, в каждой из которых производятся следующие действия:

- содержимое регистров процессора, которые будут использованы каналом, запоминается в специальных (фиксированных) ячейках ЛП;
- считывается УСУ из подканала МП и размещается в регистрах процессора;
- выполняется обмен информацией между ВУ и ОП и модифицируется адрес ОП и счетчик байт на величину, соответствующую количеству переданных байт;
- модифицированное УСУ записывается на свое место в МП,
- восстанавливается состояние регистров процессора из ЛП и продолжается выполнение приостановленной микропрограммы.

Время, затрачиваемое процессором на обслуживание запросов ВУ, подключенных к КМ, зависит от частоты поступления запросов этих ВУ на передачу данных. Скорость передачи данных в мультиплексном режиме составляет 16-26 Кбайт/с

В монопольном режиме КМ выполняет только одну операцию ввода-вывода. При этом УСУ находится в регистрах процессора и канал затрачивает на передачу каждого байта данных 4-6 мкс. Скорость передачи данных составляет до 250 Кбайт/с. Информация между ВУ и ОП передается по одному байту. Управление работой КМ микропрограммное.

Селекторные каналы. Селекторные каналы ЭВМ ЕС-1020 (КС) имеют регистры для хранения кода операции, признаков (флажков), модифицирующих выполнение команды, адреса ОП и счетчика передаваемых байт, ключа защиты ОП, признаков состояния канала, регистров управления интерфейсом и буфера данных. КС используют оборудование процессора (ячейки ЛП) для хранения некоторых частей УСУ. Управление работой КС — смешанное. Начало выполнения команд ввода-вывода, их продолжение (при зацеплении) и окончание производятся микропрограммно, управление передачей данных — аппаратно с целью повышения пропускной способности канала.

Для схемного управления передачей данных между ОП и КС в ЭВМ ЕС-1020 имеется режим аппаратной приостановки, заключающийся в том, что по запросу КС на передачу данных приостанавливается выполнение текущей микропрограммы, блокируется работа БА и ГШ. Приостановка осуществляется на время выполнения каналом цикла обращения к ОП, в котором КС выдает адрес ОП, осуществляет обмен информацией с ОП, модифицирует адрес ОП и счетчик байт, после чего продолжается выполнение приостановленной микропрограммы. Длительность цикла приостановки — 3 мкс.

Между ВУ и КС информация передается по одному байту, а между ОП и КС по два байта (длина слова ОП). В начале или конце операции может передаваться неполное слово ОП, так как начальный адрес ОП и счетчик байт не всегда кратны длине слова ОП.

Для согласования разрядности информационных шин интерфейса и слова ОП, для обеспечения работы ВУ без потери информации в режиме зацепления каждый СК имеет буфер данных. Величина буфера (пять байт) определена из необходимости достижения следующих режимов:

- одновременной работы КС1 и КС2 по передаче данных со скоростью 250 Кбайт/с в каждом канале;
- работы КС1 в режиме зацепления по команде с такими ВУ, как магнитные диски, имеющие ограниченное время ожидания новых команд в некоторых последовательностях, с одновременной работой КС2 в режиме передачи данных;
- работы КС1 и КС2 в режиме зацепления по данным при некоторых ограничениях на частоту запросов ВУ на передачу данных в момент зацепления (FMAX) в зависимости от режимов работы каналов и построения канальных программ (табл. 2.1).

Состояние КС1	Состояние КС2	$F_{\max}(10^3 \text{ с}^{-1})$ при $K=5$	
		КС1	КС2
ЦД	Не работает	105—135	—
ЦД	Передача данных	85—115	200
Не работает	ЦД	—	105—135
Передача данных	ЦД	200	85—115
ЦД	ЦД	52—60	46—55
ЦК	ЦД	200	25—33
ЦД	ЦК	25—33	200

Примечание: ЦД – цепочка данных; ЦК – цепочка команд; К – количество однобайтовых регистров в буфере данных

2.6. ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ

Пульт управления (рис. 2.2) обеспечивает выполнение следующих основных функций: приведение ЭВМ в исходное состояние (сброс), запоминание информации в оперативную память и регистры, индикацию информации, находящейся в оперативной памяти, регистрах и ССП, и первоначальную загрузку программы.



2.2. Пульт управления

Приведение ЭВМ в исходное состояние заключается в приведении в исходное состояние вычислительного устройства, каналов, автономных неразделенных УВУ и ВУ.

При сбросе процессор переводится в состояние «останов», а все ждущие запросы на прерывание уничтожаются. Исправляется четность всей информации, содержащейся в оперативной памяти. Все индикаторы ошибок устанавливаются в нуль. Автономные УВУ не сбрасываются. В разделенном УВУ или разделенном ВУ сигнал сброса из процессора устанавливает в исходное состояние только те функциональные части, которые относятся к данному процессору. Сброс производится также при иницировании первоначальной загрузки программы или при осуществлении последовательности действий по включению питания.

Функция запоминания и индикации позволяет вручную вмешиваться в процесс выполнения программы. Путем использования органов управления пульта можно перевести процессор в состояние «останов», а затем выполнить требуемую функцию. Состояние «останов» достигается в том случае, если задана работа процессора по команде, при достижении предварительно заданного адреса, или при нажатии кнопки ОСТАНОВ. После осуществления нужных действий можно снова запустить процессор. Останов и пуск процессора, исключая фактор времени, сами по себе никаких изменений в выполнении программы не вносят.

Сбои оборудования ЭВМ, возникшие во время действий по запоминанию и индикации, не вызывают немедленного прерывания, но приводят к появлению запроса на прерывание, ожидающего обработки. Прерывание, если оно не замаскировано, будет обработано, если процессор окажется в состоянии «работа».

Первоначальная загрузка программы (ПЗП) предназначена для ввода и запуска программ в том случае, когда содержимое памяти или ССП непригодно для дальнейшей работы.

Для иницирования ПЗП вручную с помощью переключателей пульта указывается адрес (номер) устройства ввода и затем нажимается кнопка ЗАГРУЗКА. При нажатии этой кнопки ЭВМ ЕС-1020 приводится в исходное состояние и вводится с указанного на пульте ВУ программа-загрузчик, которая управляет дальнейшим вводом программы.

При успешном завершении ввода процессор переходит в состояние, определяемое ССП, введенным в процессе ПЗП.

Кроме рассмотренных функций, пульт управления позволяет также производить:
установку заданного адреса команды и микрокоманды;
задание реакции процессора на сбой и на сравнение адресов;
задание режимов работы процессора;
пуск-останов процессора;
управление интервальным счетчиком времени (таймером); прерывание с ПУ; включение-выключение питания.

Глава 3 ВНЕШНИЕ УСТРОЙСТВА

3.1. СТАНДАРТНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ВВОДА-ВЫВОДА

Унифицированная система связей между каналами ЭВМ и устройствами управления внешними устройствами называется стандартным интерфейсом ввода-вывода. В ЕС ЭВМ состав и назначение линий интерфейса, последовательность сигналов при выполнении операций, состав информации о состоянии и его уточнение, временные соотношения и переходные процессы в интерфейсе ввода-вывода так же, как и физическая реализация интерфейса, определены стандартами. Это обеспечивает простоту подключения и полную взаимозаменяемость однотипных внешних устройств. Для обеспечения возможности подключения импортных внешних устройств интерфейс ввода-вывода ЕС ЭВМ логически выполнен совместимым с интерфейсом ввода-вывода системы ИВМ/360.

Интерфейс ЕС ЭВМ реализуется с помощью 34 линий, последовательно обходящих все УВУ, подключенные к каналу. Их можно классифицировать следующим образом:

выходные информационные шины, состоящие из 9 линий (8 информационных и 1 контрольная), по которым передаются данные, адреса устройств и команды из канала в УВУ или из УВУ в ВУ;

входные информационные шины, состоящие из 9 линий (8 информационных и 1 контрольная), по которым передаются данные, адреса устройств и информация о состоянии из УВУ в канал или от ВУ к УВУ;

шесть линий сопровождающих сигналов, предназначенных для идентификации информации, присутствующей на информационных шинах, появление сигнала на одной из них означает, что информация, передаваемая в данный момент по информационным линиям, представляет собой адрес, команду либо информационное слово со стороны канала (абонента);

селекторные линии, используемые каналом для управления работой выбранного УВУ и используемые УВУ для управления работой конкретного ВУ;

линии счетчиков, служащие для управления работой счетчиков времени.

Взаимодействие ВУ с машиной можно представить следующим образом. Процессор осуществляет управление внешними устройствами с помощью четырех команд: НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД, ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД, ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД и ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ.

Команда НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД указывает УВУ и ВУ и заставляет канал выбрать адресное слово канала из фиксированной ячейки основной памяти. Адресное слово канала содержит адрес первой команды канала, определяющей характер операции, которую должен выполнить канал с требуемым ВУ.

Если канал свободен, он пытается выбрать заданные УВУ и ВУ, помещая адрес на выходные информационные шины и посылая по линиям сопровождающих сигналов специальный сигнал — идентификатор. УВУ, опознавшее свой адрес, логически подключается к каналу, информируя его об этом ответной посылкой своего адреса по входным информационным шинам и линиям сопровождения. Канал через интерфейс посылает в УВУ команду и получает по входным информационным шинам сообщение (байт) о состоянии устройства, которое показывает, может ли оно выполнить поступившую команду канала. При благоприятном ответе начинается передача данных в соответствии с содержанием команды канала. По окончании операции передачи данных вырабатываются сигналы «канал кончил», «УВУ кончило» и «ВУ кончило» и происходит логическое отсоединение этих устройств от процессора и друг от друга, позволяя каждому из них принять участие в новом цикле работы.

Любая операция ввода-вывода выполняется путем организации одной из комбинации нескольких последовательностей сигналов, выдаваемых на линии интерфейса в режиме описанного выше диалога. Различия в последовательностях сигналов, вызванные типом канала (селекторным или мультиплексным), наблюдаются в основном при передаче данных. Устройство, работающее в мультиплексном режиме, перед каждым подключением к каналу для передачи байта или группы байт выдает свой адрес. В селекторном и в монопольном режиме устройство связано с каналом от момента получения команды из канала до окончания выполнения ее.

Стандартный интерфейс ЕС ЭВМ определяет не только все последовательности сигналов, необходимых для работы устройств, но и строго регламентирует временные диаграммы этих сигналов, типы соединительных разъемов и размещение линий связи по контактам разъемов.

Помимо основного стандартного интерфейса ввода-вывода существует так называемый малый интерфейс, представляющий собой набор линий и сигналов, передаваемых по ним между устройством управления и внешним устройством. Поскольку внешние устройства и их электромеханическая часть имеют значительные отличия, малый интерфейс стандартизируется в пределах одного типа устройств (например, накопителей на магнитных лентах).

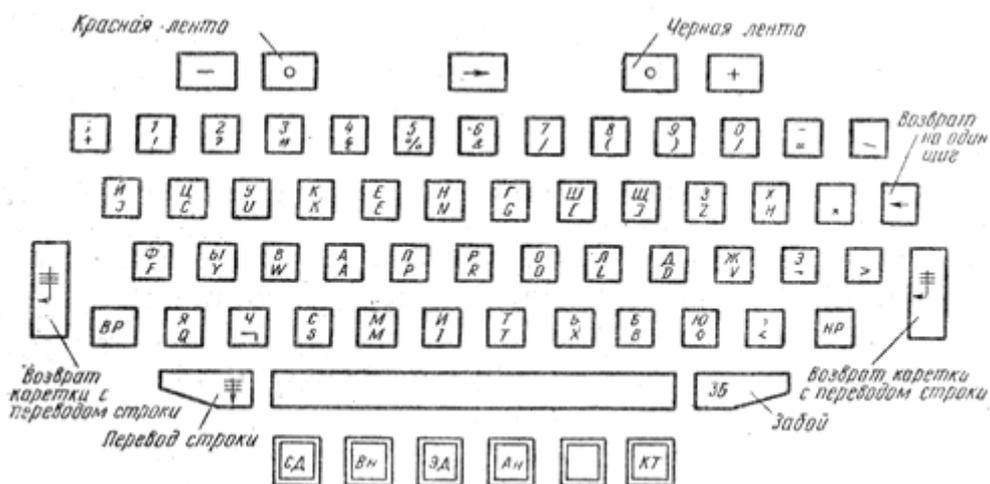
3.2. ПИШУЩАЯ МАШИНКА С БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ

Пишущая машинка с блоком управления (устройство ЕС-7070) предназначена для организации связи оператора с процессором в коде ДКОИ через стандартный интерфейс ввода-вывода. Технические характеристики машинки приведены ниже:

Скорость печати, символ/с	10
Число печатаемых символов	93
Кодирование информации	Код ДКОИ
Число клавиш	43
Тип бумаги, используемой для печати	Рулонная
Ширина бумаги, мм	280
Число копий	5
Красящая лента двухцветная шириной, мм	13
Потребляемая мощность, кВт·А	0,2
Габаритные размеры, мм	1000 × 620 × 900
Масса, кг	160

Устройство ЕС-7070 обеспечивает ввод в ЭВМ информации, набираемой оператором на клавиатуре пишущей машинки «Консул-260.1», прием из ЭВМ и печать двумя цветами на бумажной ленте любого 9-элементного кода, прерывание выполнения текущей программы. Устройство может работать как в мультиплексном, так и в монопольном режимах.

На рис. 3.1. схематически показана клавиатура машинки и кнопки управления.



3.1. Схематическое изображение клавиатуры машинки и кнопок управления

Кнопки управления:

Вн. Используется для выдачи указателя ВНИМАНИЕ, когда устройство находится в состоянии готовности к работе.

КТ (конец текста). Используется при команде ЧИТАТЬ.

Ан (аннулирование). Применяется при команде ЧИТАТЬ для отмены переданного блока информации.

При нажатии любой из трех указанных кнопок внутри каждой кнопки загорается лампа подсветки.

СД (служебное действие). Используется всегда, чтобы действовали кнопки Вн, Ан, КТ.

ЭД (электродвигатель). Предназначен для постоянного включения электродвигателя при готовности устройства к работе.

Пульт управления имеет две панели: панель управления и панель проверки устройства.

На панели управления расположены следующие органы управления и индикации:

специальный ключ с микровыключателем для снятия напряжения питания. Устройство может быть включено только при вставленном ключе;

кнопки ВКЛ и ВЫКЛ для включения и выключения питания на устройстве;

кнопка СВР. ОШ. Используется для снятия блокировки с клавиатуры при одновременном нажатии на кнопку СД, если была зафиксирована ошибка при команде ЧИТАТЬ;

лампа индикации СЕТЬ сигнализирует о наличии питания на входе вспомогательного источника питания;

лампа индикации ПИТ. ВКЛ сигнализирует о подаче питания на устройство;

лампа индикации ЧИТАТЬ сигнализирует о выполнении этой команды;

лампа индикации ГОТОВ сигнализирует о готовности устройства к работе;

лампа индикации НЕ ГОТОВ сигнализирует об отсутствии готовности и требует вмешательства оператора в работу устройства;

лампа индикации ОШ. ОБОРУД сигнализирует об обнаружении ошибки в оборудовании.

На панели проверки устройства расположены:
 тумблер РАБОТА/АВТ РАБОТА. Используется для установки режима работы с ЭВМ или автономного;
 тумблер ПИСАТЬ/ЧИТАТЬ. Предназначается для задания соответствующей команды при автономной проверке устройства.
 тумблер ДИСТАНЦ/МЕСТНОЕ. Используется для переключения на дистанционное или местное управление питанием устройства;
 кнопка СБРОС. Применяется для сброса устройства в автономном режиме;
 лампы индикации К, О, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Используются для указания состояния регистра данных;
 лампа индикации НД. Сигнализирует о поступлении на устройство недопустимой команды;
 лампа индикации К. Сигнализирует об обнаружении ошибки в четности байта информации, поступающей из канала.
 При приеме и передаче информации осуществляется аппаратный контроль на «нечет» побайтно.

3.3. УСТРОЙСТВО ВВОДА С ПЕРФОКАРТ

Устройство ввода с перфокарт ЕС-6012 предназначено для считывания информации, закодированной на перфокартах в виде пробивок, преобразования ее в электрические сигналы и передачи их в ЭВМ. Работа устройства характеризуется следующими данными:

Скорость ввода, карты/мин	600
Ёмкость кармана, карты: подающего приемного	1000 1000
Тип перфокарты	45- и 80-колонные
Принцип считывания	Фотоэлектрический поколонный
Способ представления информации, код: при вводе с преобразованием при вводе без преобразования	КПК-12 Любой
Потребляемая мощность, кВт·А	1
Габаритные размеры, мм	1200 × 500 × 1220
Масса, кг	300

Устройство обеспечивает не менее чем 50-кратное использование перфокарт с любой отперфорированной информацией при коэффициенте заполнения перфокарты до 0,7.

Устройство считывает с перфокарт информацию, представленную в коде перфокарт КПК-12, с преобразованием в код ДКОИ, а также информацию, представленную в любом коде, без аппаратного преобразования. Режим считывания определяется кодом команды.

В устройстве предусмотрены контроль считанной информации на несуществующую комбинацию пробивок, контроль работоспособности каналов считывания и каналов синхронизации перед подачей перфокарты в тракт считывания; контроль на замятие, неподачу или двойную подачу перфокарт; контроль цепей синхронизации по окончании цикла считывания информации с перфокарты.

Устройство ЕС-6012 является синхронным небуферизованным устройством, работа которого не может быть прервана без потери данных. Поэтому ему должен быть присвоен высший приоритет в группе устройств мультиплексного канала. Оно может работать как в мультиплексном, так и в монопольном режимах. Режим работы задается с помощью переключателя, расположенного на инженерном пульте устройства. На пульте оператора размещены органы управления и индикации.

Органы управления (клавиши):

ПУСК. Используется для перевода устройства в состояние готовности к работе;

СТОП. Предназначается для перевода устройства в состояние «не готово» и остановка устройства после окончания текущей команды;

КОНЕЦ КАРТОТЕКИ (клавиша с подсветкой). Обеспечивает считывание последней перфокарты из подающего кармана устройства, а затем переводит устройство в состояние «не готово»;

ПРОГОН. Используется для прогона перфокарты через карточный тракт. Нажатие этой клавиши при состоянии устройства АВТОНОМ запускает его в автономном режиме;

СБРОС. Предназначается для установки всех триггеров устройства в исходное состояние, если устройство не занято выполнением команды, не хранит информацию о состоянии или находится в состоянии АВТОНОМ;

45—80. Переключатель устанавливается в положение, соответствующее вводу 45-или 80-колонных перфокарт.

Органы индикации (лампы индикации):

ПИТАНИЕ ВКЛ. Сигнализирует о подаче питания на устройство;

ГОТОВО. Сигнализирует, что устройство готово к выполнению команды или выполняет ее;

АВТОНОМ. Сигнализирует о переводе устройства в автономный режим работы;

45. Сигнализирует об установлении режима ввода 45-колонных перфокарт;
 80. Сигнализирует об установлении режима ввода 80-колонных перфокарт;
 ВНИМАНИЕ. Сигнализирует об отсутствии перфокарт в подающем кармане, о переполнении приемного кармана, о замятии перфокарт в карточной щели;
 ОШИБКА В ДАННЫХ. Сигнализирует об обнаружении недействительной комбинации пробивок;
 ОШИБКА ПОДАЧИ. Сигнализирует о двойной подаче (т. е. перфокарта прошла блок считывания без команды) или о замятии перфокарты в карточной щели;
 СБОЙ В ОБОРУДОВАНИИ. Сигнализирует об обнаружении сбоя в оборудовании и невозможности выполнения заданной команды.

3.4. УСТРОЙСТВО ВЫВОДА НА ПЕРФОКАРТЫ

Устройство вывода на перфокарты ЕС-7010 предназначено для вывода информации, передаваемой из ЭВМ в виде электрических сигналов, на перфокарты в виде пробивок. Его техническая характеристика приведена ниже:

Скорость вывода, карт/мин	100
Ёмкость кармана, карты: подающего	700
приемного	2 × 500
Тип перфокарты	80-колонная
Принцип перфорации	Электромеханический
Способ представления информации, код	КПК—12
Потребляемая мощность, кВт·А	138 × 550 × 1285
Габаритные размеры, мм	1
Масса, кг	350

Устройство ЕС-7010 обеспечивает вывод информации на 80-колонные перфокарты в коде КПК-12 или любом другом коде без аппаратного преобразования. Режим перфорации определяется кодом команды. Машинный код ДКОИ преобразуется в код КПК-12 самим перфоратором. Можно осуществлять перфорацию всех 256 возможных кодовых комбинаций.

Устройство имеет буферную память емкостью 256 байт, которая заполняется асинхронно. Максимальное количество информации, принимаемой устройством, 160 байт. После заполнения буферной памяти устройство отключается от канала и перфорирует карту.

В устройстве предусмотрен аппаратный контроль на «нечет» побайтно при передаче информации. После перфорации осуществляется контрольное чтение отперфорированной карты и сравнение. Устройство может работать в мультиплексном или монопольном режимах. Режим работы задается с помощью переключателя, расположенного на инженерном пульте устройства

На пульте оператора размещены органы индикации и управления, используемые при эксплуатации устройства. Органы управления:

ПУСК. Используется для подачи первой карты из подающего кармана и переводит устройство в состояние готовности к работе;

СТОП. Используется для перевода устройства в состояние «не готово» после выполнения команды вывода;

ПРОГОН. Предназначается для продвижения перфокарт по тракту движения в приемные карманы без перфорирования при окончании карт в подающем кармане.

Органы индикации (лампы индикации):

ПИТАНИЕ ВКЛ. Сигнализирует о подаче питания на устройство;

ГОТОВО. Сигнализирует, что устройство готово к выполнению команды или выполняет ее;

АВТОНОМ. Сигнализирует о переводе устройства в автономный режим работы;

ОШИБКА ПОДАЧИ. Сигнализирует о замятии перфокарты в карточном тракте или о неподаче карты из подающего магазина;

ОШИБКА ПЕРФ. Сигнализирует об обнаружении ошибки перфорации;

КАРМАНЫ. Сигнализирует о переполнении приемных карманов или об окончании карт в подающем кармане;

КОР. КОНФ. Сигнализирует об отсутствии, неправильной установке или переполнении высечками коробки конфетти.

3.5. ПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Печатающее устройство ЕС-7032 предназначено для преобразования выводимой из ЭВМ информации в виде электрических сигналов в систему печатных знаков на бумаге. Устройство печатает цифры, буквы русского и латинского алфавитов, специальные знаки и его работа характеризуется следующими данными:

Скорость печати, строк/мин	700—880
Число печатных знаков в строке	128
Число печатаемых символов	83
Тип бумаги, используемой для печати	Перфорированная по краю, сложенная в пачки
Ширина бумаги, мм	80—420
Число копий	6
Потребляемая мощность, кВт·А	2,6
Габаритные размеры, мм	1600 × 650 × 1270
Масса, кг	500

Устройство обеспечивает построчную печать с последующим перемещением бумажной ленты. Данные для печати, которая осуществляется параллельным способом, передаются в устройство из канала и накапливаются в буферной памяти емкостью на одну строку (128 байт). После заполнения буферной памяти, производится печать принятой информации независимо от работы канала, т. е. асинхронно.

В качестве красконосителя используется красящая лента на шелковой или нейлоновой основе длиной не более 15 м, которую заменяют после печати примерно 300 000 строк. Устройство может осуществлять пропуск бумажной ленты на одну, две или три строки, а также прогон до установленной позиции бланка при управлении от программной перфоленты. Время перемещения бумажной ленты на одну строку — 15 мс.

В качестве программной перфоленты применяется лента шириной 25,4 мм на лавсановой основе, обеспечивающая управление перемещением бланков с вертикальным размером не более 72 строк. В устройстве предусмотрена возможность для оператора перемещать бумагу на одну строчку или на один бланк.

Устройство осуществляет контроль четности поступающей из канала информации, а также обнаруживает коды неприемлемых символов, может работать в мультиплексном или монопольном режимах. Режим работы задается переключателем, находящимся на инженерном пульте. Для удобства обслуживания в устройстве имеются две панели оператора (основная и вспомогательная), расположенные с лицевой и тыльной сторон соответственно.

На основной панели управления оператора имеются органы индикации и управления, используемые при эксплуатации устройства.

Органы управления (кнопки):

ПУСК. Используется для перевода устройства в состояние готовности к работе;

СТОП. Предназначается для перевода устройства в состояние неготовности;

ПРОГОН. Применяется для прогона бумаги. При установленной программной перфоленте прогон производится на один бланк;

ПРОПУСК. Используется для пропуска бумаги на одну строку;

СТРОКА. Предназначается для перевода устройства в состояние готовности, а после печати одной строки — в состояние неготовности;

СБРОС. Используется для сброса индикаторов КОНЕЦ БУМАГИ и СБОИ БУМАГИ;

ОСТАНОВ БУМАГИ. Применяется для останова перемещения бумаги.

Органы индикации (индикационные кнопки):

ПИТАНИЕ ВКЛ. Сигнализирует о подаче питания на устройство;

ДВИГАТЕЛЬ. Сигнализирует о включении двигателя печатающего механизма и о достижении двигателем привода знакового барабана номинальных оборотов;

ГОТОВО. Сигнализирует, что устройство готово к выполнению команды или выполняет ее;

КОНЕЦ БУМАГИ. Сигнализирует о необходимости заправки в устройство новой пачки бумаги;

СБОИ БУМАГИ. Сообщает, что произошло обращение к несуществующему на управляющей перфоленте «каналу» либо обращение к ленте при выключенном тумблере перфоленты;

СБОИ В ОБОРУД. Сигнализирует об обнаружении ошибки при обработке информации в схеме управления печатающим устройством;

ПИТ. ОТКЛ. Сообщает о выключении источников питания.

3.6. УСТРОЙСТВО ВВОДА С ПЕРФОЛЕНТ

Устройство ввода с перфоленты ЕС-6022 предназначено для считывания информации, нанесенной на бумажную перфоленту в виде пробивок, преобразования ее в электрические сигналы и передачи их в ЭВМ. Характеристики устройства приведены ниже:

Скорость ввода, строк/с	1500
Тип перфоленты	5—8 дорожковая
Ширина перфоленты, мм	17,5 и 25,4
Принцип считывания	Фотоэлектрический
Способ представления информации, код:	

при вводе в режиме копии	Любой
при вводе с преобразованием	КОИ-7
Потребляемая мощность, кВт·А	0,5
Габаритные размеры, мм	1200 × 500 × 1190
Масса, кг	300

В качестве носителя информации в устройстве могут быть использованы 5, 6, 7- и 8-дорожжковые перфоленты (форма, размеры и расположение кодовых отверстий согласно ГОСТ 10860-68 или по рекомендациям ISO). Информация может вводиться в режиме копии или в режиме преобразования кода (в последнем случае только с 8-дорожжковой перфоленты, на которой нанесена информация в коде ГОСТ 1305-67) с контролем по четности, по нечетности и без контроля.

Устройство может работать в мультиплексном или монопольном режимах. Режим работы задается переключателем, расположенным на инженерном пульте устройства, на пульте оператора имеются органы управления и индикации, необходимые для оценки функционирования устройства при работе в составе ЭВМ или в автономном режиме.

Органы управления:

переключатель ЧЕТ-НЕЧЕТ-ОТКЛ. Задает режим контроля информации, считываемой с перфоленты; переключатель 8-5-6-7. Устанавливается в соответствии с числом информационных дорожек на перфоленте, предназначенной для ввода;

тумблер ЗАБОЙ. Блокирует передачу в канал «забойных» символов;

тумблер БЛК ДОР. Блокирует информацию с любой одной выбранной дорожки;

тумблеры КОНЕЦ ЗАПИСИ. Предназначены для набора кода символа, по которому произойдет останов считывателя;

клавиша ПУСК. Используется для перевода устройства в состояние готовности к работе;

клавиша СТОП. Используется для перевода устройства в состояние «Не готово» и останова устройства после завершения текущей команды;

клавиша (с подсветкой) ПРОГОН. Применяется для прогона перфоленты без передачи считанной информации;

клавиша (с подсветкой) ШАГ. Используется для перемещения перфоленты на одну строку без передачи информации;

клавиша (с подсветкой) КОНЕЦ КАРТОТЕКИ. Включается при вводе последнего отрезка (рулона) перфоленты;

клавиша СБРОС. Предназначается для установки всех триггеров устройства в исходное состояние.

Органы индикации (лампы индикации):

ПИТАНИЕ ВКЛ. Сигнализирует о подаче питания на устройство;

ГОТОВО. Сигнализирует, что устройство готово к выполнению команды или выполняет ее;

АВТОНОМ. Сообщает о переводе устройства в автономный режим работы;

СБОЙ В ОБОРУД. Сигнализирует, что произошел сбой в оборудовании и заданная команда не может быть выполнена;

ОШИБКА В ДАННЫХ. Сигнализирует об обнаружении ошибки в коде символа;

ПОТЕРЯ СИМВОЛА. Сообщает о потере символа при останове перфоленты.

Устройство позволяет осуществлять ввод информации с коротких отрезков перфоленты (от 10 см до 10 м) без специальных приспособлений. Для ввода перфолент длиной до 300 м предусмотрена специальная подающая кассета.

3.7. УСТРОЙСТВО ВЫВОДА НА ПЕРФОЛЕНТУ

Устройство вывода на перфоленту ЕС-7022 предназначено для вывода информации, передаваемой из ЭВМ в виде электрических сигналов, на бумажную перфоленту в виде пробивок. Технические характеристики приведены ниже:

Скорость вывода, строк/с	150
Тип перфоленты	5—8-дорожжковая
Ширина перфоленты, мм	17,5 и 25,4
Принцип перфорации	Электромеханический
Способ представления информации, код:	
при выводе в режиме копии	Любой
при выводе с преобразованием	КОИ-7
Потребляемая мощность, кВт·А	0,5
Габаритные размеры, мм	1200 × 500 × 1370
Масса, кг	300

В режиме преобразования из кода КОИ-8 в код ГОСТ 13052—67 информация может выводиться на 8-дорожковую перфоленту, в режиме копии - на 5-8-дорожковую перфоленту с дополнением количества прибавок до четности, нечетности или без дополнения. Ширина перфоленты равна 17,5 и 25,4 мм (5- и 8-дорожковая соответственно) по ГОСТ 1391—70 с диаметром бобины 200±6 мм. Ширина перфоленты устанавливается путем замены тракта перфоленты в перфораторе. Расположение информации на перфоленте, форма, размеры кодовых и транспортно-отверстий соответствуют ГОСТ 10860—68. Одновременно с перфорацией символа перфорируется отверстие на транспортной дорожке перфоленты. После перфорации символа перфолента транспортируется на одну позицию.

В устройстве предусмотрены следующие типы аппаратного контроля: принимаемой информации по модулю 2 (побайтно) и на несуществующую комбинацию пробитов; контроль неверного преобразования символа в режиме преобразования; контроль наличия сигналов на неиспользованных шинах в режиме копии; контроль невключения электродвигателя перфоратора по команде и останов электродвигателя; контроль на обрыв (конец) перфоленты.

Устройство может работать в мультиплексном и монопольном режимах. Режим работы задается переключателем, находящимся на инженерном пульте.

На пульте оператора расположены органы управления и индикации, которые необходимы для оценки функционирования устройства при работе в составе ЭВМ или в автономном режиме.

Органы управления:

переключатель ЧЕТ-НЕЧЕТ-ОТКЛ. Задает режим вывода информации на перфоленту с дополнением до четности, нечетности или без дополнения;

переключатель 8-5-6-7. Определяет разрядность выводимых на перфоленту символов в режиме копии и применяется для контроля сигналов на неиспользуемых информационных шинах;

тумблер БЛК. КОНТРОЛЯ НШ. Применяется для блокировки контроля информации на неиспользуемых шинах в режиме копии;

тумблеры КОНЕЦ ЗАПИСИ. Предназначаются для набора кода символа, перфорируемого в конце последовательности выводимых символов;

клавиша ПУСК. Используется для перевода устройства в состояние готовности к работе;

клавиша СТОП. Используется для перевода устройства в состояние «не готово» после выполнения команды вывода;

клавиша ТРАНСПОРТ. Применяется для ручной транспортировки перфоленты с перфорацией транспортной дорожки;

клавиша СБРОС. Используется для установки всех триггеров устройства в исходное состояние.

Органы индикации (лампы индикации):

ПИТАНИЕ ВКЛ. Сигнализирует о подаче питания на устройство;

ГОТОВО. Сигнализирует о готовности устройства к выполнению команды или выполняет ее;

АВТОНОМ. Сигнализирует о переводе устройства в автономный режим работы;

СБОЙ В ОБОРУД. Сообщает о невключении электродвигателя перфоратора по команде вывода или об останове электродвигателя или о пропадании импульсов синхронизации в процессе выполнения команды записи;

ОШИБКА В ДАННЫХ. Сигнализирует о неверной передаче символа по информационным каналам устройства или о наличии сигналов на неиспользуемых шинах;

КОНЕЦ ЛЕНТЫ. Сигнализирует об окончании или обрыве бумажной ленты в перфораторе.

3.8. НАКОПИТЕЛЬ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

Накопитель на магнитной ленте ЕС-5010 предназначен для записи, хранения и воспроизведения больших массивов информации, используется в качестве внешней памяти ЭВМ, и имеет следующие технические характеристики:

Емкость, байт	25·10 ⁶
Плотность записи, строк/мм	8 и 32
Способ записи	Без возврата к нулю, с инверсией по единице (НВН-1)
Способ считывания информации	При прямом и обратном движениях ленты
Скорость движения ленты, м/с	2
Число дорожек	9
Размеры магнитной ленты:	
длина, м	732
ширина, мм	12,7
толщина, мкм	45—55
Величина промежутка между зонами, мм	25—30
Число прогонов записанной информации без ее восстановления	50000
Время перемотки на рабочей скорости, мин	6
Потребляемая мощность, кВт·А	2

Габаритные размеры, мм
Масса, кг

1786 × 705 × 750
450

Накопитель работает с магнитными лентами, проверенными и отбракованными для записи с плотностью 32 строк/мм по всей ширине ленты. В накопителе используется сдвоенный блок магнитных головок (БМГ) записи-воспроизведения, обеспечивающий контрольное воспроизведение непосредственно после записи. Запись информации с выравниванием (компенсацией статического перекоса БМГ записи) осуществляется при движении магнитной ленты в прямом направлении, когда лента перематывается с правой (подающей) катушки на левую (приемную). Информация с выравниванием (компенсацией статического перекоса БМГ воспроизведения) воспроизводится при движении ленты в обоих направлениях, и стирается головкой стирания по всей ширине ленты в процессе записи.

В накопителе предусмотрена механическая блокировка записи при отсутствии кольца разрешения записи в правой катушке. Накопитель на магнитной ленте воспринимает внешние команды в режиме «автоматическое управление» только в том, случае, если его номер, выставленный переключателем номера на панели управления накопителя, соответствует номеру шины, возбужденной ЭВМ.

Накопитель ЕС-5010 может работать в двух режимах: автономном управлении с панели управления накопителя; автоматическом управлении с ЭВМ или прибора контроля накопителя ПКН (см. гл. 7).

На пульте управления расположены следующие кнопки управления:

ВКЛ. Используется для включения и индикации включения питания;

ВЫКЛ. Предназначается для выключения питания и индикации аварии по питанию;

ЗАГРУЗКА. Применяется для включения режима, «загрузка» накопителя и индикации состояния накопителя после выполнения загрузки;

РАЗГРУЗКА. Используется для включения и индикации режима «разгрузка» накопителя;

ГОТОВ. Используется для перевода накопителя в режим автоматического управления и индикации этого режима;

ВПЕРЕД. Предназначается для включения и индикации движения ленты вперед;

НАЗАД. Используется для включения и индикации движения ленты назад;

СБРОС. Применяется для прекращения всех режимов работы накопителя.

При нажатии любой кнопки управления должны загораться лампочки подсветки, подтверждающие прохождение команды.

На панели управления слева расположен переключатель логического номера устройства и имеются три индикационные лампы:

КОНЕЦ ЛЕНТЫ. Сигнализирует об окончании ленты, т. е. прочитан маркер конца ленты;

АВАРИЯ. Сигнализирует о неисправности в тракте движения ленты или в вакуумной системе;

ЗАЩИТА ЗАПИСИ. Сигнализирует об установке кассеты с кольцом защиты записи и, следовательно, о возможности выполнения записи на ленту.

3.9. УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ НАКОПИТЕЛЯМИ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

Устройство управления накопителями на магнитной ленте ЕС-5511 предназначено для подключения внешних запоминающих устройств на магнитной ленте к каналам ввода-вывода ЭВМ. Технические характеристики устройства приведены ниже:

Число подключаемых накопителей	До 8
Режим работы с каналом	Монопольный
Скорость передачи данных (при плотности записи 8 и 32 строк/мм), кбайт/с	16 и 64
Потребляемая мощность, кВт·А	1
Габаритные размеры, мм	1200 × 750 × 1600
Масса, кг	500

К устройству управления может быть подключено до 8 накопителей типа ЕС-5010 или ЕС-5012М, использующих метод записи НВН-1 (без возврата к нулю, с инверсией по единице). Обмен данными с каналом устройство осуществляет только в монопольном режиме и обеспечивает последовательное выполнение всех команд с каждым из 8 накопителей.

Устройство имеет средства для контроля обрабатываемой информации и контроля работы оборудования. Сведения об обнаруженных ошибках в информации и работе оборудования передаются в канал. Использование циклического контроля в устройстве позволяет исправлять групповые и одиночные ошибки при повторном считывании, если ошибки появляются только на одной дорожке. Ошибки, возникшие более чем на одной дорожке в процессе считывания информации с ленты, обнаруживаются, но не корректируются. Циклический контроль используется только при плотности записи-считывания информации 32 строк/мм.

Устройство имеет два режима работы: автономный и комплексный и переключается из автономного режима в комплексный (режим работы с каналом) с пульта управления. Пульт управления устройством и пульт индикации обеспечивают возможность проверки и наладки устройства в автономном режиме. Кроме того, устройство может работать на два канала одной или разных ЭВМ. При подключении к двум каналам оно работает последовательно с каждым из них.

3.10. НАКОПИТЕЛИ НА СМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ

Накопители на сменных магнитных дисках ЕС-5056 и ЕС-5052 используются в качестве внешней памяти ЭВМ, обеспечивая прием, хранение и выдачу информации. В табл. 3.1 приведены данные этих накопителей.

Каждая поверхность диска содержит 203 концентрически расположенные дорожки, на которые записывается информация. Дорожки нумеруются от наружного края диска к центру. На каждую дорожку помещаются 3625 байт.

Таблица 3.1

Показатели	Накопители	
	ЕС-5056	ЕС-5052
Пакет дисков:		
емкость, мбайт	7,25	7,25
число дисков	6	6
количество рабочих поверхностей	10	10
число дорожек на каждой поверхности	203	203
диаметр диска, мм	356	356
покрытие поверхности диска	Ферролаковое	
скорость вращения дисков, об/мин	2400	2400
Плотность записи информации, бит/мм:		
для внешней дорожки	30	30
для внутренней дорожки	44	44
Метод записи информации	Двухчастотный	
Скорость передачи данных, кбайт/с	156	156
Среднее время поиска информации, мс	87	60
Время смены пакета дисков, мин	2	1
Тип головки	Плавающий	
Потребляемая мощность, кЗА	1,5	0,6
Габаритные размеры, мм	610 × 1050 × 1105	772 × 610 × 975
Масса, кг	260	167

Физически дорожки представляют собой окружности на диске. Для указания начальной точки записи на дорожках на нижнем диске пакета имеется отверстие, опознаваемое при каждом полном обороте. Эта отметка, называемая маркером начала оборота, обеспечивает определение начала информации, записанной на дисках. Над каждой стороной диска размещается группа головок, состоящая из головки записи-чтения и головки стирания. Информация записывается последовательно по концентрическим дорожкам магнитных дисков. Структура записи информации по дорожкам (адрес, длина массива, управление) определяется устройством управления. Дорожки одного и того же диаметра на разных дисках образуют как бы концентрические круговые цилиндры. Схемы электронной коммутации выбирают одну из 10 головок записи-чтения, с помощью которой информация записывается или считывается по одной из 10 дорожек цилиндра. Таким образом, надлежащее размещение связанных между собой данных уменьшает число перемещений головок и тем самым сокращает время доступа или (как еще говорят) время поиска информации. Головки не касаются поверхности дисков, а плавают над ними на воздушной подушке, образующейся при вращении дисков.

Сменный пакет дисков помещается в специальный контейнер-футляр, предохраняющий пакет от повреждений при переноске и хранении. После установки пакета дисков на валу накопителя верхняя часть футляра снимается. При запуске накопителя, когда пакет дисков достигает скорости вращения 2400 об/мин, загорается лампочка (табло) ГОТОВ. Пять держателей головок, несущих по две головки записи-чтения каждый, вдвигаются между дисками так, что 10 головок располагаются друг над другом, образуя цилиндр. Каждый накопитель имеет пульт управления, на котором расположены органы управления и индикации. Управление же работой накопителей осуществляется устройством управления ЕС-5551.

3.11. УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ НАКОПИТЕЛЯМИ НА МАГНИТНЫХ ДИСКАХ

Устройство управления накопителями на магнитных дисках ЕС-5551 предназначено для подключения внешних запоминающих устройств на магнитных дисках (и барабанах) к каналам ввода-вывода ЭВМ.

Данные, характеризующие его работу, приведены ниже:

Число подключаемых накопителей	До 8
Режим работы с каналом	Монопольный
Скорость передачи данных, Кбайт/с	156
Потребляемая мощность, кВт·А	1
Габаритные размеры, мм	1200 × 750 × 1600
Масса, кг	500

К устройству управления могут быть подключены накопители типа ЕС-5056, ЕС-5052. Устройство ЕС-5551 подключается к селекторному каналу. Обмен данными с каналом устройство управления осуществляет только в монопольном режиме и обеспечивает последовательное выполнение всех команд с каждым из подключенных к нему накопителей. Скорость передачи информации из устройства управления в канал и обратно составляет 156 Кбайт/с. Устройство обеспечивает разносторонний контроль обрабатываемой информации и контроль работы оборудования. Вся информация, поступающая в устройство из канала, контролируется по модулю 2 (контроль на «нечет» побайтно). Для контроля информации, считываемой из накопителя, устройство управления формирует два байта циклического контроля, которые записываются в конце каждого поля записи. При считывании информации байты циклического контроля подсчитываются устройством управления и сравниваются с соответствующими байтами, считанными из накопителя. Сведения об обнаруженных ошибках в информации и работе оборудования передаются в канал.

Устройство имеет два режима работы: автономный и комплексный и переключение из автономного режима в комплексный (режим работы с каналом) осуществляется с помощью переключателя, расположенного на инженерном пульте устройства. Пульт управления устройства обеспечивает возможность проверки и наладки устройства в автономном режиме. Устройство может работать на два канала одной или разных ЭВМ. При подключении к двум каналам с каждым из них оно работает последовательно.

3.12. УСТРОЙСТВО ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ НА ПЕРФОКАРТАХ

Устройство УПП-2М, предназначенное для нанесения информации в виде пробивок на 80-колонные перфокарты в кодах, принятых в ЕС ЭВМ, работает в двух режимах: с ручным управлением и программным и обеспечивает выполнение следующих операций: нанесение информации в виде пробивок на 80-колонные перфокарты с помощью клавиатуры пишущей машинки «Консул-260.1» с печатью наносимой информации на бланке; дублирование без печати; дублирование с печатью; многократную перфорацию; однократное дублирование и исправление информации; однократный пропуск перфокарты на одну колонку; полный пропуск перфокарты; печать данных с перфокарт; печать отперфорированных данных и печать данных клавиатуры.

Технические характеристики устройства приведены ниже:

Скорость ручной перфорации, колонки/с	10
Скорость дублирования пробивок, колонки/с	25
Число пробиваемых отверстий в колонке перфокарт	До 12
Емкость карманов, карты:	
подающего	1000
приемного	1000
Потребляемая мощность, кВт·А	0,5
Габаритные размеры, мм:	
стола	1070 × 650 × 960
перфоратора со встроенными блоками питания	880 × 370 × 1000
Масса, кг	240

Устройство содержит органы управления и индикации, которые расположены на передней панели пишущей машинки, пульте оператора и пульте управления.

В составе ЭВМ ЕС-1020 вместо двух устройств УПП-2М. могут поставяться два перфоратора ПА80-2/3М и один контрольный КА80-2/3М. Перфоратор ПА80-2/3М выполняет перфорацию ручным набором цифр, букв, знаков в коде, принятом для ЕС ЭВМ; однократный пропуск перфокарты без перфорации на одну колонку; многократный пропуск перфокарт без перфорации на любое число колонок; полный пропуск перфокарт без перфорации; автоматическую перфорацию постоянных признаков с карты-шаблона; автоматическую перфорацию серии идентичных перфокарт с карты-шаблона; подсчет перфокарт, прошедших через перфоратор; перфорацию в одной колонке любой кодовой комбинации с числом пробивок до 8.

Работа перфоратора характеризуется следующими данными:

Скорость ручной перфорации, колонки/с	12
Число пробиваемых отверстий в колонке перфокарты	До 8

Емкость карманов, карты:	
подающего	250
приемного	250
Потребляемая мощность, кВт·А	0,8
Габаритные размеры, мм	1030 × 780 × 1050
Масса, кг	160

Перфоратор ПА80-2/ЗМ имеет органы управления и индикации, которые используются при эксплуатации устройства.

Контрольщик КА80-2/ЗМ предназначен для контроля информации, отперфорированной на стандартных 80-колонных перфокартах в кодах, принятых для ЕС ЭВМ, и выполняет контроль перфорации перфокарт в соответствии с данными первичных документов в коде, принятом для ЕС ЭВМ; автоматический контроль перфорации с карты-шаблона; однократный пропуск перфокарт с контролем на одну колонку без перфорации; многократный пропуск перфокарт без контроля на любое число колонок; полный пропуск перфокарт без контроля с любой колонки; автоматический КQHT-роль серии идентичных перфокарт с карты-шаблона; гашение ошибки оператора; подсчет перфокарт, прошедших через контрольщик; контроль перфорации в одной колонке любой кодовой комбинации с числом пробивок до 8.

Данные о работе контрольщика, имеющего органы управления и индикации, используемые при эксплуатации устройства, приведены ниже:

Скорость считывания, колонок/с	12
Емкость карманов, карты:	
подающего	250
приемного	250
Потребляемая мощность, кВт·А	0,6
Габаритные размеры, мм	1030 × 780 × 1050
Масса, кг	140

3. 13. УСТРОЙСТВО ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ НА ПЕРФОЛЕНТЕ

Устройство ЕС-9020 предназначено для подготовки, расшифровки и обработки информации на перфолентах в кодах, принятых в ЕС ЭВМ. Оно выполняет следующие операции: нанесение алфавитно-цифровой информации в виде отверстий на перфоленку с помощью клавиатуры пишущей машинки «Консул-260.1» и печать наносимой информации на бланке; репродукцию перфоленки; сравнение двух перфоленок; контроль информации на перфоленке путем ее сравнения с информацией, набираемой на клавиатуре пишущей машинки; сравнение двух перфоленок с реперфорацией третьей перфоленки; сравнение двух перфоленок с реперфорацией третьей и распечаткой информации с перфоленки на бланк; распечатку информации с перфоленки на бланк.

Технические характеристики устройства:

Скорость обработки информации в режимах, связанных с работой пишущей машинки, строк/с	До 10
Скорость обработки информации в режимах сравнения, реперфорации и сравнения с реперфорацией, строк/с	50
Потребляемая мощность, кВт·А	0,75
Габаритные размеры, мм:	
стола	1450 × 700 × 950
шкафа	750 × 500 × 970
Масса, кг	Не более 300

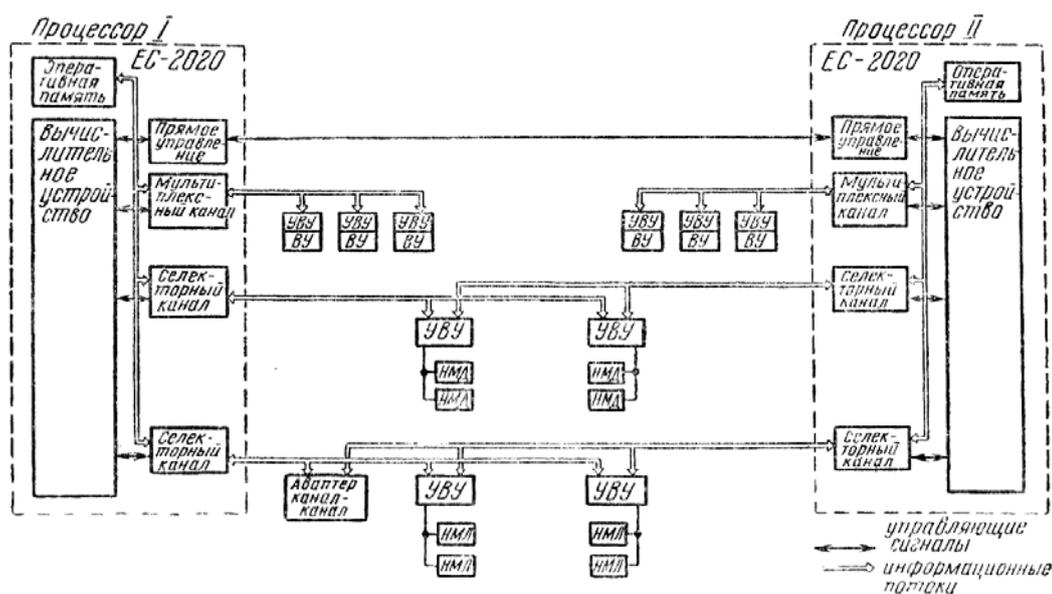
В устройстве, включающем органы управления и индикации, расположенные на передней панели пишущей машинки, пульте оператора и пульте управления, предусмотрен режим исправления ошибок оператора.

Глава 4 МУЛЬТИСИСТЕМНЫЕ СВОЙСТВА ЭВМ ЕС-1020

На основе ЕС-1020 и технических средств ЕС ЭВМ возможно построение многопроцессорных и многомашинных комплексов.

Процессоры мультисистемы могут обмениваться как управляющей информацией (одиночными сигналами и байтами), так и потоками информации.

Связь между процессорами ЕС-2020, входящими в систему, может осуществляться на трех уровнях: по шинам прямого управления, через разделенные устройства управления внешними устройствами и через адаптер «Канал-канал». Шины прямого управления целесообразно использовать для передачи управляющей информации и в случае невысоких скоростей передачи и небольших объемов обмена данными. По связям второго типа возможен быстрый обмен информацией большими массивами и с высоким быстродействием. В качестве разделенных ВУ, образующих общее поле внешней памяти, могут быть использованы магнитные диски и магнитные ленты. Через адаптер «Канал-канал» обмен информацией может производиться большими массивами со скоростью определяемой пропускной способностью менее скоростного из двух связанных через адаптер каналов.



4.1. Конфигурация системы на базе ЭВМ ЕС-1020

Для организаций мультисистемы не обязательно наличие всех видов связи между процессорами, некоторые из них могут отсутствовать. Однако наличие всех видов связи увеличивает гибкость системы и позволяет лучше использовать возможности и преимущества мультисистемы (рис. 4.1). Процессоры мультисистемы могут быть удалены друг от друга на расстояние до 50 м.

4.1. ПРЯМОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Прямое управление позволяет осуществить связь между двумя процессорами или между процессором и специальными внешними устройствами посредством специальных команд ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ, ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ, интерфейса ПРЯМОГО УПРАВЛЕНИЯ и механизма внешних прерываний через интерфейс прямого управления.

Интерфейс ПРЯМОГО УПРАВЛЕНИЯ содержит систему однобайтовых входных и выходных информационных шин, шин сигналов синхронизации и соответствующих им линий управления. По командам ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ и ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ можно передавать один байт информации через интерфейс прямого управления.

Для передачи информации между процессорами инициирующий процессор выполняет команду ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ и возбуждает сигнал внешнего прерывания, который воспринимает второй процессор, и, выполняет соответственно команду ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ. По команде ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ байт информации читается из ОП по адресу, указанному в команде, и передается через интерфейс прямого управления. Второй процессор принимает его и по команде ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ записывает в ОП по адресу, указанному в этой команде, сообщая о приеме байта информации выдачей сигнала прерывания.

Для передачи информации внешнему устройству процессор по линиям синхронизации и управления приводит нужное ВУ в готовность, а затем выполняет команду ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ. ВУ подтверждает прием байта информации выдачей сигнала прерывания.

Для передачи информации процессору ВУ выдает сигнал прерывания. Процессор принимает его и выполняет

команду ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ, по которой принимает байт информации с входных шин интерфейса и записывает в ОП.

4.2. РАЗДЕЛЕННЫЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ ВУ

УВУ, доступные для нескольких каналов одного или разных процессоров, называются разделенными. Накопители на магнитных лентах и магнитных дисках могут быть разделены между двумя процессорами, работающими в мультисистеме. Через разделенные УВУ канал любого процессора может связываться с этими внешними устройствами. При подключении разделенного УВУ с накопителями на магнитных лентах к двум каналам УВУ с каждым из них работает последовательно. Во время работы УВУ с одним каналом оно недоступно для другого канала.

Для взаимосвязанных переключений каналов предусмотрены команды РЕЗЕРВИРОВАНИЕ и РАЗЪЕДИНЕНИЕ, относящиеся к основным командам и являющиеся модификациями команды УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ. По команде РАЗЪЕДИНЕНИЕ, полученной от канала, выдавшего команду РЕЗЕРВИРОВАНИЕ, сбрасываются условия резервирования, а в другой канал выдается байт состояния с указателем УВУ КОНЧИЛО. После этого УВУ свободно для работы с любым каналом.

Накопители на магнитной ленте могут быть общими для обоих процессоров или разделены между ними. УВУ с накопителями на магнитных дисках могут быть также подключены к двум каналам разных процессоров, работающих в мультисистеме.

Взаимодействие разделенного УВУ, управляющего накопителями на магнитных дисках, с каналами осуществляется через блок связи с каналами с помощью управляющей программы. Эта программа определяет состояние переключателя выбора канала, который имеет три логических состояния:

- разрешено логическое подсоединение только к каналу А;
- разрешено логическое подсоединение только к каналу В;
- разрешено логическое подсоединение к любому каналу (нейтральное состояние).

Если переключатель выбора канала находится в нейтральном состоянии, УВУ логически подсоединяется к тому каналу, который первым выдает последовательность сигналов выборки, необходимой для логического подсоединения УВУ к каналу. Переключатель выбора канала переходит в состояние, разрешающее логическое подсоединение только к этому каналу, и перевод его в нейтральное состояние осуществляется после логического отключения УВУ от канала и завершения операции с накопителем. Если один канал (А) обращается к УВУ в то время, когда переключатель выбора канала находится в состоянии, разрешающем логическое подсоединение к другому каналу (В), этот канал получает байт состояния, указывающий на занятость устройства. Как только переключатель выбора канала перейдет в нейтральное состояние, в этот канал будет послан байт состояния с указателем УВУ КОНЧИЛО.

Команда РЕЗЕРВИРОВАНИЕ для УВУ накопителями на магнитных дисках ЕС-5551 позволяет резервировать определенный накопитель в отличие от УВУ накопителями на магнитной ленте ЕС-5511, где производится резервирование всего УВУ. Накопитель остается зарезервированным для работы с этим каналом до тех пор, пока канал не передаст команду, при выполнении которой снимаются условия резервирования, или не выполнит общий сброс.

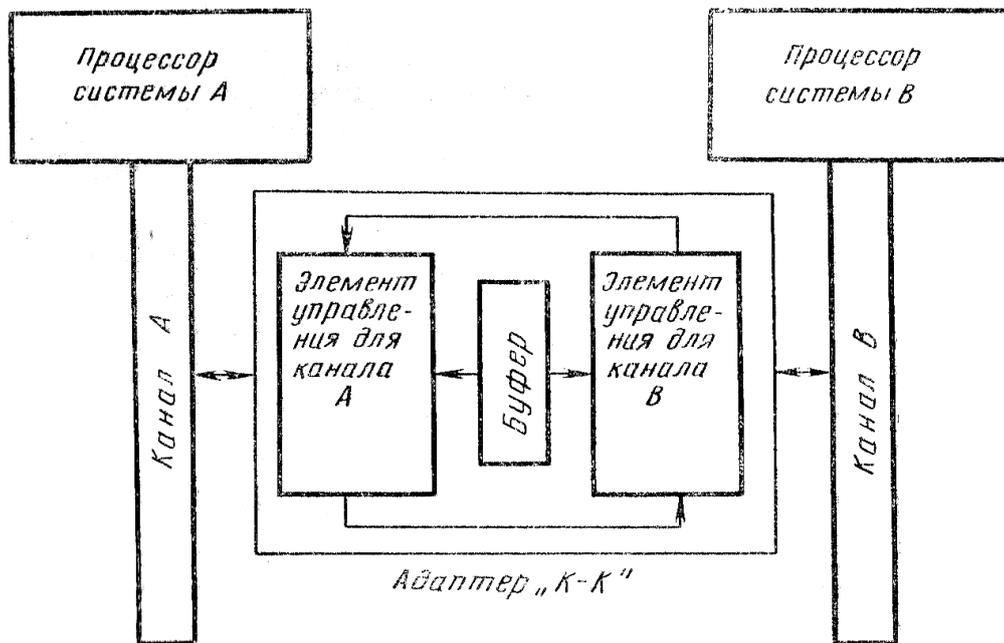
4.3. АДАПТЕР «КАНАЛ-КАНАЛ»

Адаптер «Канал-канал» (АКК) является специальным устройством, имеющимся в ЕС ЭВМ. Он дает возможность выполнять операции между двумя каналами и синхронизировать эти операции, может быть использован как в многопроцессорных, так и в однопроцессорных системах. В многопроцессорных системах он может устанавливать быструю связь между каналами двух моделей ЕС ЭВМ, в однопроцессорных — перемещать блоки данных из одной области ОП в другую с помощью каналов этой системы.

Адаптер, связанный с двумя каналами посредством интерфейса ввода-вывода, в некоторых моделях ЕС ЭВМ устанавливается в одном из двух каналов, занимая в интерфейсе каждого из этих каналов одно место для подключения УВУ. В этом случае в канале адаптеру присваивается наивысший приоритет из устройств управления, в другом канале ему может присваиваться любой приоритет. ЭВМ ЕС-1020 может быть подключена к другой модели ЕС ЭВМ, имеющей в своем составе адаптер «Канал-канал».

Адаптер работает в монопольном режиме и передает данные со скоростью менее скоростного канала, связанного с ним. Он может связывать мультиплексные и (или) селекторные каналы. В некоторых моделях ЕС ЭВМ, используемых в однопроцессорных системах, адаптер должен связывать только селекторные каналы.

Оба канала, подключенные к адаптеру, являются равнозначными. Каждый из них может начать любую операцию ввода-вывода, причем канал, начинающий операцию, является иницилирующим и определяет операцию, в то время как второй канал, в данный момент исполняющий операцию, является исполнительным и согласует свою работу с иницилирующим каналом.



4.2. Поток данных через адаптер «Канал-канал» в мультисистеме

Для каждого из каналов, с которым соединяется адаптер, он является одним из УВУ. Адаптер выбирается и отвечает таким же образом, как любое УВУ, и по существу таким же образом, как и любое УВУ, он принимает и декодирует команды из канала. Однако адаптер отличается от УВУ тем, что использует эти команды не для работы и управления ВУ, а для связи между двумя каналами, которые он соединяет и затем синхронизирует работу, выполняемую между двумя каналами.

Адаптер функционально состоит из двух элементов управления, подсоединенных к общему буферному однобайтовому регистру и связанных между собой через этот регистр посредством нескольких сигнальных линий. Один из двух элементов управления обслуживает один канал, а второй — другой канал (рис. 4.2). Обслуживание адаптера обеспечивается операционной системой.

Глава 5 СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ И КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЭВМ ЕС 1020

Системой элементов называется комплекс логических и специальных элементов и узлов, на основе которых построена структурная схема вычислительной машины ЭВМ ЕС-1020. Для построения схем этих элементов используются в основном радиоэлектронные детали (интегральные схемы, резисторы, конденсаторы, полупроводниковые диоды и триоды, линии задержки и др.).

По своему назначению элементы ЭВМ можно подразделить на следующие категории:

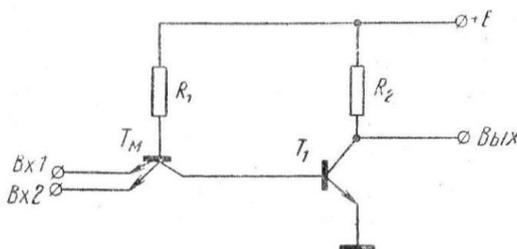
логические элементы — схемы (И), (ИЛИ), (НЕ) и их комбинации; элементы памяти для кратковременного или длительного хранения цифровой информации — триггеры. Все логические элементы ЭВМ ЕС-1020 в основном реализованы на интегральных микросхемах серии 155;

специальные элементы — задающие генераторы, элементы формирования импульсов (элементы задержки, одновибраторы, генераторы одиночных импульсов) и др. Все специальные элементы ЭВМ ЕС-1020 строятся на дискретных компонентах (линиях задержки, резисторах, конденсаторах и полупроводниковых приборах). В состав спецэлементов могут входить и интегральные микросхемы серии 155.

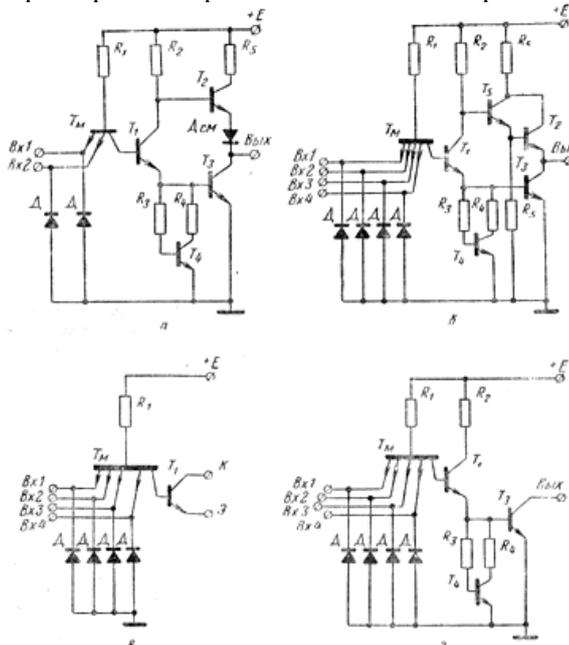
5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ СЕРИИ 155

Микросхемы серии 155 относятся к категории транзисторно-транзисторных логических схем и содержат во входной цепи многоэмиттерные транзисторы (T_M), представляющие собой специфические интегральные полупроводниковые приборы.

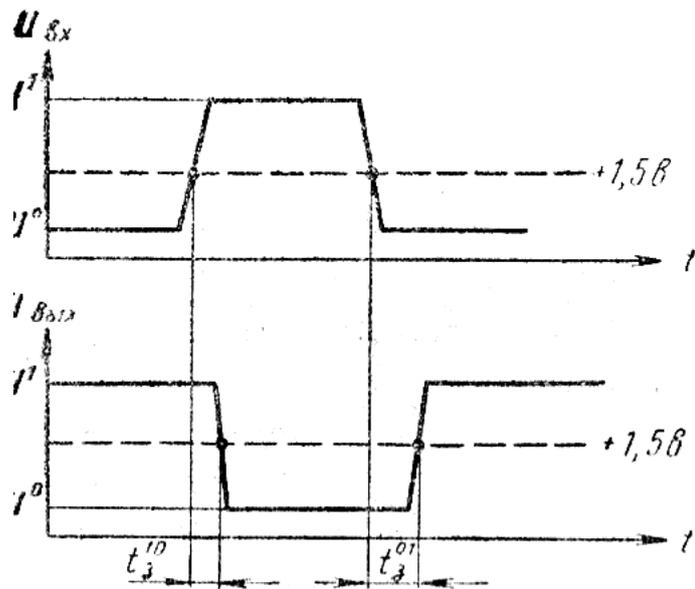
На рис. 5.1. [8] приведена схема И—НЕ, использующая на выходе инвертор. Простые транзисторно-транзисторные схемы характеризуются низкой помехоустойчивостью и жесткими требованиями к параметрам компонентов схемы. Поэтому вместо простого инвертора на выходе в микросхемах серии 155 используется сложный инвертор, содержащий несколько транзисторов. Основные разновидности микросхем серии 155 показаны на рис. 5.2, а временная диаграмма работы элемента И-НЕ (рис. 5.2а) — на рис. 5.3 Основные типы микросхем серии 155, их состав и основное функциональное назначение, условное обозначение, функциональная структура показаны на 5.4



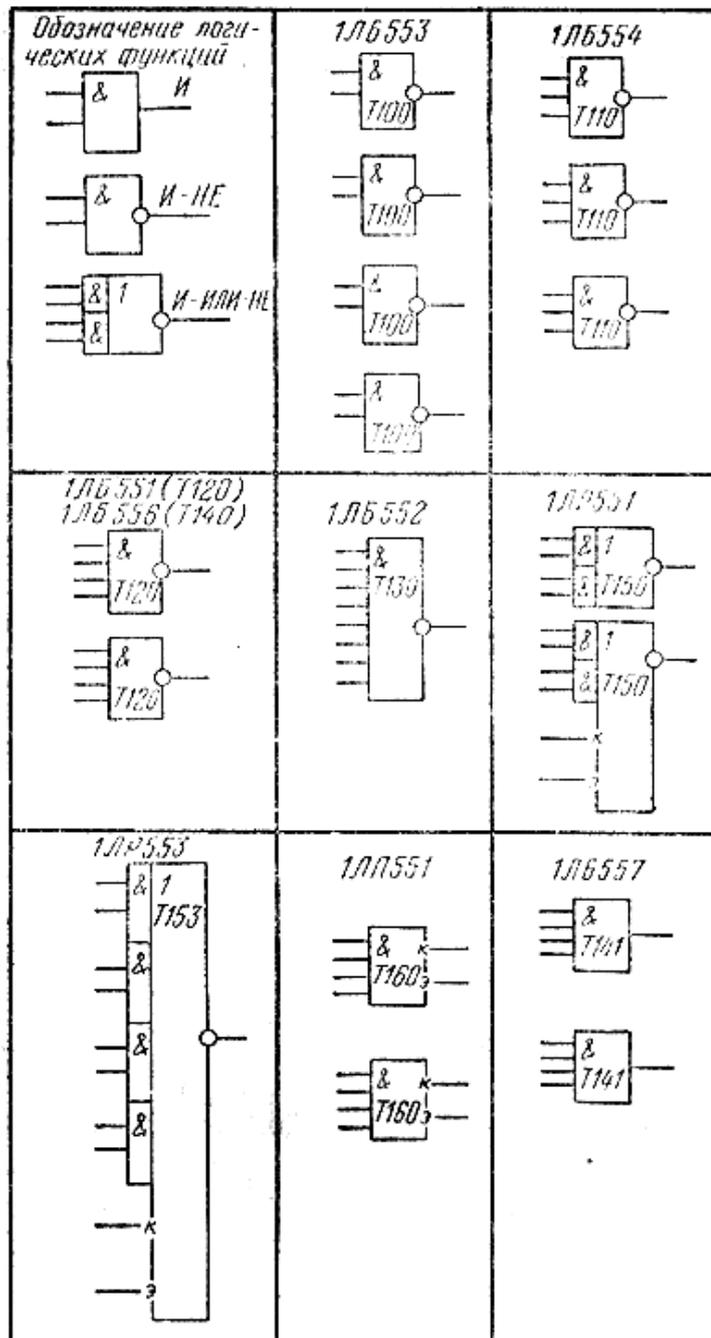
5.1. Транзисторно-транзисторная схема И—НЕ с простым инвертором



5.2. Принципиальные электрические схемы основных разновидностей микросхем серии 155



5.3. Временная диаграмма работы элемента И-НЕ серии 155



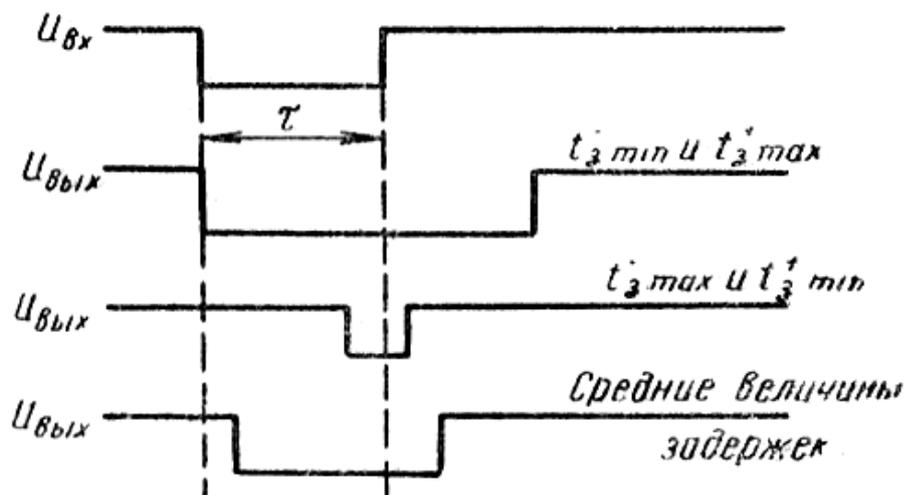
5.4. Основные типы микросхем серии 155

Параметры	Типы микросхем								
	1ЛБ551	1ЛБ552	1ЛБ553	1ЛБ554	1ЛБ556	1ЛР551	1ЛР553	1ЛП551	1ЛБ557
Время задержки включения сигнала t_{103} , нс, не более	15	18	15	15	20	18	18		
Время задержки выключения сигнала t_{103} , нс, не более	29	33	29	29	29	33	33		
Коэффициент разветвления по выходу N	10	10	10	10	30	10	10	-	ЛН = 30мА
Коэффициент объединения по ИЛИ (по входу) L, не более	-	-	-	-	-	8	8		-
Максимальная потребляемая мощность в статистическом режиме $P_{ст}$, мВт	25	25	55	53	56	35	40		41
Статическая помехоустойчивость, В	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4			
Выходное напряжение «лог. 1» $U_{1вых}$, В, не менее	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4			
Выходное напряжение «лог. 0» $U_{0вых}$, В, не менее	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4			0,4
Напряжение питания E, В	5	5	5	5	5	5			
Минимальное входное пробивное напряжение $U_{вх.проб.}$, В	5,25	5,25	5,25	5,25	5,25	2,25	5,25	5,25	5,25
									$U_{вых.проб.} = 7$ В

5.2. СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ

Особенности потенциальной системы элементов. Как известно, потенциальные элементы не обладают формирующими свойствами по длительности. Поэтому, если на вход потенциального элемента подать импульс длительностью τ , то о длительности импульса на выходе ничего достаточно определенного сказать нельзя, так как задержки переднего и заднего фронтов могут быть самыми различными и не зависеть друг от друга. Если подать импульс на вход цепочки потенциальных элементов, то на выходе импульс может и значительно расшириться, или значительно сузиться (рис. 5.5).

Логические устройства на интегральных микросхемах, предназначенные для преобразования цифровой информации, строятся в основном по синхронному принципу [2,4]. Цифровая информация преобразуется в комбинационных схемах (КС), а результат преобразования записывается в элемент памяти (ЭП) для использования в последующих тактах.



5.5. Формирующие свойства потенциальных элементов

Комбинационные схемы не имеют обратных связей и сигналы в них по мере преобразования информации передаются от элемента к элементу только в направлении от входа к выходу. Каждой комбинации входных

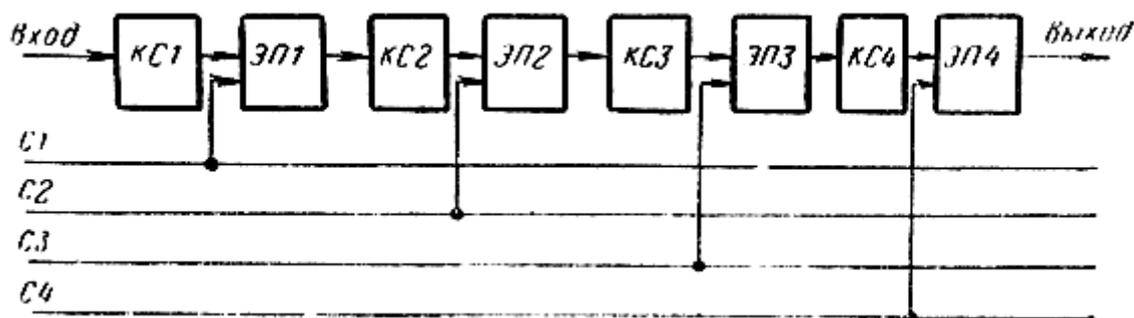
сигналов соответствует определенная комбинация выходных сигналов, получаемая в процессе преобразования информации. Длительность этого процесса определяется возможными комбинациями входных сигналов и временем переходных процессов в элементах. Синхронизация передачи информации между элементами схемы не нужна, необходимо только, чтобы входные сигналы существовали до окончания переходного процесса в схеме и съема выходной информации.

В элементах памяти, содержащих обратные связи, процессы съема информации с ЭП и записи информации на ЭП должны быть соответствующим образом синхронизированы. Условия правильного обмена информацией между ЭП и КС следующие:

ввод новой информации на ЭП осуществляется только после образования сигналов функций от запомненной на ЭП информации и прекращения съема;

съем с ЭП запомненной информации возобновляется лишь после переключения ЭП в новое состояние.

Такое разделение действий требует временного стробирования сигналов, что осуществляется синхроимпульсами, вырабатываемыми системой синхронизации. Система синхронизации задает временное тактирование всему логическому устройству и определяет скорость переработки информации (рис. 5.6). В синхронных схемах длительность такта определяется задающим генератором.

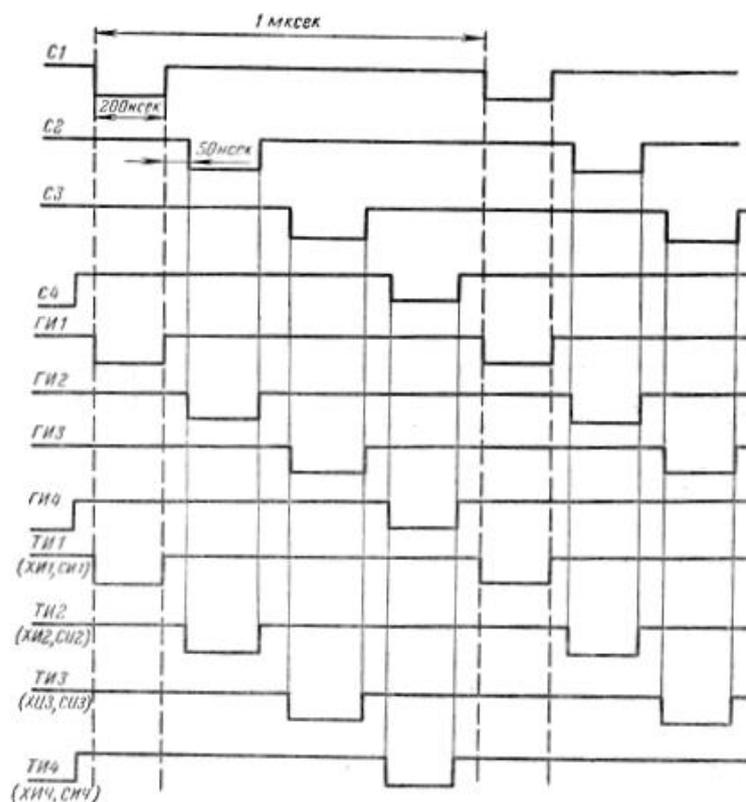


5.6. Синхронная логическая схема с четырехфазным тактированием

Для устранения возможности неправильной записи информации на ЭП при переходных процессах синхроимпульс, разрешающий запись информации на ЭП, должен подаваться только после окончания переходного процесса в комбинационной логической схеме. Этим самым решается и проблема помехоустойчивости схем, так как к моменту окончания переходных процессов затухают и связанные с ними внутренние помехи (индуктивные и емкостные помехи, помехи на шинах питания, отражения от концов линии связи).

Временные соотношения системы синхронизации требуют, чтобы длительность синхроимпульсов была больше, чем максимальное время переключения любого из элементов памяти $t_c > t_{ЭП\max}$.

Машинный такт. В ЭВМ с микропрограммным управлением команда реализуется путем выполнения последовательности микрокоманд. Время, необходимое для выполнения одной микрокоманды, называется машинным тактом. Машинный такт состоит из определенной серии управляющих сигналов, обеспечивающих необходимую последовательность работы отдельных функциональных узлов во время выполнения той или иной микрокоманды. В ЭВМ ЕС-1020 машинный такт равен 1 мкс и определяется временем цикла постоянной памяти. Для синхронизации работы отдельных функциональных узлов машинный такт состоит из четырех синхроимпульсов, которые имеют длительность 200 нс и следуют обычно друг за другом через 250 нс, образуя «зазор» между синхроимпульсами, равный 50 нс.



5.7. Синхроимпульсы, вырабатываемые системой синхронизации

Система синхронизации (рис. 5.7) вырабатывает пять серий отрицательных синхроимпульсов: исходные синхроимпульсы серии С; главные синхроимпульсы серии ГИ; рабочие синхроимпульсы серий ТИ, ХИ, СИ. Каждая серия состоит из четырех импульсов, составляющих один машинный такт, например, ТИ1, ТИ2, ТИ3, ТИ4.

По исходным синхроимпульсам серии С одновременно вырабатываются главные синхроимпульсы ГИ и одна из трех рабочих серий ТИ, ХИ или СИ. Длительность, период следования и последовательность синхроимпульсов в пределах серии одинаковы для всех серий и определяются исходными синхроимпульсами С.

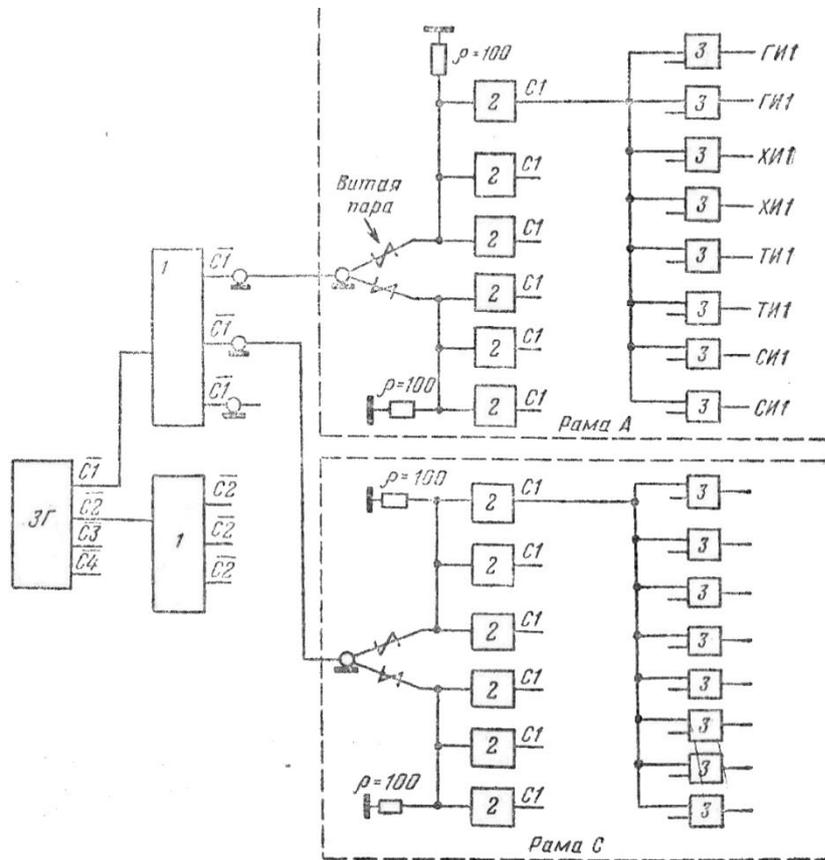
Тактовые синхроимпульсы ТИ являются основными рабочими синхроимпульсами, которые вырабатываются для выполнения микрокоманд и используются в микропрограммном устройстве управления, арифметическо-логическом устройстве, в регистровой части процессора и в каналах для преобразования и пересылки информации.

Холостые синхроимпульсы ХИ вырабатываются для изменения последовательности считывания микрокоманд, задаваемых в самих микрокомандах, при появлении таких условий, как запрос на приостановку от каналов, сбой аппаратуры процессора и др. Синхроимпульсы ХИ вырабатываются обычно в течение одного машинного такта и используются лишь для формирования начального адреса микропрограммы обработки возникшей ситуации. В такте ХИ микрокоманды не выполняются. После занесения начального адреса микропрограмма обработки возникшей ситуации выполняется под управлением синхроимпульсов ТИ. Если одновременно присутствует несколько причин, требующих изменения последовательности считывания микрокоманд, то может быть и больше одного машинного такта синхроимпульсов серии ХИ.

Селекторные синхроимпульсы СИ вырабатываются для организации обмена информацией между селекторными каналами и основной памятью. Приоритетность серий синхроимпульсов следующая: СИ, ХИ и ТИ, т. е. при формировании синхроимпульсов СИ блокируется формирование синхроимпульсов ХИ и ТИ, а серия ХИ блокирует синхроимпульсы ТИ. Приоритетность определяется узлом пуска — останова системы синхронизации, который вырабатывает разрешающие потенциалы для формирования соответствующих тактов в зависимости от поступивших запросов.

На рис. 5.8 показана схема формирования синхроимпульсов. Задающий генератор (ЗГ) вырабатывает исходные синхроимпульсы серии С, которые разводятся по рамам с помощью кабеля, на выход которого подключены две согласованные витые пары. Разрешающие потенциалы для каждой серии рабочих синхроимпульсов разводятся по рамам витой парой, которая в зависимости от длины связи может быть согласованной или несогласованной. Рабочие синхроимпульсы формируются непосредственно логическими ТЭЗами (см. рис. 5.8, элемент 3), расположенными посередине каждого ряда блока ТЭЗов. Если в ряду блока ТЭЗов синхроимпульсы не используются, то логические ТЭЗы формирования синхроимпульсов в этих рядах отсутствуют. Сформированные рабочие синхроимпульсы в пределах ряда блока ТЭЗов разводятся одиночным проводом по строго определенным контактам.

Иногда для правильной работы некоторых функциональных узлов требуются вспомогательные синхроимпульсы, задержанные относительно рабочих (ГИ, ТИ, ХИ, СИ) или имеющие большую длительность. Такие вспомогательные синхроимпульсы формируются по месту их потребления.



5.8. Пирамидальная схема формирования рабочих синхроимпульсов:

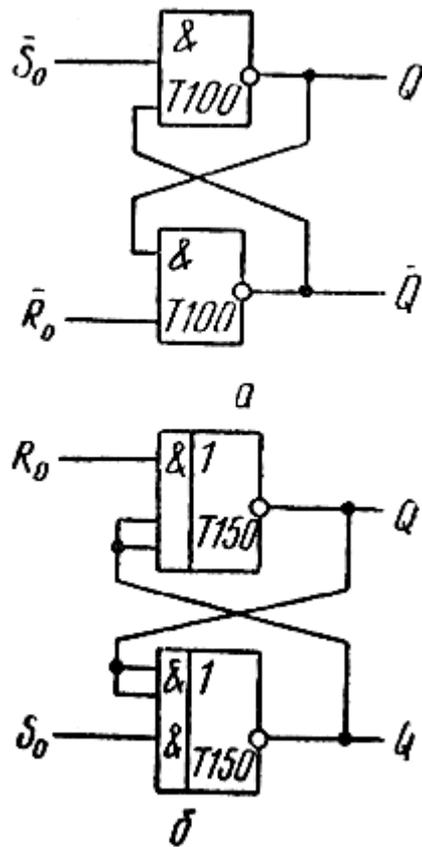
ЗГ — задающий генератор; 1 — специальный элемент для работы на кабель; 2 — элемент И-НЕ, выполняющий функцию инвертора; 3 — элемент И-НЕ, формирующий рабочие синхроимпульсы определенной серии в зависимости от поданного на второй вход элемента разрешающего потенциала; ρ — согласующий резистор

Типы элементов памяти. Элемент памяти представляет собой устройство с двумя устойчивыми состояниями, содержащее запоминающий элемент (собственно триггер) и схему управления. Схема управления преобразует поступающую на ее входы информацию в комбинацию сигналов, действующих непосредственно на входы собственно триггера.

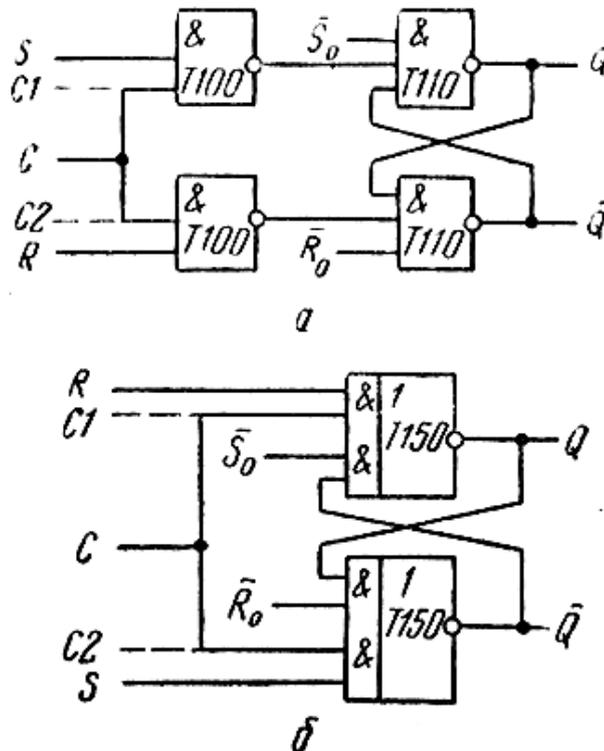
Триггеры подразделяются на две группы: асинхронные и синхронные (или тактируемые). Отличительной особенностью асинхронных триггеров является то, что запись информации в них осуществляется непосредственно с поступлением информационного сигнала на вход триггера. Информация записывается в тактируемые триггеры с информационными и тактовыми входами только при подаче разрешающего, тактирующего синхроимпульса.

Триггер R—S — типа. Триггером R—S — типа (наименование триггера образовано от английских слов reset—set—сброс—установка) называют элемент памяти, имеющий два информационных входа R и S, такие, что при $S=1$ и $R=0$ триггер принимает состояние 1 ($Q=1$), а при $R=1$ и $S=0$ — состояние 0 ($Q=0$). В соответствии с состоянием, принимаемым триггером, вход S называется единичным входом триггера, а вход R — нулевым.

На рис. 5.9 и 5.10 показаны варианты реализации R—S триггеров на интегральных микросхемах серии 155.



5. 9. Асинхронный R—S—триггер: а — на элементах И-НЕ; б — на элементах И-ИЛИ-НЕ



5.10. Тактируемый R—S—триггер: а — на элементах И-НЕ; б — на элементах И-ИЛИ-НЕ

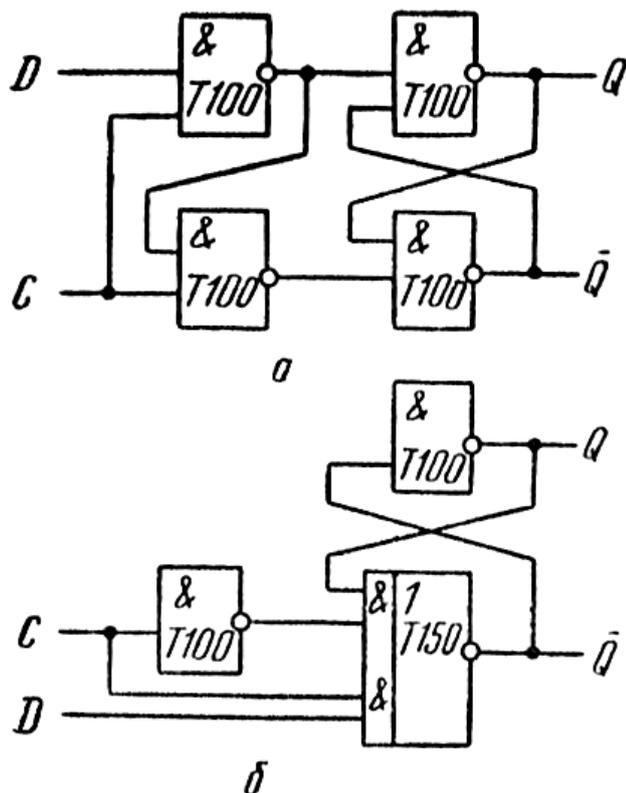
Триггер D — типа. Триггером D — типа (наименование триггера образовано от английского слова delay — задержка) называют элемент памяти с двумя устойчивыми состояниями и одним информационным входом D.

Асинхронный D — триггер не имеет практического применения, так как функцию такого триггера выполняет схема из двух последовательно включенных инверторов. Наиболее широко в ЭВМ ЕС-1020 используются тактируемые D — триггеры (рис. 5.11).

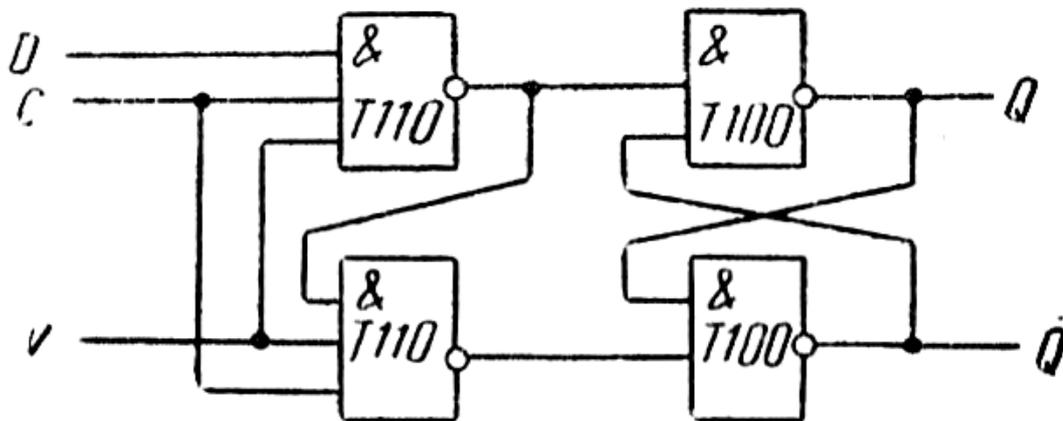
Триггер D—V — типа. В ЭВМ ЕС-1020 широко применяются D~V — триггеры, представляющие собой тактируемый D триггер с дополнительным информационным входом V, который при $V_s=1$ функционирует аналогично триггеру D — типа, а при $V=0$ сохраняет свое исходное состояние, независимо от изменения

информации на входе D (рис. 5.12).

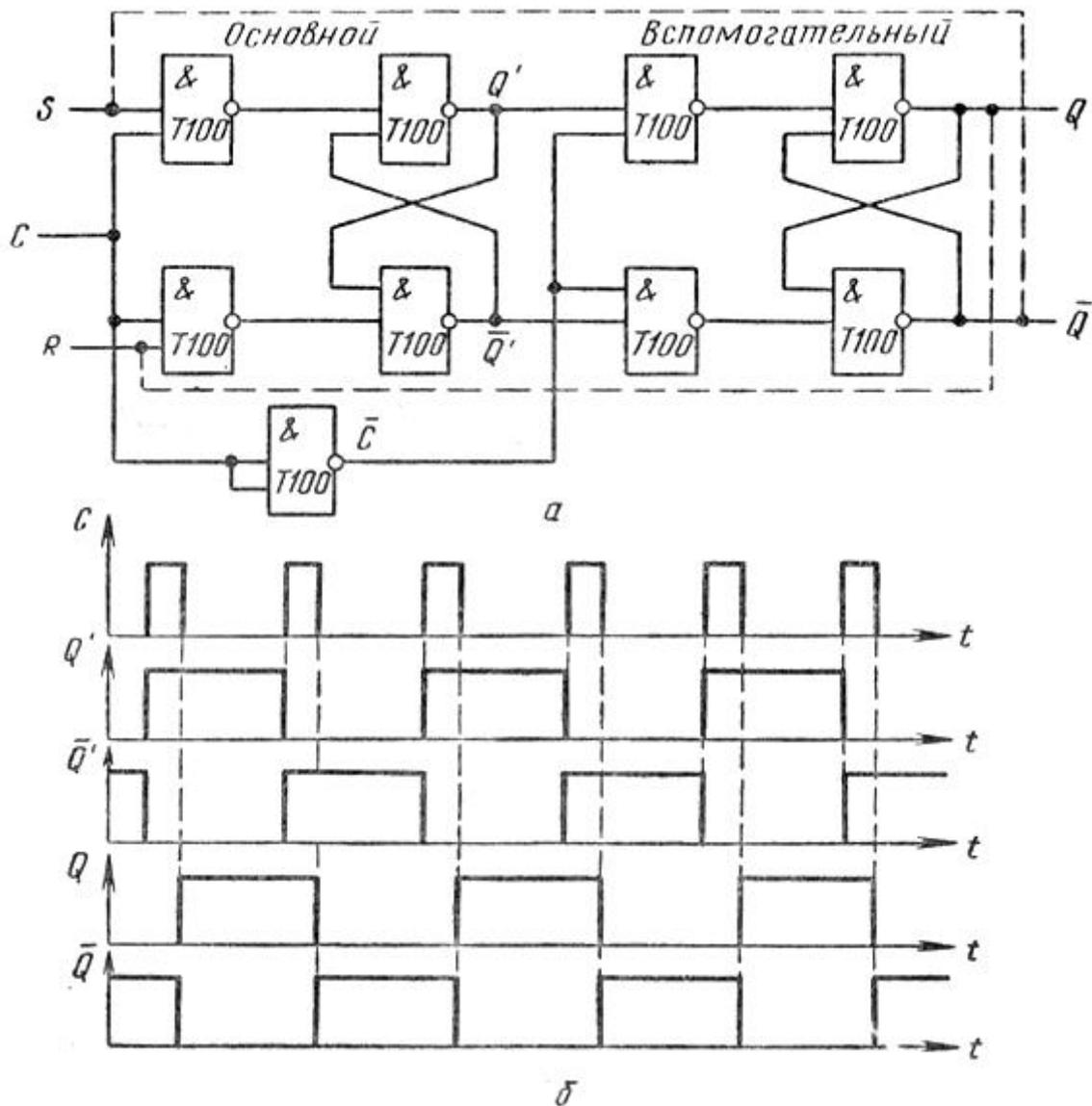
В качестве дополнительного условия устойчивой работы D—К—триггера необходимо, чтобы разрешающий сигнал на входе V ($V=1$) совпадал с тактовым импульсом C и превышал его по длительности.



5.11. Тактируемый D—триггер: а — на элементах И-НЕ; б — на элементах И-НЕ и И-ИЛИ-НЕ (триггер типа «защелка»)

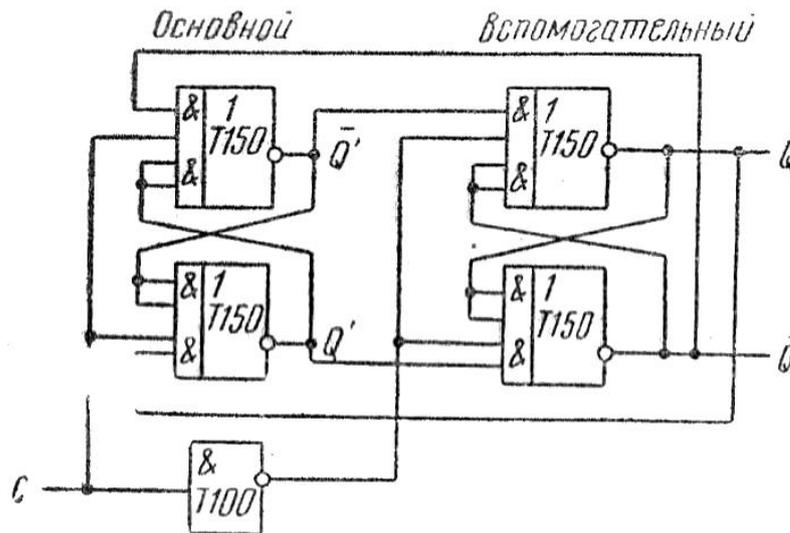


5.12. Тактируемый D—V—триггер, реализованный на элементах И-НЕ



5.13. Триггер со счетным входом, выполненный по схеме М—S на элементах И-НЕ (а), и временная диаграмма его работы (б)

Триггер со счетным входом. Триггер, собранный из двух потенциальных элементов, не обладает свойством динамического запоминания, т. е. в нем нет узлов и деталей, которые могли бы отражать предыдущее состояние в течение гарантированного промежутка времени после начала переключения. Поэтому триггеры со счетным входом в ЭВМ ЕС-1020, как правило, выполняются на основе тактируемых триггеров R—S и D — типов по способу «М—5». В соответствии с этим способом триггеры со счетным входом выполняются на двух тактируемых триггерах — М (сокращение от английского слова Master — основной) и 5 — (сокращение от английского слова Slave — вспомогательный). Основной триггер (М) принимает входную информацию, а вспомогательный триггер (S) фиксирует состояние триггера со счетным входом. При этом основной и вспомогательный триггеры могут быть либо ОДНОТИПНЫМИ, например, оба триггера R—S и D— типа, либо разнотипными.



5.14. Триггер со счетным входом, выполненный по схеме М—S на элементах И-ИЛИ-НЕ

На рис. 5.13 и 5.14 показаны варианты реализации триггера со счетным входом на интегральных микросхемах серии 155.

5.5. ПОСТРОЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

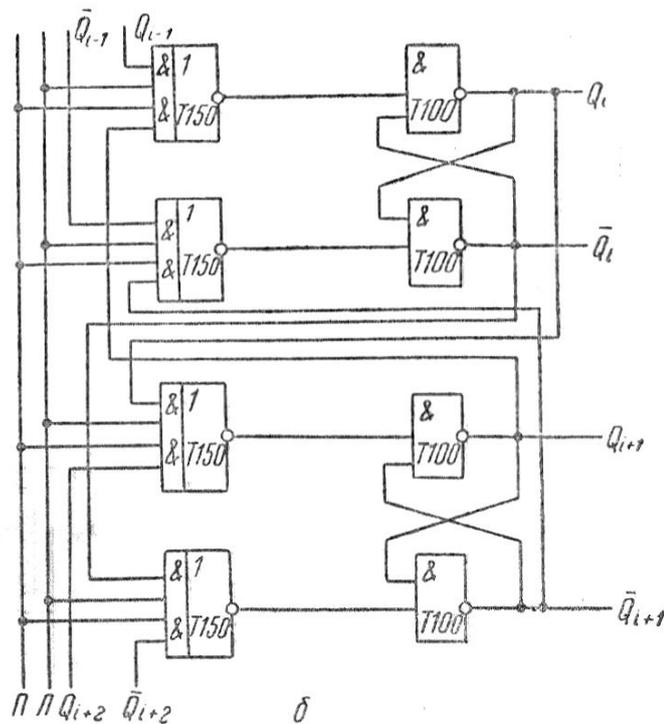
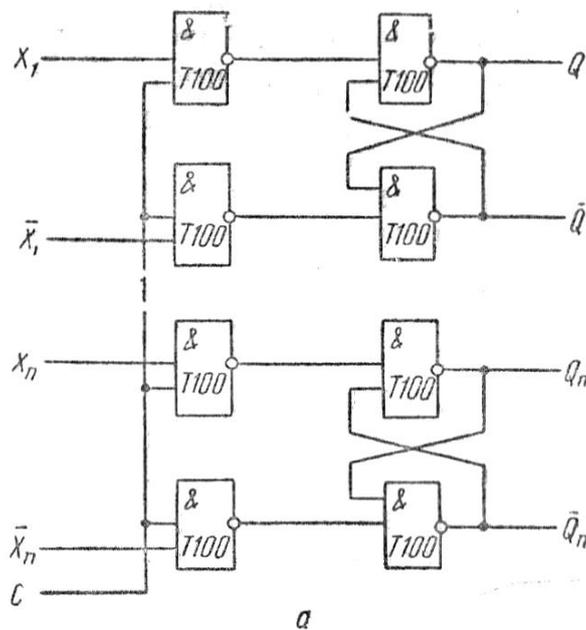
В данном разделе приведены примеры построения основных логических схем ЭВМ ЕС-1020 на микросхемах серии 155.

Регистры предназначены для хранения информации, а также для выполнения над информацией некоторых логических преобразований. Информация в регистре хранится в виде числа, представленного комбинацией сигналов 0 и 1. Каждому разряду числа, записанному в регистр, соответствует свой разряд регистра, выполненный, как правило, на триггерах типа R—S или D. Регистр представляет собой совокупность триггеров и комбинационных схем, обеспечивающих прием, выдачу, преобразование и другие операции над информацией.

На рис. 5.15 показаны варианты регистров. На рис. 5.15а показана схема регистра, выполняющего прием и хранение информации. Прием информации осуществляется в парафазном коде по синхроимпульсу С. Если необходимо в данный регистр принимать информацию в прямом или обратном коде, то между входами X и X- включается элемент И-НЕ, обеспечивающий прием информации в соответствующем коде.

На рис. 5.15б показана схема сдвигающего регистра, выполняющего сдвиг вправо (шина управления П) или влево (шина управления Л). Если необходимо сдвинуть информацию в регистре более чем на 1 разряд, то операция сдвига повторяется соответствующее число раз (изменяются сигналы на шинах П или Л). В данной схеме при сдвиге не требуется гасить содержимое регистра, так как операция сдвига осуществляется с помощью парафазного кода.

Передача информации с регистров может быть осуществлена в прямом коде, обратном коде (с инверсных выходов триггеров) или в парафазном коде и, как правило, объединяется с операцией приема информации в другой регистр. При занесении информации в регистр из нескольких источников их последовательность определяется комбинационными схемами на входе регистра, которые при небольшом количестве источников могут входить в состав регистра.

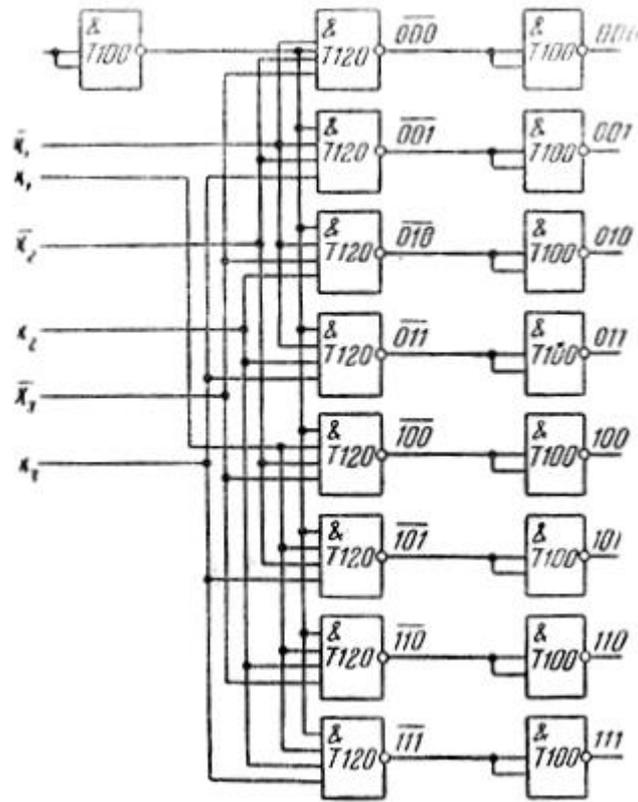


5.15. Схемы регистров

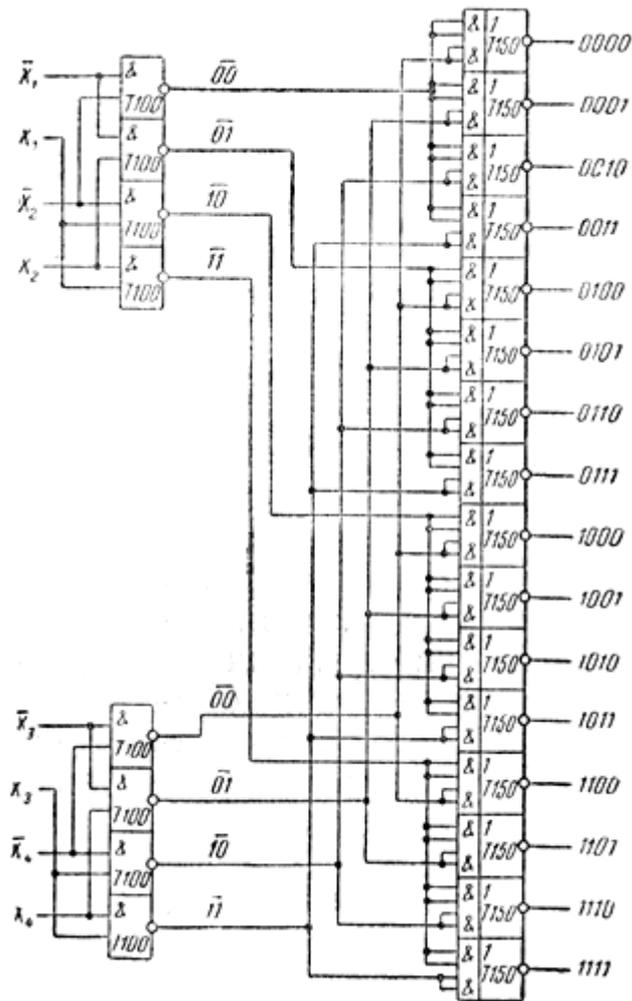
Дешифраторы (рис. 5.16 и 5.17) предназначены для преобразования кода, находящегося в регистре (или в счетчике), в управляющий сигнал на одном из своих выходов. В общем случае дешифратор, имеющий на своих входах n — разрядный двоичный код входного слова, должен иметь 2^n выходов, так как n -разрядный двоичный код может принимать 2^n различных значений и каждому из этих значений должен соответствовать сигнал «1» на одном из выходов дешифратора.

Сложность построения схем дешифраторов на микросхемах серии 155 заключается в том, что микросхемы этой серии имеют только логические элементы И-НЕ, которые инвертируют входной сигнал. Поэтому число элементов в дешифраторах увеличивается из-за необходимости дополнительной инверсии сигналов на каждом выходе. По способам построения дешифраторы подразделяются на линейные, прямоугольные и пирамидальные [4, 11]. Для сравнения различных схем n -разрядных дешифраторов, построенных на микросхемах серии 155, могут быть использованы такие характеристики, как быстродействие и объем оборудования. Быстродействие дешифраторов определяется величиной, обратной произведению времени задержки в элементе t_3 на число каскадов K . Объем оборудования определяется как количество логических элементов в схеме дешифратора.

Счетчики используются для подсчета количества переданных байт информации, для деления частоты следования импульсов и т. п., могут также выполнять операции приема, передачи кода и по целевому назначению делятся на простые и реверсивные. Простые счетчики предназначены для выполнения счета в прямом направлении, т. е. для сложения. Реверсивные счетчики используются для выполнения счета как в прямом, так и обратном направлении, т. е. могут работать в режимах сложения и вычитания.



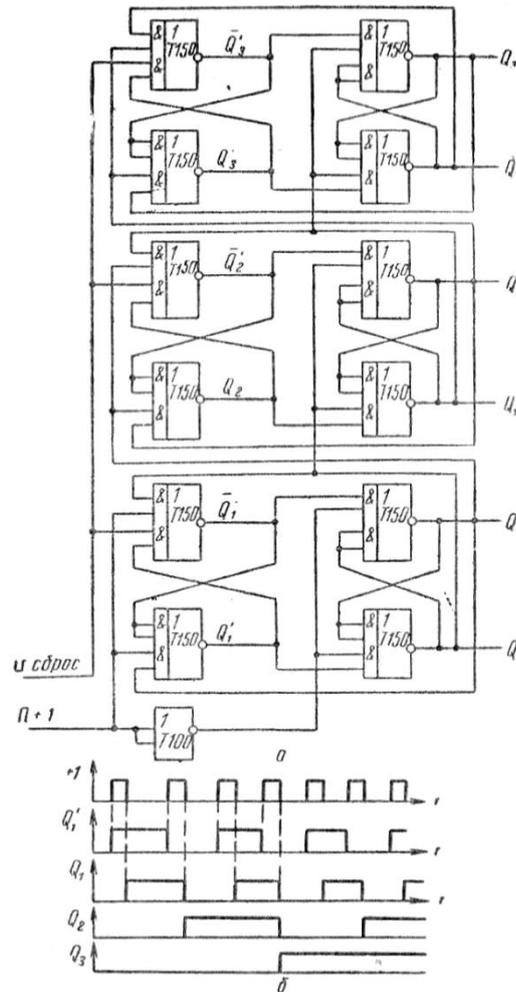
5.16. Линейный импульсный дешифратор на 8 выходов



5.17. Прямоугольный дешифратор на 16 выходов

Обычно счетчик имеет цепь сброса в нулевое состояние (все триггеры в «0»). Однако начальное состояние счетчика необязательно нулевое, оно может устанавливаться передачей в счетчик кода некоторого числа и с него уже начинается операция счета.

В ЭВМ ЕС-1020 счетчики построены в основном на счетных триггерах с внутренней задержкой R—S или D — типа. Переключение разрядов счетчика происходит после окончания счетного импульса. На рис. 5.18, 5.19 показаны схемы прямого и реверсивного счетчиков, схема последнего счетчика показана с одним счетным входом (ГОД) и двумя управляющими входами (С и В). Счетчик суммирует или вычитает синхроимпульсы в зависимости от разрешающего уровня на управляющих входах. При наличии разрешения операции сложения ($C = 1$) происходит суммирование синхроимпульсов, т. е. показания счетчика будут увеличиваться на единицу, а при наличии разрешения операции вычитания ($B = 1$) — вычитание синхроимпульсов, поступающих на счетный вход, т. е. показания счетчика будут уменьшаться на единицу. Одновременное действие двух разрешающих уровней С и В исключается, так как они подаются с разных выходов одного триггера, т. е. $C = \bar{B}$.



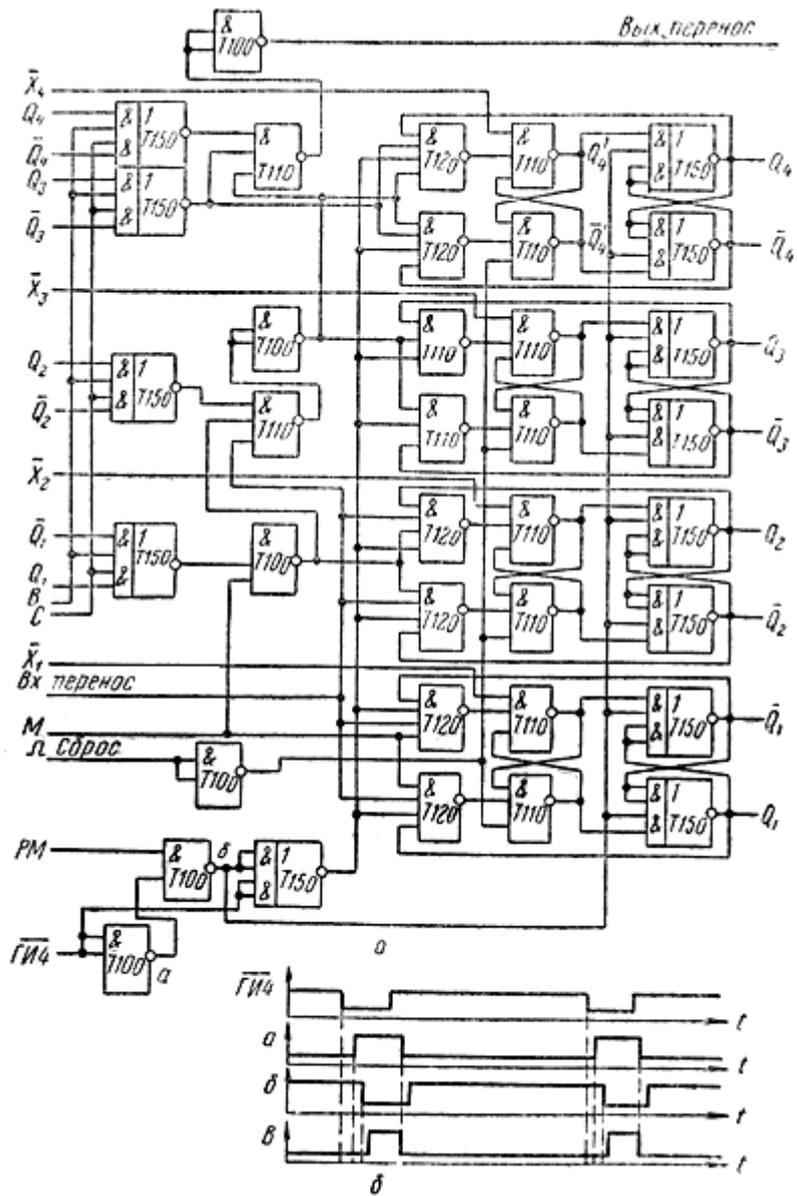
5.18. Последовательный счетчик с парафазной связью на элементах И-ИЛИ-НЕ(а) и временная диаграмма его работы (б)

5.4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

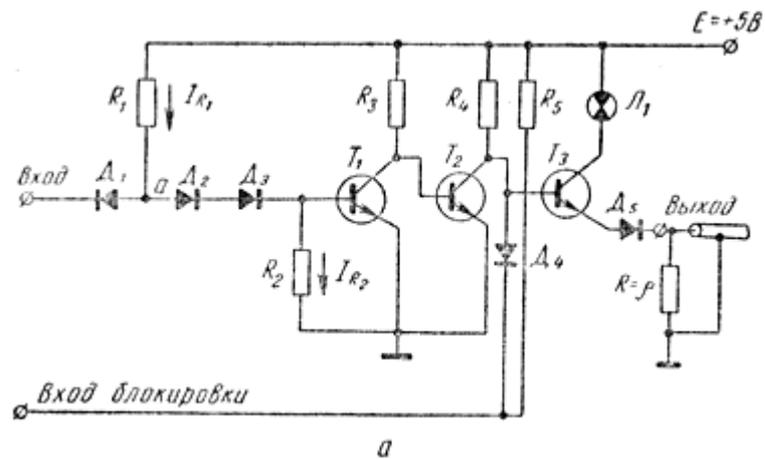
Специальные элементы на дискретных компонентах (резисторах, конденсаторах, трансформаторах, линиях задержки и полупроводниковых приборах) разрабатываются в тех случаях, когда требуемые параметры невозможно или нецелесообразно обеспечить с помощью интегральных микросхем серии 155. Для специальных элементов в основном используется напряжение +5 и -5В, в отдельных случаях используются напряжения питания в соответствии со стандартным рядом питающих напряжений: 2,4; 5,0; 6,3; 10,0; 12,6; 15,0; 20,0; 27,0; 40,0; 50,0. В специальных элементах применяются в основном компоненты широкого назначения, разрешенные для использования в ЕС ЭВМ.

Ниже дан перечень некоторых специальных элементов.

Усилитель-передатчик (УПД) предназначен для работы на согласованный кабель ИКМ-2 с волновым сопротивлением $\rho=100$ Ом (линия связи между процессором и внешними устройствами длиной до 60 м). На рис. 5.20 показана принципиальная электрическая схема элемента УПД (а) и временная диаграмма его работы (б).



5.19. Реверсивный счетчик (а) и диаграмма работы узла формирования импульсов счета (б)



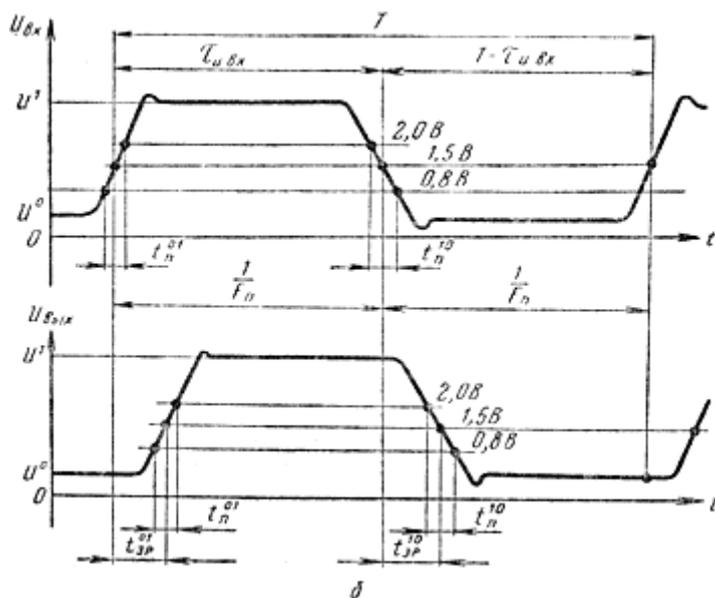


Рис. 5.20. Усилитель-передатчик (а) и временная диаграмма его работы (б)

Технические данные УПД приведены ниже:

Параметры входного сигнала:

частота следования импульсов F_n , МГц

Не более 1,5

уровень логического «0» $U_{вх}^0$, В

Не более 0,4

уровень логической «1» $U_{вх}^1$, В

2,4—4,5

длительность положительного фронта t_n^{01} , нс

Не более 60

длительность отрицательного фронта t_n^{10} , нс

Не более 60

Параметры выходного сигнала:

уровень логического «0» $U_{вых}^0$, В

0,05—0,1

уровень логической «1» $U_{вых}^1$, В

2,8—4,5

длительность задержки положительного фронта, $t_{ар}^{01}$, нс

Не более 65

длительность задержки отрицательного фронта, $t_{ар}^{10}$, нс

Не более 110

ток нагрузки (вытекающий) I_m , мА

Не менее 75

Напряжение питания, Е, В

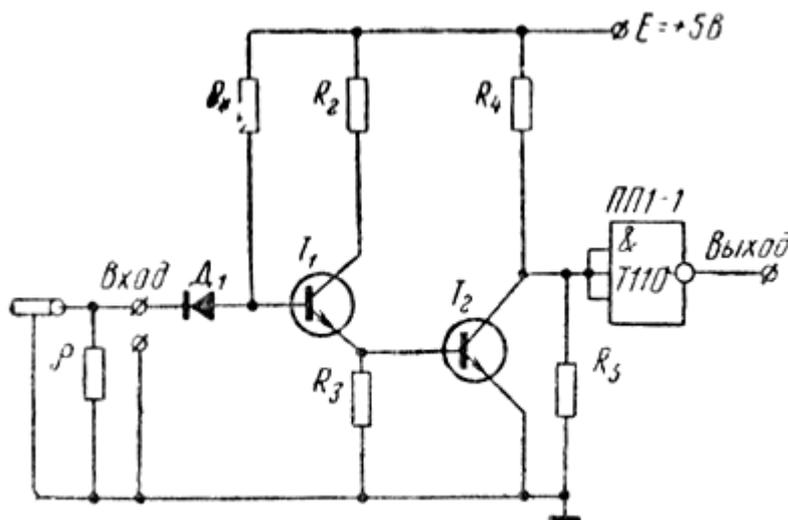
$5 \pm 0,25$

Ток, потребляемый от источника Е при нагрузке 50 Ом, мА

Не более 85

На одном ТЭЗе расположено девять одинаковых, функционально не связанных элементов УПД.

Усилитель-приемник (УПМ) предназначен для приема импульсов, поступающих с линии связи, выполненной кабелем ИКМ-2 с волновым сопротивлением $\rho = 100$ Ом, и усиления принятых импульсов до уровней микросхем серии 155. На рис. 5.21 показана принципиальная электрическая схема элемента УПМ.



5.21. Усилитель-приемник

Технические данные УПМ характеризуются следующим образом:

Параметры входного сигнала:

частота следования импульсов F_n , МГц

Не более 1,5

уровень логического «0» $U_{\text{вх}}^0$, В

0,15—0,7

уровень логической «1» $U_{\text{вх}}^1$, В

1,7—7,0

входной ток при $U_{\text{вх}} \leq 2,8$ В, мА

Не более 0,3

Параметры выходного сигнала:

время переключения t_p , мкс

20—120

полярность импульса

Положительная

уровень логического «0» $U_{\text{вых}}^0$, В

Не более -0,4

уровень логической «1» $U_{\text{вых}}^1$, В

2,4 — 4,5

Напряжение питания E , В

$5 \pm 0,25$

Максимальный ток, потребляемый от источника E (без учета тока нагрузки), мА:

в исходном состоянии

60

в рабочем состоянии

100

На одном ТЭЗе расположено девять одинаковых, функционально не связанных элементов УПМ.

Генератор синхроимпульсов вырабатывает четыре фазы синхроимпульсов, предназначенных для синхронизации временных процессов в устройствах ЭВМ. На рис. 5.22 показана электрическая принципиальная схема генератора синхроимпульсов, а на рис. 5.23 — временная диаграмма его работы.

Технические данные генератора синхроимпульсов:

Параметры выходных сигналов:

длительность, нс

200 ± 20

рабочая частота следования F^n , кГц

1000 ± 3

относительная нестабильность частоты следования, %

Не более 2

полярность

Отрицательная

уровень логического «0» $U_{\text{вых}}^0$, В

Не более 0,4

уровень логической «1» $U_{\text{вых}}^1$, В

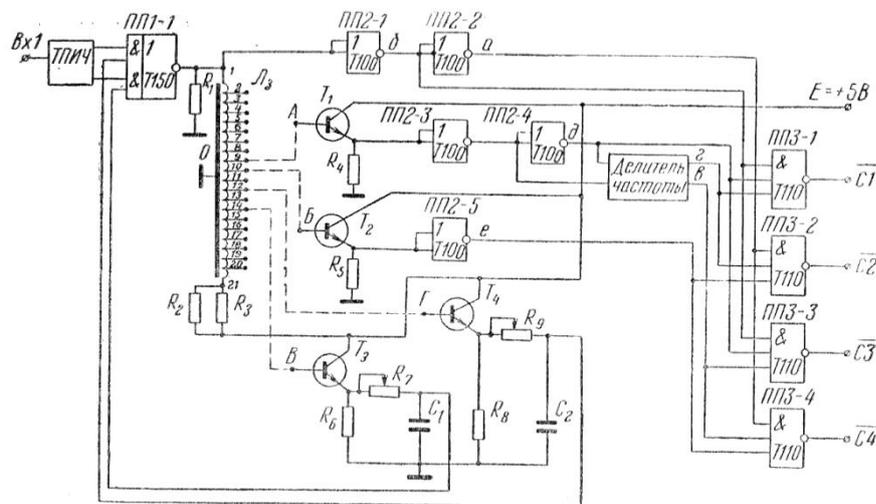
2,4-4,5

Напряжение питания E , В

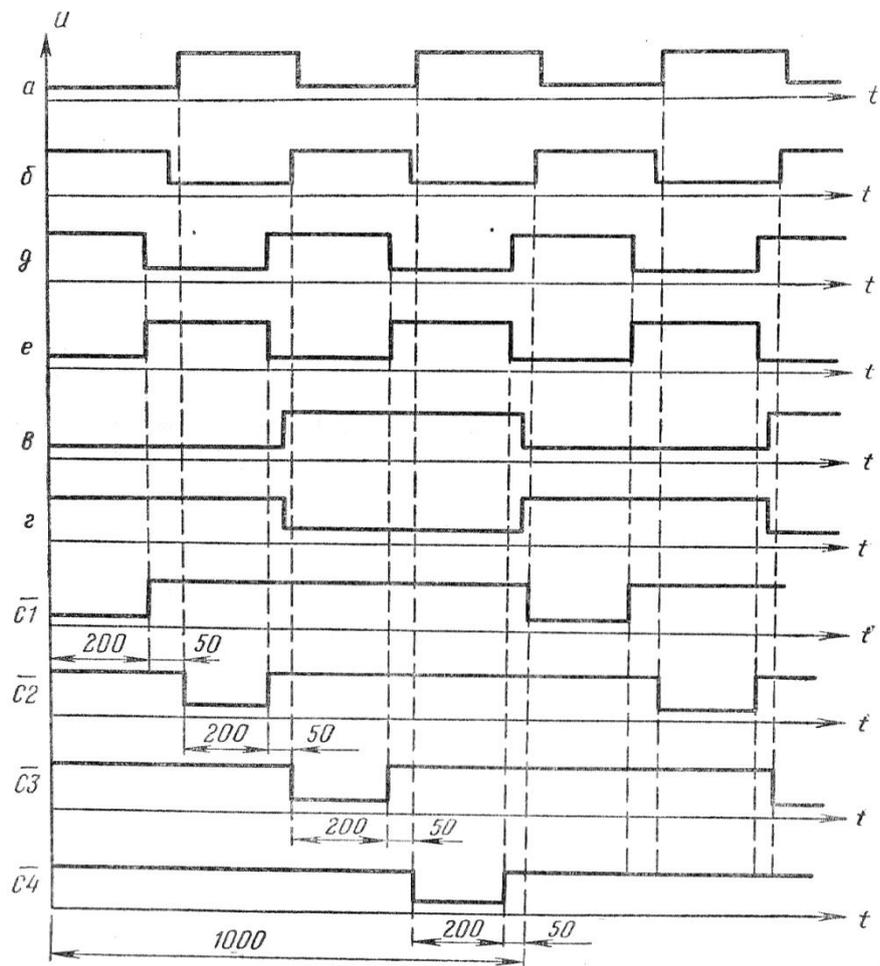
$5 \pm 0,25$

Ток, потребляемый от источника питания, мА

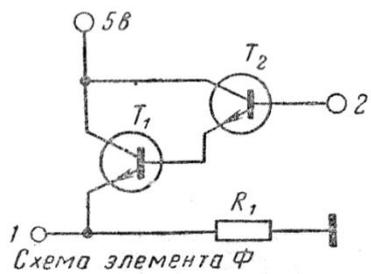
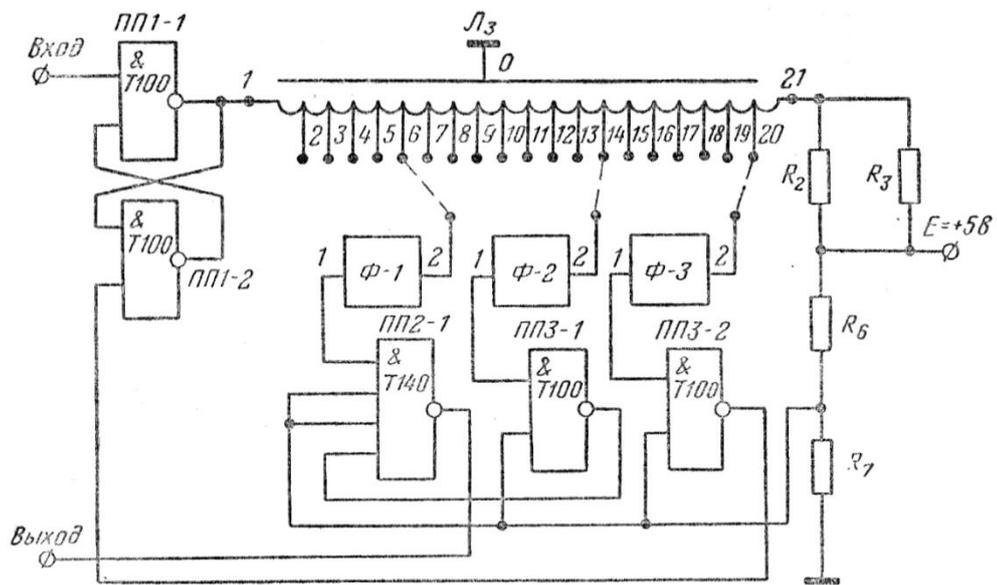
Не более 170



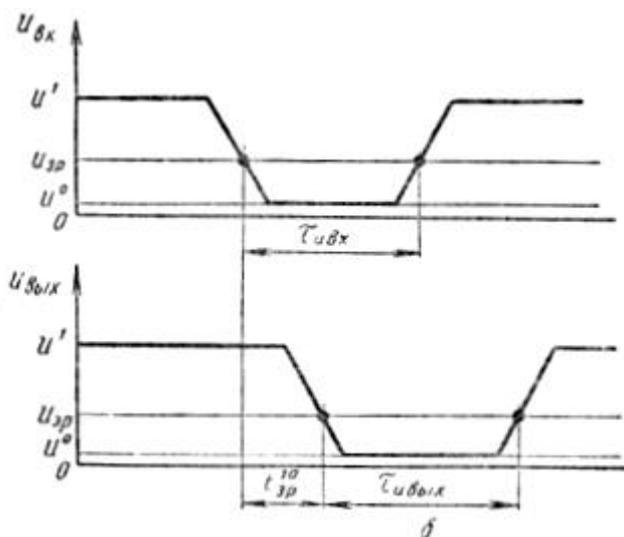
5.22. Электрическая принципиальная схема генератора синхроимпульсов



5.23. Временная диаграмма работы генератора синхроимпульсов



а



5.24. Элемент задержки синхрои́мпульсов (а) и временная диаграмма его работы (б)

Элемент задержки синхрои́мпульсов предназначен для временной задержки и формирования длительности отрицательного импульса, стандартного для микросхем серии 155, в цепях синхронизации процессора ЕС-2020. На рис. 5.24 показана схема элемента задержки синхрои́мпульсов (а) и временная диаграмма его работы (б).

Технические данные элемента задержки:

Параметры входного сигнала:

длительность $\tau_{И\text{ вх}}$, нс	100—350
частота повторения $F_{п}$, МГц	1
уровень логического «0» $U_{\text{вх}}^0$, В	Не более 0,4
уровень логической «1» $U_{\text{вх}}^1$, В	2,4—4,5
полярность	Отрицательная

Параметры выходного сигнала:

номинальная задержка $t_{зр}^{10}$, нс	125 ± 15
номинальная длительность $\tau_{И\text{ вх}}$, нс	200 ± 15
уровень логического «0» $U_{\text{вых}}^0$, В	Не более 0,4
уровень логической «1» $U_{\text{вых}}^1$, В	2,4—4,5
Напряжение питания E , В	$5 \pm 0,25$

Ток, потребляемый от источника питания, мА:

в статическом режиме 1 ст	Не более 55
в импульсном режиме 1 имп	Не более 125

На одном ТЭЗе располагаются два одинаковых, функционально не связанных элемента задержки синхросигналов.

Стабильный одновибратор (ОС) предназначен для формирования импульсов напряжения различной длительности в устройствах ЭВМ ЕС-1020. На рис. 5.25 показана принципиальная электрическая схема ОС (а) и временная диаграмма его работы (б).

Технические данные ОС:

Параметры входного сигнала:

уровень логического «0» $U_{\text{вх}}^0$, В	Не более 0,4
уровень логической «1» $U_{\text{вх}}^1$, В	2,4—4,5
длительность $\tau_{И\text{ вх}}$, нс	Не менее 100

Параметры выходного сигнала:

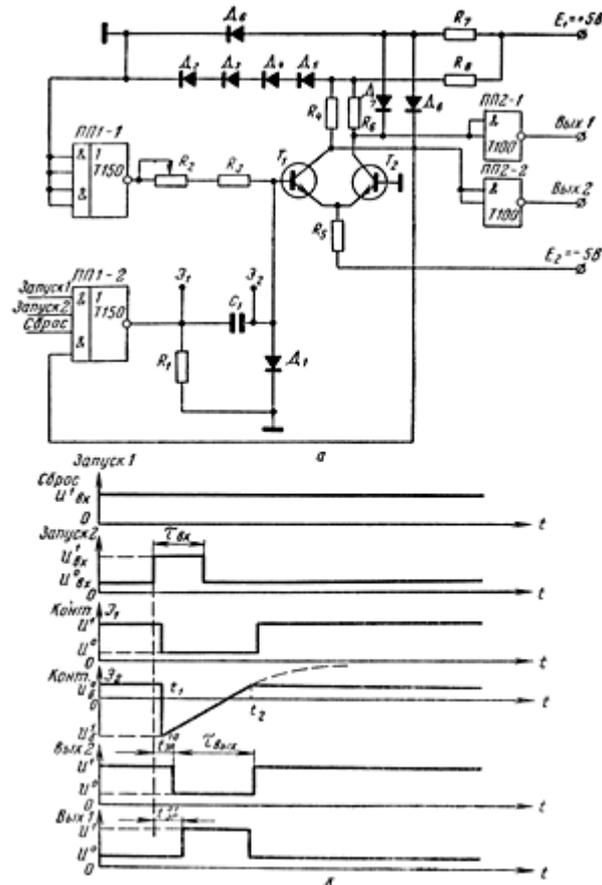
уровень логического «0» $U_{\text{вых}}^0$, В	Не более 0,4
уровень логической «1» $U_{\text{вых}}^1$, В	2,4—4,5
длительность задержки положительного фронта $t_{зр}^{01}$, нс	Не более 60
длительность задержки отрицательного фронта $t_{зр}^{10}$, нс	Не более 50
длительность выходного сигнала, мкс	
без сменных блоков конденсаторов $\tau_{\text{вых}}$	0,1—0,35
со сменными блоками конденсаторов $\tau_{\text{вых}}$	0,3—80
ток нагрузки $I_{п}$, мА	Не менее 16

Напряжение питания, В:

E_1	$5 \pm 0,25$
E_2	$-5 \pm 0,25$

Потребляемый ток, мА:
 по источнику E_1 ток I_n
 по источнику E_2 ток I_n

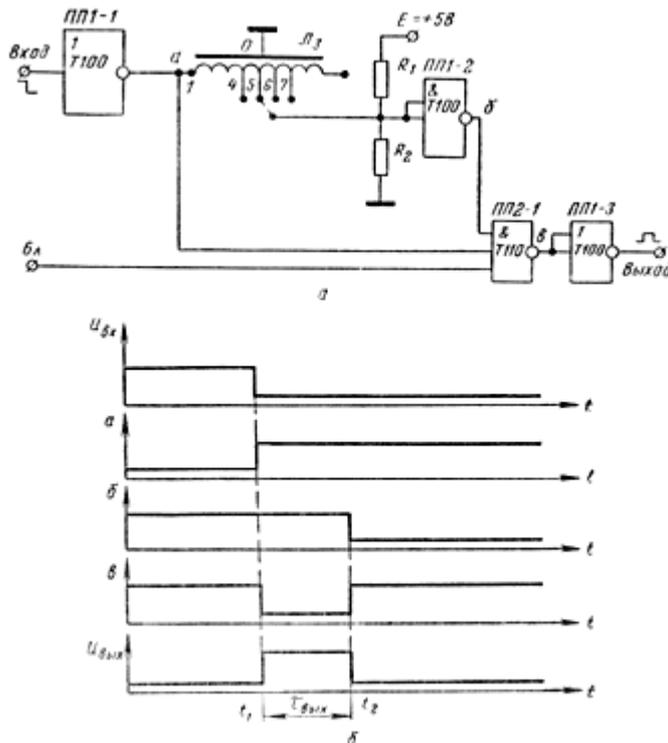
Не более 45
 Не более 15



5.25. Стабильный одновибратор (а) и временная диаграмма его работы (б)

На одном ТЭЗе имеются три одинаковые, функционально не связанные схемы ОС.

Генератор одиночных импульсов (ГОИ) используется для начальной установки логических схем ЭВМ, а также для подачи отдельных управляющих команд во время работы ЭВМ. На рис. 5.26 показана принципиальная электрическая схема ГОИ (а) и временная диаграмма его работы (б).

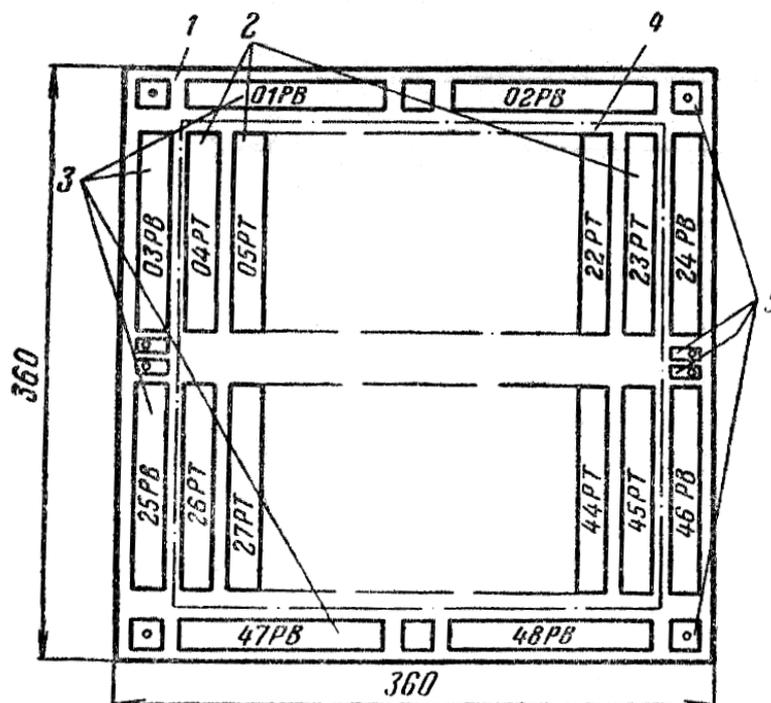


5.26. Схема ГОИ (а) и временная диаграмма его работы (б)

Технические данные ГОИ приведены ниже:

Параметры входного сигнала:	
уровень логического «0» $U_{вх}^0$, В	Не более 0,4
уровень логической «1» $U_{вх}^1$, В	2,4 — 4,5
полярность (перепада)	Отрицательная
Параметры выходного сигнала:	
уровень логического «0» $U_{вых}^0$, В	Не более 0,4
уровень логической «1» $U_{вых}^1$, В	2,4 — 4,5
длительность $\tau_{вых}$, мкс	0,6—1,2
полярность	Положительная
Напряжение питания E, В	$5 \pm 0,25$

На одном ТЭЗе расположены три одинаковых, функционально не связанных генератора одиночных импульсов.



5.27. Схема размещения элементов на панели:

1 — печатная плата панели; 2 — разъемы ТЭЗ; 3 — периферийные разъемы для внешних связей; 4 — зона расположения ТЭЗ; 5 — узлы для ввода шин питания и земли к плате панели и места укрепления печатной платы (совмещенные); РТ — разъем ТЭЗ; ПВ — разъем для внешних связей

5.5. КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ЭВМ ЕС-1020

Для построения электронных устройств ЭВМ ЕС-1020 используется модульный принцип конструирования с разбивкой на пять базовых конструктивных уровней:

интегральная схема (ИС) содержит простейшие логические элементы с функциями типа И-НЕ, ИЛИ-НЕ и их сочетания;

типовой элемент замены (ТЭЗ) включает до 24 ИС или дискретные компоненты и представляет собой узел функциональной схемы;

панель имеет до 40 типовых элементов замены;

рама включает до шести панелей;

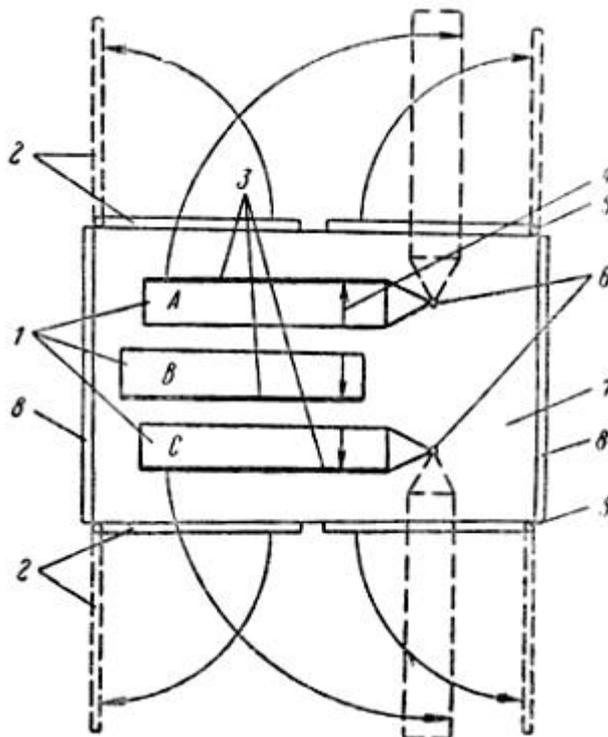
стойка содержит до трех рам.

Логические схемы ТТЛ серии 155 имеют пластмассовый корпус типа ДИП (301 ПЛ14-1) со штыревыми выводами. Для ТЭЗа используется двухсторонняя печатная плата размером 140X150 мм со стандартным шагом координатной сетки для отверстий (2,5 мм) и печатным разъемом, имеющим относительно редкий шаг контактов (5 мм).

Цепи питания на ТЭЗе разводятся печатными проводниками от контактов разъема к навесным металлическим шинам, имеющим штыревые выводы для установки на плате ТЭЗа и отверстия для присоединения посредством пайки фильтрующих конденсаторов.

Для соединения ТЭЗа с панелью используется двухрядный 48-контактный разъем. В панели устанавливается 40 разъемов для размещения ТЭЗов и 8 разъемов по периферии панели, которые могут применяться для

подключения внешних связей. Схема размещения элементов на панели показана на рис. 5.27. Разъемы ТЭЗов между собой и с цепями питания панели соединяются с помощью проводного монтажа. Разводка цепей питания на панели выполнена с помощью двухсторонней печатной платы, имеющей отверстия для установки разъемов ТЭЗов и навесных шин для номиналов питания. Металлизированные слои платы являются шиной земли и электрически изолированы от корпуса панели. Для подключения земляных контактов ТЭЗов и экранов сигнальных цепей к шине земли имеются штырьки, впаянные в металлизацию по периметру каждого разъема ТЭЗа.



5.28. Типовая стойка ЕС ЭВМ (вид сверху):

1 — рамы; 2 — открывающиеся (с возможностью съема) дверцы; 3 — монтажная сторона рамы; 4 — направление установки ТЭЗ в рамах; 5 — оси подвески дверок; 6 — оси подвески подвижных рам; 7 — пространство для размещения кабельных жгутов; 8 — съемные торцовые щиты

Связи осуществляются накруткой монтажных проводов на хвостовики разъемов одиночным проводом в пределах панели. Панели размещаются в раме, конструктивной основой которой является каркас, сваренный из специальных алюминиевых профилей. В каждой раме размещается до шести панелей и предусматривается установка вентиляторов для охлаждения.

Межпанельный монтаж осуществляется в основном витыми проводами МГДО 2×0,2 и МГДПО и коаксиальными кабелями типов ИКМ-2 и РК-50. Для внешних соединений на периферии рам установлены разъемы типа «Набор» с широкой номенклатурой вставок, которые отличаются количеством и типом контактов.

Типовая стойка содержит три рамы, из которых средняя неподвижная, а две крайние подвижные (поворотные). Конструктивной основой типовой стойки является металлический каркас сборно-сварного типа, на который с торцов навешиваются щиты, а на стороны — открывающиеся двери (рис. 5.28).

Глава 6 СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

6.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Под системой электропитания понимается совокупность технических средств, обеспечивающих подвод энергии к элементам схем через низковольтные источники питания. Анализ физических процессов, происходящих при работе интегральных схем, показывает, что в результате быстрого увеличения тока при переключении элементов возникают импульсные помехи, которые могут проникать в шины питания, вызывая выбросы напряжений и ложные срабатывания схем. При этом по шине обратного тока (земляной) протекают суммарные токи, создаваемые приращением токов питания и током сигнальных цепей.

Для уменьшения возникающих помех применяют различные меры, основанные на следующих принципах [9]:

- уменьшение скорости изменения токов в шинах питания с помощью индивидуальных развязывающих (сглаживающих) конденсаторов;
- снижение собственных и взаимных индуктивностей шин питания с помощью компенсации магнитного потока, наводимого токами в шинах питания;
- сокращение длины тех участков шин питания, которые являются общими для протекания токов различных элементов ЭВМ.

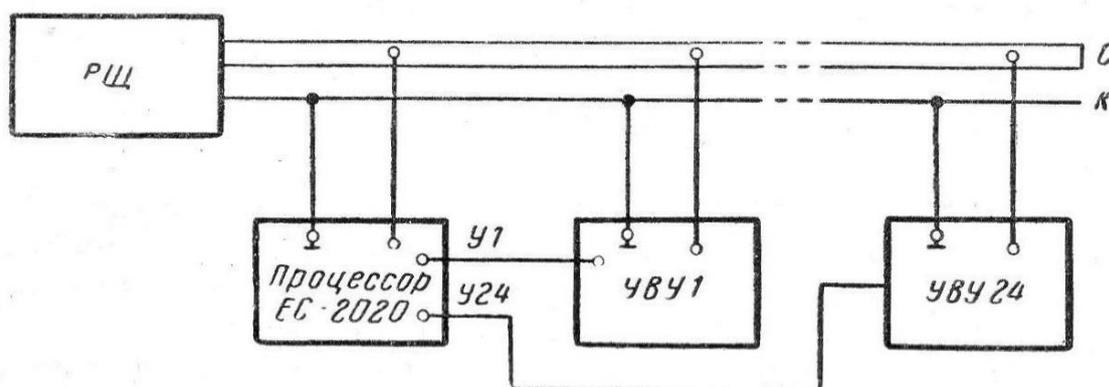
Использование данных принципов отдельно или их комбинации позволяет снизить величины наводок до необходимого уровня. Так, для уменьшения индуктивности земляные шины питания выполняются в виде металлических плоскостей с отверстиями для установки разъемов, в которые устанавливаются печатные платы с размещенными на них интегральными схемами. Шины питания, подводящие необходимые номиналы напряжений питания к панелям, выполняются в виде пакетов полосковых линий, обладающих значительной распределенной емкостью, которая действует как элемент сглаживания высокочастотных помех.

При проектировании цифровых схем с применением интегральных схем не менее важной является защита схем от токовых перегрузок и перенапряжений. Токковые перегрузки как в подводящих питание проводниках, так и в нагрузке всегда вызываются коротким замыканием. Для защиты от токовых перегрузок применяются два метода: определение электронным путем перегрузки у источника питания и установка плавких предохранителей в тех местах, где изменяется сечение проводников. Защита от перенапряжений важна, так как ее отсутствие может привести к тепловому пробоему интегральной схемы и необходимости ее замены. Измерительные органы, устанавливаемые на источниках питания, следят за величиной напряжения на нагрузке и позволяют отключить систему электропитания при превышении заданного уровня.

Система электропитания ЭВМ обеспечивает постоянное и переменное напряжение необходимого номинала, управление включением и выключением (централизованно и автономно) и защиту схем от токовых перегрузок и перенапряжений как по первичной, так и по вторичной стороне электропитания.

6.2. СОСТАВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЭВМ ЕС-1020

ЭВМ ЕС-1020 подключается (рис. 6.1) к первичной четырехпроводной трехфазной сети промышленного тока, имеющей следующие параметры:



6.1. Система электропитания ЭВМ ЕС—1020:

РЩ — распределительный щит; С — четыре провода трехфазной цепи 380/220 В; К — защитное заземление; УВУ1,..., УВУ24 — управление внешним устройством (1—24); У1,..., У24 — управление электропитанием УВУ1,..., УВУ24.

напряжение $3 \times 380/220$ В с пределами от плюс 10 до минус 15% частота 50 ± 1 Гц;
линейные напряжения не должны отличаться друг от друга более чем на 5%;

заданные пределы изменения параметров могут быть длительными или кратковременными. Превышение пределов недопустимо.

Система электропитания обеспечивает устройства ЕС-1020 стабилизированными напряжениями постоянного тока, а также трехфазным напряжением 380/220 в, 50 Гц.

При проектировании вычислительных центров на базе ЭВМЕС-1020 для коммутации входной сети должен предусматриваться распределительный щит (РЩ), который не входит в состав машины ЕС-1020. Мощность РЩ определяется суммарной мощностью, потребляемой от первичной сети устройствами ЭВМ ЕС-1020 (табл. 6.1).

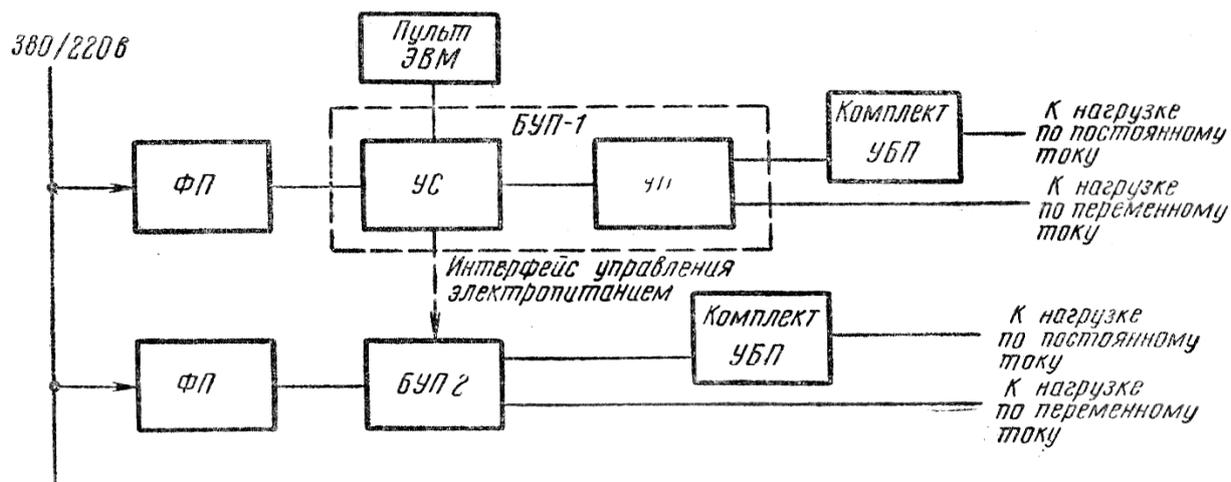
Каждое устройство, входящее в состав машины ЕС-1020, подключается к распределительному щиту автономно через сетевые кабели с наконечниками. Устройства подготовки данных обычно устанавливаются в отдельном помещении, предназначенном для подготовки данных. Управление выключением и включением питания устройств, подключаемых к процессору по системе сигнального интерфейса, осуществляется централизованно с пульта управления машины или автономно средствами устройств.

Таблица 6.1

Наименование устройства	Шифр	Потребляемая мощность (не более), кВА
Процессор (64-256 Кбайт)	ЕС-2020	7
Пишущая машинка	ЕС-7070	0,2
Устройство ввода с перфокарт	ЕС-6012	1
Устройство ввода с перфолент	ЕС-6022	0,8
Устройство вывода на перфоленту	ЕС-7022	0,6
Алфавитно-цифровое печатающее устройство	ЕС-7032	2
Устройство вывода на перфокарты	ЕС-7010	1
Устройство управления для накопителей на магнитной ленте	ЕС-5511	1
Накопитель на магнитной ленте	ЕС-5010	2
Устройство управления для накопителей на магнитных дисках и барабанах	ЕС-5551	1
Накопитель на магнитных дисках	ЕС-5056	1,7
	ЕС-5052	0,6

При централизованном управлении производится дистанционное последовательное включение и одновременное отключение электропитания устройств машины. Централизованное управление осуществляется по линиям интерфейса управления электропитанием.

Автономное управление питанием необходимо для проведения на внешних устройствах профилактических и ремонтных работ независимо от функционирования остальных устройств машины. Автономное управление производится с помощью органов управления непосредственно на устройствах.



6.1. Структура электропитания:

ФП — фильтр питания; БУП — блок управления питания; УС — управление системой; УП — управление процессором; УБП — унифицированный блок питания

При работе устройств машины на цепях питания генерируются высокочастотные помехи, которые могут передаваться в первичную сеть. Для подавления помех в первичную сеть на вводах сети в каждое из устройств предусмотрены фильтры.

Структурная схема системы электропитания показана на рис. 6.2. Для формирования стабилизированных постоянных напряжений используются унифицированные блоки питания (УБП), которые снабжены средствами защиты от понижения выходного напряжения до уровня 20—40% от номинальной величины и средствами защиты

от короткого замыкания и перегрузок по постоянному току. Номенклатура основных используемых УБП и данные по защите от перегрузок приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Наименование УБП	Номинал напряжения (В)	Максимальный ток нагрузки (А)	Ток срабатывания защиты от перегрузки (А)
ЕС-0904	5	18	36
ЕС-0905	5	3,6	6
ЕС-0908	6,3	3	6
ЕС-0912	12,6	2	4
ЕС-0913	20	10	16
ЕС-0919	27	1,5	2,9

Помимо блоков, перечисленных в табл. 6.2, в ряде внешних устройств применяются блоки специального назначения, используемые только для этих устройств.

На структурной схеме показан интерфейс управления электропитанием. Это шестипроводная линия, которая радиально соединяет блоки управления (БУП-2) во внешних устройствах с БУП-1 процессора. Интерфейс управления электропитанием позволяет осуществить последовательное подключение устройств машины к первичной сети, что значительно снижает уровень помех при включении устройств. Блоки управления питанием обеспечивают защиту от аварийного состояния первичной сети или унифицированных источников питания. Предусмотренная система сигнализации и индикации позволяет обнаружить местонахождение неисправности.

Наиболее важным является обеспечение сохранности информации в оперативной памяти. Система управления сброса питания при аварии первичной сети позволяет осуществить последовательность отключения электронных устройств, которая обеспечивает сохранение информации в оперативной памяти.

В целях электробезопасности корпуса устройств ЭВМ ЕС-1020 соединены электрически с корпусом распределительного щита с помощью соответствующих кабелей и болтов.

Глава 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

Для обеспечения нормального функционирования вычислительного центра на базе ЕС-1020 необходимо предусмотреть следующие помещения:

- машинный зал;
- зал для подготовки данных;
- хранилище технической документации, библиотеки программ на машинных носителях (на магнитных лентах, дисках или перфокартах);
- помещение для технического обслуживания; помещение для персонала; склад расходных материалов.

Каждый пользователь ЭВМ, в зависимости от имеющегося у него помещения для ВЦ, сам планирует размещение помещений и установку технических средств. При этом размещение помещений и расположение технических средств ЭВМ должно быть таким, чтобы перемещение операторов при установке и съеме носителей информации было сведено к минимуму.

Машинный зал. Для размещения технических средств, входящих в комплект ЭВМ, необходимо 100 м² площади. Физическая планировка устройств приведена в приложении 2 с указанием мест подключения кабельных соединений. Помещение должно отвечать санитарным нормам, иметь высоту не ниже 3 м и должно быть оборудовано системой электропитания, освещения и средствами противопожарной безопасности. Осветительная сеть должна иметь розетки напряжением 220 В для подключения приборов, необходимых для технического обслуживания ЭВМ. Двери зала должны быть высотой не менее 2 м, шириной не менее 1,5 м.

Оборудование необходимо размещать таким образом, чтобы между любыми его единицами ширина прохода (при открытых дверях и рамах) составляла 1—1,5 м. Система естественной или принудительной вентиляции помещения должна обеспечивать 3—4-кратный обмен воздуха в час. Освещенность зала должна быть 190—260 лк (на высоте 1 м от пола).

Стены и потолок машинного зала необходимо облицевать звукопоглощающими материалами. Температурный режим в зале должен поддерживаться на уровне 22°С. ЭВМ ЕС-1020 рассчитана на работу в диапазоне температур +5—Н0°С, однако для эффективной работы основных устройств модели — внешней памяти на дисках и лентах, а также для качественной работы внешних устройств на бумажных носителях (карты и ленты) рекомендуется применять кондиционирование.

Допустимая запыленность помещения машинного зала — 75 нкг/м³ при размере частиц не более 3 мкм. Для требуемого уровня запыленности рекомендуется производить герметизацию помещения с кондиционированием воздуха. Наиболее благоприятны следующие условия:

- температура — 22±2°С;
- относительная влажность — 65±5%;
- атмосферное давление — 750±30 мм рт. ст.

В зале должно быть создано избыточное по отношению к условиям в соседних помещениях давление воздуха (0,5—1,0 мм рт. ст), что обеспечит пылезащищенность машинного зала.

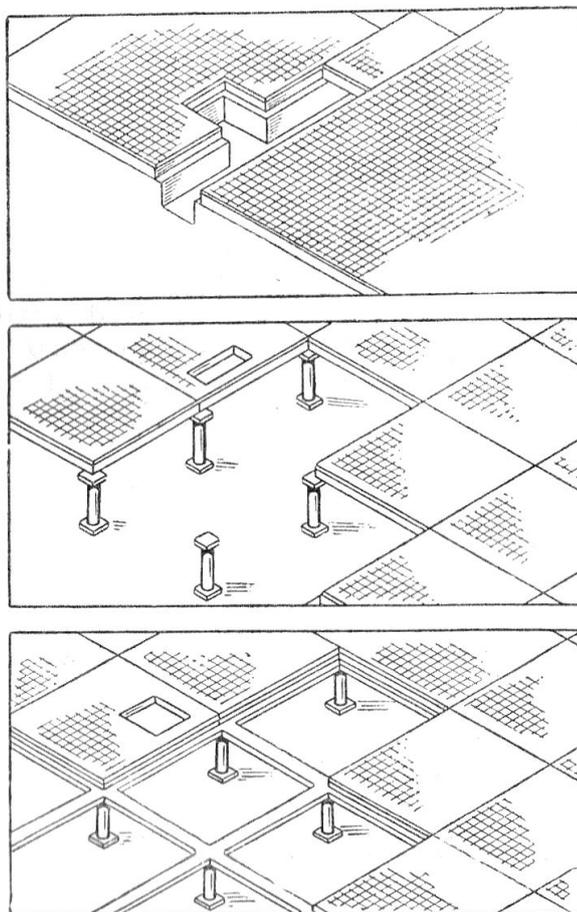
При подготовке помещения для ЭВМ ЕС-1020 рекомендуется устанавливать фальшпол для размещения соединительных кабелей и фальшпотолок для создания вентиляционной камеры. Фальшпол может быть изготовлен из металлических плит, покрытых пластиком, которые должны быть заземлены для снятия электростатических зарядов (рис. 7.1). Плита для фальшпола должна быть размером 500×500 мм и выдерживать нагрузку порядка 700 кг/м²; высота над уровнем пола—150—200 мм. Пластик, покрывающий плиту, не должен выделять корродирующие газы (H₂S или SO₂ и др.).

Фальшпотолок рекомендуется изготавливать из перфорированных плит, прикрепленных к основному потолку, для создания между этими поверхностями вентиляционной камеры, которая служит для подачи свежего и отбора отработанного воздуха.

В отдельных случаях более жесткие требования необходимо предъявлять к местам размещения устройств внешней памяти, а также к источникам повышенного акустического шума (печать, перфоратор карт и др.). Такое оборудование рекомендуется устанавливать в изолированных отсеках, сообщающихся между собой стеклянными перегородками с подвижной дверью.

Рекомендуется следующий порядок подготовки машинного зала при использовании фальшпола, потолка и кондиционера:

- облицовка основного потолка металлической фольгой;



7.1. Варианты реализации фальшпола

крепление металлических подвесов для установки подвесного потолка;
 сборка вентиляционной камеры (полость между основным и подвесным потолком);
 сборка подвесного потолка и светильников;
 установка системы кондиционирования (в отдельном помещении) и проверка работоспособности; установка фальшпола;

облицовка стен машинного зала звукопоглощающим материалом.

Зал для подготовки данных. Размер помещения определяется числом аппаратуры. Для комплекта поставки ЭВМ ЕС-1020 достаточно иметь площадь 20—30 м². Зал подготовки данных должен соответствовать санитарным нормам, иметь высокую освещенность рабочих мест (350—380 лк на высоте 1 м от пола) и обязательное покрытие стен и потолка звукопоглощающим материалом.

Хранилище для технической документации и машинных носителей. Помещение для хранения технической документации и машинных носителей необходимо оборудовать стеллажами, шкафами, рассчитанными для размещения комплекта технической документации, контейнеров с пакетами магнитных дисков и бобин магнитных лент и колод перфокарт. Для этой цели рекомендуется использовать металлические или деревянные шкафы или стеллажи с выдвижными секциями и легкозапоминаемой маркировкой.

Основное требование при хранении машинных носителей состоит в том, чтобы бобина с магнитной лентой или сменный пакет магнитных дисков были уложены в свои контейнеры до сдачи в хранилище (для этих носителей желательно иметь отдельное помещение). Перфокарты также должны храниться в специальных металлических ящиках в прижатом состоянии. Помещение для хранения машинных носителей и технической документации должно находиться вблизи от машинного зала и иметь одинаковый уровень пола. Для транспортировки пакетов дисков и бобин лент необходимо иметь тележки с ячейками для пакетов, бобин или документации.

Температура этого помещения должна поддерживаться в пределах 15—25°С, относительная влажность — от 40 до 70%, освещенность— 190—260 лк (на высоте 1 м от пола).

Помещение для технического обслуживания, рекомендуемая площадь которого 15—20 м², должно обеспечивать размещение оборудования для ремонта узлов и устройств ЭВМ (ТЭЗов, плат, электромеханических узлов и др.). В состав оборудования должны входить сервисные стенды, верстаки, инструмент и принадлежности. Кроме того, в помещении необходимо предусмотреть разводку силового питания при использовании соответствующего оборудования и осветительную сеть с розетками для подключения приборов и стендов.

Помещение для обслуживающего персонала. Для обслуживающего персонала (администрации, операторов, инженерно-технического персонала) необходимо иметь помещения, удобные для выполнения работ по планированию заданий, обработке результатов, ведению отчетности и т. д. Кроме того, должна быть

предусмотрена удобная мебель, соответствующая освещенность, кондиционирование, мебель для архивов.

Размер помещения определяется числом персонала, режимом работы ЭВМ и типом обслуживания. При централизованном обслуживании суммарная площадь ВЦ может быть сокращена за счет уменьшения помещений для ремонта и обслуживающего персонала.

7.2. КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В данном разделе приведены общие сведения о порядке подготовки, запуске и выполнении программ технического обслуживания, а также о микропрограммных тестах, которые используются для локализации неисправности и диагностики процессора ЕС-2020.

Комплекс программ технического обслуживания (КПТО) предназначен для проверки правильности функционирования технических средств ЭВМ ЕС-1020. В состав КПТО входят тесты, приведенные в табл. 7.1.

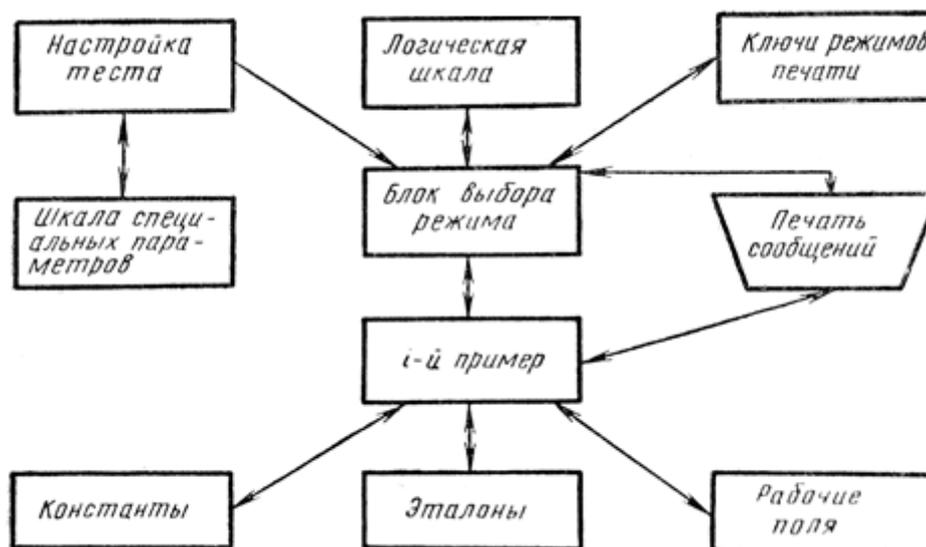
Таблица 7.1

Наименование теста	Идентификатор теста	Наименование теста	Идентификатор теста
Фиксированная арифметика	TFX	Позиционер	TDL
Логические операции	TOL	Магнитная лента	IMT
Десятичная арифметика	TDA	Печать	TPR
Плавающая арифметика	TFP	Вывод перфоленты	TOP
Прерывания	TINT	Ввод перфоленты	TIP
Мультиплексный канал	TMC	Вывод перфокарт	TOC
Селекторный канал	TSC	Ввод перфокарт	TIC
Совместная работа каналов	TCW	Пишущая машинка	TCN
Интерфейс диска	TDI	Комплексная наладочная тестовая программа (КНТП)	СТР
Команды диска	TDC		

Кроме перечисленных тестов, порядок выполнения которых устанавливает КНТП, КПТО включает также автономные тесты «Взаимозаменяемость НМЛ» и «Прямое управление». Тест «Прямое управление» выполняется только на ЭВМ, имеющих средства прямого управления.

Наладочные тестовые программы осуществляют проверку технических средств ЭВМ ЕС-1020 путем выполнения отдельных примеров (проверок). Тесты построены по методу сравнения результата выполнения примера или части его с заранее подготовленным эталонным результатом. Возможны следующие режимы выполнения теста:

- многократное выполнение отдельного примера теста (от 1 до 1 000 000);
- исключение любого примера теста;
- разрешение и исключение печати сообщений при верном и неверном исполнении;
- многократное выполнение теста.



7.2. Типовая структура теста

Типовая структура теста показана на рис. 7.2. Логическая шкала представляет собой последовательность

данных определенной области основной памяти. Каждый байт этой последовательности однозначно соответствует примеру теста. Значения разрядов логической шкалы определяют либо многократное выполнение примера, либо исключение этого примера. Многократное выполнение теста задается в байте логической шкалы, соответствующем последнему примеру теста. Ключи печати — это два байта основной памяти, позволяющие блокировать или разрешать печать сообщений при верном и неверном исполнении теста. Для задания специфики теста (адреса внешнего устройства, количества устройства ввода-вывода и т. д.) служат шкала специальных параметров и блок настройки теста.

Тест в заданном режиме выполняется с помощью блока выбора режима. Этот блок является подпрограммой, анализирующей состояния логической шкалы и ключей печати. Выполнение каждого теста начинается с анализа шкалы специальных параметров. Блок настройки по специальным параметрам настраивается на заданный номер канала, адрес устройства и тип устройства (ввод, вывод, ввод-вывод). В процессе настройки осуществляются пересылка адресов, проверяемых устройств в нужные команды и установка признаков, специфических для каждого теста. После этого управление передается блоку выбора режима, который анализирует содержимое логической шкалы, ключей режимов печати и в зависимости от их состояний передает управление примеру, если он не исключен в логической шкале.

Каждый пример теста предназначен для создания ситуации, реакция на которую проверяется. После выполнения примера управление передается блоку выбора режима. Если пример исключен, то блок выбора режима переходит к анализу следующего байта логической шкалы.

Каждый тест может вводиться в память двумя способами: с перфокарт с помощью «Программы первоначальной загрузки» и с тестовой магнитной ленты ТМЛ с помощью управляющей программы СТР.

Микропрограммные тесты. Для анализа и локализации места неисправностей и обеспечения удобств обслуживания ЭВМ ЕС-1020 разработаны микропрограммные тесты, входящие в общий эксплуатационный комплекс ЭВМ. Использование микропрограммных тестов ведет к уменьшению наладочного и сервисного оборудования, требуемого для обслуживания ЭВМ. Микропрограммные тесты позволяют добиться гораздо большей разрешающей способности при локализации и неисправности, так как микропрограмма много ближе к реальным схемам, нежели программа на машинном языке. Размер «твердого ядра», необходимого для работы микропрограммных тестов, сводится до минимума — практически нужно, чтобы были исправны лишь цепи занесения в регистр адреса памяти микрокоманд, тогда как любой программе, в том числе и тестовой, нужно устройство ввода-вывода, канал, память и т. д. Несомненным преимуществом микропрограммных тестов являются скорость работы и относительная простота в обращении.

Некоторые неудобства возникают лишь при интерпретации ошибочных ситуаций, выявляемых тестом. Программный тест завершается обычно распечаткой в удобной форме информации об обнаруженных ошибочных ситуациях, в то время как для микропрограммного теста необходим дополнительный анализ ситуации с помощью специальных словарей неисправностей.

В состав системы микропрограммных тестов ЭВМ ЕС-1020 входят:

- тест сканирования постоянной памяти (СКАН);
- тест проверки оперативной памяти (ПРОП);
- тест блока защиты памяти (ЗАЩИТ);
- тест ГАШЕНИЕ.

Предусмотрена возможность управления микропрограммными тестами с инженерного пульта.

Сканирование постоянной памяти заключается в считывании последовательностей микрокоманд, контроля на «нечет» дешифрации адреса и содержимого микрокоманды и осуществляется с помощью микропрограммы «Сканирование постоянной памяти» (СКАН). Она содержит восемь микрокоманд, находящихся в нулевом модуле. Для сканирования одной микрокоманды ПП требуется выполнение шести микрокоманд теста. Так как объем ПП составляет 8192 микрокоманды, то время выполнения однократного сканирования всего объема ПП — 50 мсек.

Оперативная память состоит из трех типов логически самостоятельных памятей: основной (ОП), локальной (ЛП) и мультиплексной (МП). Одновременное обращение более чем к одному из трех типов памятей не допускается, так как эти памяти размещены в одном магнитном накопителе и обслуживаются одними и теми же элементами управления. Тест ПРОП состоит из четырех частей:

- проверки ОП путем записи информации, установленной на переключателях пульта, и перезаписи ее на обратную;
- проверки ОП, ЛП и МП;
- проверки ОП на «тяжелых кодах» с перезаписью информации на обратную и многократным разрушением ее;
- проверка правильности обращения к каждому из блоков оперативной памяти.

Тест ПРОП занимает 112 ячеек ПП, время однократного прохождения самой большой его части составляет 2,9 с.

Микропрограммный тест ЗАЩИТ служит для проверки блока 'защиты и состоит из нескольких последовательно выполняющихся частей, каждая из которых осуществляет проверку определенных схем блока защиты. Тест проверяет следующие логические функции блока защиты:

- правильность выработки сбоя по защите;
- правильность работы схемы сравнения при разных кодах;
- возможность записи информации в ОП при соответствии ключей;

сохранность информации в ОП при несоответствии ключей.

Тест ЗАЩИТ занимает 100 ячеек ГШ. Время его однократного выполнения — 18 мс.

Тест ГАШЕНИЕ выполняется каждый раз при нажатии кнопок на пульте управления ВКЛ. ПИТАНИЯ, ГАШЕНИЕ или ЗАГРУЗКА. При выполнении теста осуществляется проверка блока регистров процессора поочередным занесением единичной и нулевой информации и контролем ее сохранности в проверяемых регистрах.

7.3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

7.3.1. Виды технического обслуживания

Техническое обслуживание ЭВМ (сервис ЭВМ)— это комплекс организационных мероприятий и обеспеченность ЭВМ стендовой аппаратурой, запасным имуществом, вспомогательным оборудованием, приспособлениями, ремонтным инструментом, контрольно-измерительной аппаратурой и специальной мебелью, необходимые для эффективной эксплуатации и ремонта ЭВМ при обеспечении удобств для обслуживающего персонала. Можно выделить следующие разновидности сервиса: индивидуальный, групповой и централизованный.

Индивидуальный сервис обеспечивает обслуживание одной ЭВМ силами и средствами персонала, обслуживающего данную ЭВМ. В состав индивидуального сервиса входят:

- аппаратура контроля и элементной базы ЭВМ и электропитания;
- контрольно-наладочная аппаратура для автономной проверки и ремонта технических средств ЭВМ,
- комплект электрорадиоизмерительной аппаратуры, необходимый для эксплуатации ЭВМ и работы стендов;
- комплект тестовых программ для ЭВМ и ее узлов;
- инструмент и ремонтные принадлежности;
- вспомогательное оборудование и приспособления;
- специальная мебель для хранения имущества вычислительного центра и рабочие места оператора ЭВМ и наладчика элементной базы.

При таком составе предусматривается возможность оперативного поиска и устранения неисправности с помощью стендовой и контрольно-измерительной аппаратуры. Данный комплект в сочетании с необходимым ЗИПом должен обеспечивать заданное время восстановления ЭВМ. Полнота ЗИПа создает предпосылки для группового обслуживания нескольких ЭВМ без существенного увеличения комплекта сервисной аппаратуры. Групповой сервис целесообразен при увеличении числа ЭВМ в вычислительном центре. При этом сервисе достигается обслуживание нескольких ЭВМ, сосредоточенных в одном месте, силами и средствами персонала вычислительного центра.

Структура состава группового сервиса та же, что и при индивидуальном. Предполагается наличие большего числа аппаратуры, приспособлений и т. д., исключающее, однако, неоправданное дублирование при комплектовании группового сервиса. Групповой сервис включает как минимум комплект состава индивидуального сервиса ЭВМ, дополненный аппаратурой и приспособлениями других ЭВМ.

При наличии необходимого ЗИПа, развитой сервисной аппаратуры и квалифицированного технического персонала индивидуальный сервис позволяет минимизировать время восстановления ЭВМ, однако, при этом требуются значительные расходы на содержание технического персонала и сервисной аппаратуры.

При централизованном обслуживании сокращаются расходы на содержание технического персонала ЭВМ, сервисной аппаратуры и ЗИП, но при этом время восстановления ЭВМ зависит от оперативности пунктов централизованного обслуживания и не может быть менее 1—2 ч в зависимости от различных факторов типа расстояния от ВЦ, условий работы бригады и др.

В зависимости от места установки ЭВМ и характера решаемых задач пользователь сам выбирает наиболее ему подходящий вид технического обслуживания.

7.3.2. Состав обслуживающего персонала

Состав обслуживающего персонала зависит от вида технического обслуживания и режима эксплуатации ЭВМ. При индивидуальном обслуживании из учета работы ЭВМ в три смены рекомендуется следующий состав обслуживающего персонала технических средств:

Начальник машины	3
Начальники смены (старшие инженеры)	1
Инженеры смен (инженеры-электромеханики и инженеры-электрики)	3
Старшие техники-электрики	2
Техники-электрики	2
Слесарь точной механики	1

Весь обслуживающий персонал должен пройти курс обучения и иметь удостоверение на право эксплуатации

технических средств ЭВМ. Устройства и узлы ЭВМ ремонтируются силами дежурной смены.

При эксплуатации ЭВМ под управлением операционной системы ДОС ЕС с учетом работы в три смены рекомендуется иметь следующий состав программистов и операторов:

Системные программисты	2
Программисты	12
Операторы	8

Системный программист консультирует обслуживающий персонал ЭВМ по функционированию ДОС ЕС, следит за состоянием операционной системы, поддерживает связь со службой сопровождения ДОС ЕС. Необходимое число программистов определяет сам пользователь в зависимости от состава и характера решаемых задач. Операторы могут быть подготовлены самим пользователем.

Для подготовки исходных данных рекомендуется иметь специальную группу в следующем составе:

Начальник группы (механик по обслуживанию устройств подготовки данных)	1
Операторы перфорационных устройств	6

В зависимости от объема подготовки исходных данных пользователь определяет необходимое ему число операторов перфорационных устройств.

За качественное функционирование ЭВМ отвечает начальник машины, в обязанности которого, кроме участия в профилактических работах, входит руководство работами по внесению всевозможных изменений и улучшений в ее схемы и конструкцию. Такие изменения, целесообразность которых выясняется в процессе эксплуатации, необходимо непрерывно проводить. Характер изменений иногда сообщается заводом-изготовителем, другими организациями эксплуатирующими аналогичные машины, или выясняется на месте эксплуатации.

Начальник машины занимается также ведением документации, необходимой для статистического анализа работы ЭВМ, ее элементов и узлов, для определения надежности, необходимого режима профилактических работ, анализа условий решения задач на данной ЭВМ. Кроме того, начальник машины анализирует причины различных недоразумений, возникающих при отладке программ и счете задач, а при имеющихся сомнениях в правильности работы ЭВМ лично участвует в проверке задачи, вызвавшей недоразумение. Такие задачи обычно передаются на проверку в присутствии наиболее квалифицированного эксплуатационного персонала. При этом совместно с математиками детально рассматривается программа для нахождения неисправности ЭВМ или ошибки в программе, вызвавшей недоразумение.

7.3.3. Планово-профилактические работы

Профилактические работы проводятся для бесперебойной работы устройств ЭВМ. Объем профилактических работ зависит от технического состояния устройств ЭВМ и квалификации обслуживающего персонала. Профилактика оборудования ЭВМ при круглосуточной эксплуатации должна осуществляться не чаще 1 раза и не более 1 часа в сутки.

Рекомендуются следующие виды профилактических работ и их регламент:

Ежедневная	1 ч
Еженедельная	4 ч
Ежемесячная	16 ч
Годовая	3 суток

При выполнении профилактических работ всех видов (ежедневной, еженедельной, ежемесячной и годовой) необходимо руководствоваться инструкциями по эксплуатации отдельных устройств, входящих в состав ЭВМ. При проведении ежедневной и еженедельной профилактики проверяются технические средства модели с помощью тестов, входящих в состав КПО и управляемых соответствующими пакетами карт. При проведении ежемесячной и годовой профилактики дополнительно рекомендуется проверять работоспособность технических средств модели совместно с операционной системой ДОС ЕС.

Если при решении задач не используется ряд внешних устройств ЭВМ, то в это время можно производить автономную проверку неиспользуемых устройств. Если у пользователя отсутствует загрузка ЭВМ на полную мощность, то рекомендуется за счет свободного времени расширить объем профилактических работ с целью обучения обслуживающего персонала.

Профилактические работы обычно проводятся в утреннее время и в них, кроме сотрудников эксплуатационной смены, участвуют начальник машины, а также наиболее квалифицированный обслуживающий персонал.

7.3.4. Сервисная аппаратура

В связи с тем, что возможны различные виды технического обслуживания, сервисная аппаратура поставляется пользователю по отдельному договору.

Состав сервисной аппаратуры, необходимой для качественного обслуживания одной ЭВМ, приведен в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Шифр	Назначение	Число
ЕС-А001	Стенд проверки блоков питания	1
ЕС-А003	Приставка для проверки нестандартных блоков питания	1
ЕС-0822	Универсальный источник питания	1
ЕС-А102	Стенд проверки логических ТЭЗов	1
ЕС-А104	Стенд проверки специальных ТЭЗов	1
ЕС-А503*	Стенд проверки накопителей на сменных магнитных дисках	1
ЕС-А501	Прибор контроля накопителя на магнитной ленте ПКН ЕС-5010	1
ЕС-А701	Тестер для проверки внешних устройств	1
СПЯ-ВУ	Стенд проверки ячеек внешних устройств	1
ЕС-А502**	Прибор контроля типовых элементов ПКТЭ-68	1
ИПЛ-6**	Источник питания лабораторный	1

* Не поставляется при комплектовании ЭВМ ЕС-1020 устройствами ЕС-5052.

** Не поставляется при комплектовании ЭВМ ЕС-1020 устройствами ЕС-5012М.

По мере усовершенствования и разработки новых аппаратных средств состав сервисной аппаратуры может изменяться и дополняться.

Стенд ЕС-А001, предназначенный для проверки электрических параметров унифицированных блоков питания (УБП), выполнен в виде стола. На правой стороне рабочей зоны установлен вращающийся столик с фиксатором для размещения УБП при его проверке. Ручки управления всех реостатов и автотрансформаторов выведены на поверхность стола в рабочую зону. На поверхности стола размещаются измерительные приборы и паяльник на специальной подставке.

Питание стенда размером 1145×750×1438 мм и массой 161 кг осуществляется от трехфазной сети переменного тока напряжением 380/220 В частотой 50 Гц.

Переносная приставка ЕС-А003 используется для проверки электрических параметров нестандартных блоков питания (БУП-1, БУП-2, БПН-1). Все элементы, необходимые для работы изделия, расположены на лицевой панели, которая для удобства монтажа и ремонта может выдвигаться. На задней панели размещены разъемы.

Питание приставки размером 420×297×200 мм и массой 11,7 кг осуществляется постоянным напряжением 27 В и переменным напряжением 380/220 В от стенда ЕС-А001.

Источник питания ЕС-0822 размером 600×282×1080 мм и массой 89 кг предназначен для питания стендов проверки ТЭЗов (специальных и логических) и рассчитан на одновременное питание двух стендов. Источник питания вырабатывает 12 уровней стабилизированных напряжений и имеет выход переменного нестабилизированного напряжения 36 В для питания паяльника, а также транслирует на стенды напряжение сети 220 В, кроме того, имеет встроенную защиту, предназначенную для защиты источника от перегрузок и для защиты нагрузки от перенапряжений.

Источник ЕС-0822 обеспечивает плавное регулирование каждого стабилизированного напряжения в пределах зоны срабатывания защиты. При блокировке защиты пределы регулирования напряжений расширяются до значений от +20 до —30% от номинального. Потребляемая источником мощность от сети при полной нагрузке не превышает 700 В·А.

Для проверки логических ТЭЗов, выполненных на интегральных микросхемах серии 155, используется стенд А-102 размером 521×495×220 мм и массой 25 кг. Сигналы, необходимые для проверки логических ТЭЗов, вырабатываются генератором стенда. С помощью органов регулирования и коммутации требуемые сигналы подаются на входы проверяемого ТЭЗа. К выходам проверяемого ТЭЗа подключаются имитаторы нагрузок, представляющие собой дискретные эквиваленты нагрузок (резистивно-емкостные). Для проверки динамических и статических параметров выходных сигналов стенда и проверяемого ТЭЗа используются измерительные приборы. Средняя производительность стенда — один ТЭЗ за 45 мин.

ТЭЗы стенды и проверяемый ТЭЗ имеют отдельные источники питания. Питание стенда осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц. Максимальная потребляемая мощность от сети — 10 Вт.

Стенд А-104 предназначен для проверки специальных ТЭЗов ЕС ЭВМ, электрические параметры входных и (или) выходных сигналов которых соответствуют электрическим параметрам сигналов микросхем серии 155. Этот стенд является универсальным прибором, на котором может быть проверен любой тип специального ТЭЗа с

помощью соответствующего задающего ТЭЗа. Один задающий ТЭЗ может обеспечивать проверку нескольких типов специальных ТЭЗов.

На съемных задающих ТЭЗах располагаются схемы формирования специальных сигналов и эквиваленты нагрузки, необходимые для проверки ТЭЗов.

Стенд имеет три основных разъема: «Ш» — для установки проверяемого ТЭЗа; «У» — для установки задающего ТЭЗа; «ИС» — для установки микросхем серии 155. Все контакты этих разъемов, включая контакты питания, выведены на коммутационное поле КП2. При этом может быть закоммутирован любой режим проверки ТЭЗа.

Напряжение питания на разъеме «Ш» и «У» подается через гнезда коммутационного поля КП2 с соответствующих групп гнезд: НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ ПРОВЕРЯЕМОГО ТЭЗа и НАПРЯЖЕНИЯ ПИТАНИЯ ЗАДАЮЩЕГО ТЭЗа. Разделение напряжений питания проверяемого и задающего ТЭЗов на две отдельные группы позволяет сохранять неизменным режим запуска проверяемого ТЭЗа при изменении его напряжений питания.

Для проверки ТЭЗов оперативной памяти ЭВМ ЕС-1020 в стенде предусмотрены разъемы «I», «II» и «IV» и специальное коммутационное поле КП1. Это вызвано необходимостью изоляции слаботочных линий связи от внешних наводок. Сигналы, необходимые для проверки специальных ТЭЗов, вырабатываются генератором стенда и двумя стабильными одновибраторами. Длительности сигналов могут регулироваться плавно и дискретно. С помощью органов регулирования и коммутаций требуемые сигналы подаются на входы проверяемого ТЭЗа.

Стенд имеет генератор одиночных импульсов, который при нажатии кнопки ГОИ выдает импульс, равный длительности нажатого состояния кнопки.

Стенд имеет разъем «ИС», обеспечивающий возможность проверки микросхем серии 155 на функционирование. Время проверки одного исправного ТЭЗа любого типа на стенде не превышает 0,5 ч.

Питание стенда осуществляется от источника питания ЕС-0822. Первая группа напряжений предназначена для питания собственно стенда и задающих ТЭЗов, вторая группа — для питания проверяемых ТЭЗов.

На лицевой панели стенда расположены разъемы для установки задающих, проверяемых ТЭЗов, интегральных микросхем серии 155 и коммутационные поля КТП и КЛ2. Стенд представляет собой настольный переносной прибор размером 636×395×170 мм и массой 17,9 кг.

Стенд ЕС-А503 предназначен для автономной проверки, профилактики и подналадки после устранения отказов или замены узлов накопителя на сменных магнитных дисках ЕС-5056. Имеется один информационный канал обмена с накопителем. Информация записывается на носитель в виде восьмиразрядных слов без промежутков между словами.

Стенд обеспечивает работу с накопителем в режимах: одно-кратного и многократного поиска произвольного адреса информации, последовательного поиска адресов информации от произвольно заданного начального до произвольно заданного конечного в режиме многократного повторения, многократного поиска по двум произвольно заданным адресам, записи-стирания информации, только записи или только стирания информации, записи-стирания без подачи информации, воспроизведения информации, потактного выполнения операций поиска, выполнения только операций поиска без обмена информацией, автономном и профконтроля. В режиме «Профконтроль» на вход накопителя выдаются уровни сигналов, близкие к граничным. В качестве источника информации в устройстве используется набиратель кода, позволяющий составлять любую комбинацию разрядов в восьмиразрядном слове.

Питание стенда осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц.

Прибор контроля накопителя ПКН ЕС-5010 размером 460×600×1000 мм и массой 120 кг предназначен для проверки работоспособности и контроля основных технических параметров накопителей на магнитной ленте ЕС-5010 и ЕС-5012М.

Прибор позволяет контролировать выполнение накопителем команд управления движением, устойчивость следящей системы накопителя, запись, считывание и стирание информации, измерение зоны стробирования, измерение времени пуска и останова ленты, а также управление работой накопителя во время его наладки.

Питание ПКН осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц; максимальная потребляемая мощность от сети — 200 ВА.

Переносной пульт ЕС-А701 (тестер) используется для индикации потенциальных сигналов, поступающих из устройств ввода-вывода, как при работе устройств совместно с интерфейсом ввода-вывода, так и при автономной работе, а также для передачи в устройства ввода-вывода потенциальных сигналов, обеспечивающих различные режимы их работы. С помощью коммутационных элементов тестер подключается к одному из устройств ввода-вывода и на лицевую панель устанавливается соответствующая съемная панель (маска). В тестере, имеющем размер 300×408×340 мм и массу не более 20 кг, предусмотрен контроль исправности ламп индикации. Питание тестера осуществляется постоянным стабилизированным напряжением +5 В и нестабилизированным напряжением +12,6 В. Потребление мощности от источников +5 В и +12,6 В не превышает 7,8 и 54,2 Вт соответственно. Прибор контроля типовых элементов ПКТЭ-68 (ЕС-А502) предназначен для проверки электрических параметров и логической структуры типовых элементов, используемых в устройстве ЕС-5010. Сигналы, необходимые для проверки типовых элементов, вырабатываются задающей частью из синусоидального сигнала, поступающего от внешнего генератора. С помощью органов коммутации требуемые сигналы подаются на входы проверяемого типового элемента. К выходам проверяемого элемента подключаются эквиваленты нагрузок. Для проверки

динамических и статистических параметров выходных сигналов стенда и проверяемого типового элемента используются измерительные приборы.

Питание прибора размером 650×210×310 мм и массой 9 кг осуществляется от источника питания ИПЛ-6, обеспечивающего выдачу напряжения питания +10, —6,3; —20; -27 В.

Лабораторный источник питания ИПЛ-6 имеет размеры 438×497×307 мм и массу 28 кг и предназначен для питания стендовой аппаратуры. Он состоит из трех отдельных источников стабилизированного напряжения: —6,3; +10, —20 В и одного источника выпрямленного напряжения —27 В. Питание ИПЛ-6 осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц; максимальная потребляемая мощность от сети — не более 250 В А.

8.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Операционные системы и комплект технических средств ЕС ЭВМ представляют собой единое целое, поскольку программисты и операторы не имеют средств непосредственного управления техническими средствами и осуществляют его с помощью операционных систем [7].

Операционные системы ЕС ЭВМ состоят из большого числа компонентов. Они допускают возможность приспособления к потребностям, возникающим при использовании индивидуальных установок.

Целевое назначение операционной системы заключается в следующем:

- увеличении пропускной способности ЕС ЭВМ, т. е. увеличении общего объема работы, выполняемой системой в единицу времени;
- уменьшении времени реакции системы, т. е. сокращении интервала времени между моментом представления работы на обработку и моментом получения результата;
- помощи программисту и оператору в использовании вычислительной системы;
- адаптируемости, обеспечивающей гибкость и упорядоченный рост системы в направлении расширения сферы применения.

Одним из средств увеличения пропускной способности системы с помощью операционных систем является непрерывная обработка потока заданий, которая осуществляется автоматическим переходом от одного задания к другому. В режиме одновременного выполнения нескольких программ (мультипрограммирование) увеличение пропускной способности достигается более эффективным использованием аппаратных и программных ресурсов системы. Операционная система помогает обеспечить занятость всей системы в течение возможно более длительного времени путем эффективного распределения имеющихся в системе ресурсов по нескольким задачам и переключения управления с одной задачи на другую при возникновении задержки вычислений из-за ожидания выполнения какого-либо события (операции ввода-вывода, истечение временного интервала и др.).

Время реакции системы уменьшается за счет ограничения участия человека в управлении обработкой данных.

Операционные системы упрощают работу программиста и оператора, представляя им языковые средства для общения с системой, обеспечивая легкий доступ к часто используемым программам, планируя работы, контролируя и регистрируя ошибки. Для облегчения труда программиста в операционные системы включено достаточно большое число языков программирования и соответствующих трансляторов, например, Фортран-IV, Кобол, ПЛ/1, Ассемблер и РПГ (язык генерации программ-отчетов).

Гибкость и упорядоченное увеличение системы в направлении новых сфер применений достигаются наличием разнообразных средств программирования, а также модульным принципом построения операционной системы. Модульный принцип допускает включение в операционные системы новых компонент, удовлетворяющих стандартным соглашениям о связях, а также комбинирование системных возможностей различными способами.

Прохождение программ в вычислительной системе характеризуется тем, что последняя используется не только для выполнения программ, но и для их хранения, преобразования и изменения.

Дисковая операционная система предназначена для решения широкого круга задач по обработке информации на моделях ЕС ЭВМ с небольшим объемом памяти. При этой системе достигается эффективная обработка экономической информации. Планирование и управление работой системы обеспечивает управляющая программа ДОС ЕС, которая делится на три части: управление заданием, супервизор, система управления вводом-выводом. Обслуживающие программы представляют пользователю широкий набор компиляторов и обслуживающих программ, необходимых для эффективного использования системы. ДОС обеспечивает совмещение операций ввода-вывода с работой центрального процессора и одновременное выполнение до трех заданий в режиме мультипрограммирования. Одна программа работает в той части основной памяти, которая называется фоновой зоной; эта программа может использовать все возможности ДОС. Одновременно в системе могут присутствовать до двух зон переднего плана, в которых могут выполняться различного рода системные и обслуживающие программы.

В процессе работы часть управляющей программы — резидент — постоянно находится в основной памяти. Все программы ДОС располагаются на системном носителе информации, обязательно являющемся памятью прямого доступа.

Очевидно, что непосредственное использование больших универсальных систем, например, операционной системы, не может быть эффективным, так как они включают большое число избыточных компонентов, не применяемых в конкретной вычислительной системе. В связи с этим любая компонента СМО (операционная система или прикладная программа) нуждается в настройке на условия конкретного применения. Такая настройка называется генерацией компонент СМО. За счет генерации операционной системы удается удовлетворить двум противоречивым требованиям — универсальности и эффективности. Несмотря на большое количество и избыточность средств, пользователь имеет систему, точно приспособленную к нуждам конкретной установки и поэтому максимально эффективную.

Процесс генерации начинается с определения точных нужд вычислительной системы. При этом выясняются

общий объем работ, тип выполняемых работ, приоритеты работ различных типов, какого рода сервис нужен для выполнения работ и др. После определения потребностей следующим шагом является выбор конфигурации технических средств и средств операционной системы в их сочетании. Этот шаг является наиболее важным, от него зависит производительность будущей установки и выполнение предназначенного объема работ по обработке данных.

После выборки комбинации технических средств и средств операционной системы необходимо представить ее в такой форме, чтобы генерация системы шла автоматически. Для этой цели служит специальный язык генерации, с помощью которого пользователь описывает конфигурацию вычислительной установки и определяет компоненты, которые он желает включить в операционную систему в соответствии с классом решаемых задач, обеспечением требуемой эффективности и производительности и т. д. Используя это описание и библиотеки программ модулей, выполняется процесс генерации новой операционной системы. Генерация является обычным заданием и производится под управлением операционной системы. Она может быть выполнена практически с помощью любой существующей операционной системы. Если пользователь ею не располагает, то он может воспользоваться поставляемой ему стартовой операционной системой, предназначенной для генерации. После того как система уже сгенерирована, в ней можно произвести некоторые изменения без повторной генерации. Эти изменения вносятся либо в момент загрузки системы, либо с помощью частичной генерации.

Путем использования операционных систем ЕС ЭВМ можно разрабатывать программы, которые не зависят от конкретных устройств ввода-вывода, а следовательно, могут выполняться на различных конфигурациях технических средств. Это позволяет добавлять к системе новые устройства и их обеспечение, причем программы пользователей, разработанные ранее, могут использовать новые устройства без перепрограммирования.

Мультипрограммирование является фундаментальной основой повышения производительности вычислительной системы и обеспечения различных режимов использования. В режиме мультипрограммирования все средства вычислительной системы как программные, так и технические, используются максимально за счет совмещения операций обмена как между собой, так и с работой центрального процессора. При этом сокращаются непроизводительные простои оборудования.

Для осуществления планомерного и упорядоченного роста СМО необходимо соблюдать определенные стандарты (форматов данных, меток данных, стандартные способы объединения программ, позволяющие объединять различные модули), которые позволяют координировать действия разработчиков СМО и ее пользователей.

Как уже было отмечено выше, прикладные машинные программы создаются и применяются в настоящее время в виде пакетов, в результате чего достигается более эффективная эксплуатация как технических средств, так и собственно СМО.

Пакет прикладных программ есть комплекс программных средств, рассчитанный на решение некоторого класса задач. Пакеты прикладных программ функционируют под управлением основных операционных систем и имеют следующее назначение:

- решение типовых научных, инженерных, экономических и специальных задач;
- обеспечение работы мультипроцессорных и многомашинных систем;
- обеспечение работы моделей ЕС ЭВМ в различных режимах;
- обслуживание специальных периферийных устройств;
- обеспечение преемственности программ, разработанных для машин, не входящих в состав ЕС ЭВМ.

Применяется следующая классификация пакетов:

- пакеты прикладных программ, расширяющие возможности основных операционных систем;
- пакеты прикладных программ общего назначения для решения типовых научных, инженерных и экономических задач;
- пакеты прикладных программ специального применения.

Понятие «пакет» объединяет комплект программ и документацию. В свою очередь комплект программ состоит из тела пакета — набора программных модулей, предназначенных для решения определенного класса задач, где каждый программный модуль представляет собой подпрограмму или процедуру, реализующую алгоритмы вычислительного или логического характера, и может включать совокупность средств внутреннего управления и обслуживания, определяющих уровень системной организации пакета. Программные модули комплекта программ простой структуры, т. е. включающей только тело пакета, могут быть организованы в библиотеку средствами операционной системы.

Комплект программы пакета сложной структуры, кроме тела пакета, включает ведущую программу, управляющую общим ходом работы пакета, и может содержать:

- процессор с входного языка, предназначенный для обработки информации, написанной на входном языке;
- набор обслуживающих программ, выполняющих вспомогательные функции и представляющих пользователю определенный сервис при работе с пакетом (средства генерации, редактирование, библиотеки, удобство отладки, диагностика ошибок и т. д.).

При разработке пакета могут быть выделены следующие уровни языков:

- языки, используемые для написания программных модулей пакета (языки основных операционных систем), причем отдельные модули могут быть написаны на различных языках;
- входной язык пакета, удобный для пользователя и предназначенный для задания им параметров и

управляющей информации с целью настройки пакета на решение конкретной задачи;

язык управления заданием, необходимый для ввода программы пользователя в систему и ее инициирования.

Пакеты должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к программам пользователя теми операционными системами, под управлением которых они функционируют, а программные модули, входящие в состав пакета, должны разрабатываться с учетом стандартных соглашений, принятых в соответствующих операционных системах. Пакеты должны иметь модульную структуру, допускающую модификацию или замену отдельных частей. Разработка пакета должна вестись с учетом возможностей его функционирования как на различных конфигурациях моделей ЕС ЭВМ, так и на различных конфигурациях операционной системы. Структура пакета и уровень его системной организации определяются разработчиком.

Документация пакета содержит описания и руководства, необходимые для разработки, эксплуатации и сопровождения пакета и состоит из описания применения пакета и эксплуатационной документации. В рамках ЕС ЭВМ ведется также разработка универсальных пакетов прикладных программ модульной структуры.

В состав математического обеспечения входит также комплекс программ технического обслуживания (см. гл. 7).

Комплекс программ технического обслуживания содержит тест-программы двух категорий: работающие без операционной системы и работающие под управлением операционной системы.

Существуют наладочные, проверочные и диагностические тест-программы. Наладочные тест-программы служат для проверки правильности функционирования устройств и блоков во время наладки машины. Проверочные тест-программы предназначены для периодически проводимой проверки правильности функционирования устройств, блоков и машины в целом. Диагностические тест-программы позволяют классифицировать отказы и локализовать места неисправности.

Наладочные тесты разрабатываются для центрального процессора, основной памяти, каналов, устройств ввода-вывода, внешней памяти. Они являются самостоятельными программами, выполняемыми без операционных систем. Проверочные и диагностические тесты работают под управлением специальной программы-монитора, в функции которой входят вызов и выполнение каждого отдельного теста, а также управление им. Монитор осуществляет связь с оператором, обработку прерываний, печать сообщений об ошибках и т. п.

8.2. СОСТАВ И СВОЙСТВА ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДОС ЕС

Дисковая операционная система призвана помочь программистам, операторам и обслуживающему персоналу, имеющим отношение к использованию системы.

Система позволяет программисту:

делить задачу на части, кодировать каждую часть на языке, наиболее для нее подходящем, и затем объединять их в готовую к выполнению программу;

помещать готовые к выполнению программы в системную библиотеку и получать доступ к этим программам с помощью символических запросов;

делить большую программу на сегменты, которые могут перекрываться во время выполнения, с целью уменьшения потребности в основной памяти;

автоматизировать процесс отладки программ;

использовать стандартные процедуры ввода-вывода для работы с данными;

выполнять программу непосредственно после ее трансляции;

запоминать результат трансляции для последующего использования с результатами других трансляций.

Система ДОС ЕС предоставляет оператору большие возможности для управления вычислительным процессом, при этом действия оператора сведены к минимуму.

Система поставляет обслуживающему персоналу информацию, позволяющую осуществлять постоянный контроль за состоянием вычислительной машины и операционной системы ДОС ЕС.

Дисковая операционная система (рис. 8.1) включает управляющую программу; системные обслуживающие программы; трансляторы и средства генерации системы.

Управляющая программа реализует функции управления заданиями, управления ходом выполнения программ, управления данными и функционально распадается на программы:

программу ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ЗАГРУЗКА, которая осуществляет начальную подготовку ДОС ЕС к работе;

программы, работающие под управлением операционной системы;

СУПЕРВИЗОР, управляющий всем вычислительным процессом на ЭВМ;

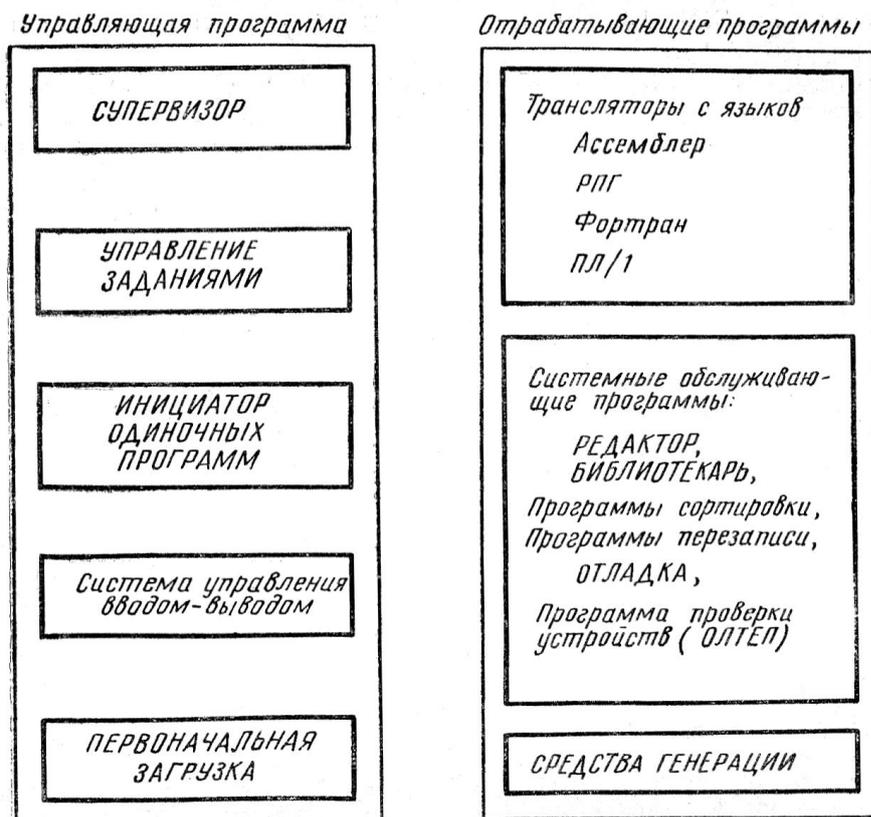
программу УПРАВЛЕНИЕ ЗАДАНИЯМИ, которая подготавливает систему для выполнения пакета заданий;

ИНИЦИАТОР ОДИНОЧНЫХ ПРОГРАММ, осуществляющий подготовку к выполнению в

мультипрограммном режиме одиночных программ;

систему управления вводом-выводом, программы которой осуществляют передачу данных между основной памятью и внешними устройствами.

ДОС ЕС содержит следующие системные обслуживающие программы:



8.1. Состав ДОС ЕС

РЕДАКТОР, который обеспечивает получение программы, готовой к исполнению на ЭВМ;
 БИБЛИОТЕКАРЬ, обеспечивающий корректировку и обслуживание библиотек ДОС ЕС;
 программу ОТЛАДКА, представляющую программисту средства отладки программ;
 программы перезаписи, обеспечивающие копирование, перемещение, печать и перфорацию файлов и другие вспомогательные функции;

программы сортировки, позволяющие сортировать файлы, состоящие из неупорядоченных записей, а также объединять несколько файлов с упорядоченными записями в один упорядоченный последовательно организованный файл, в котором записи могут быть рассортированы в убывающей или возрастающей последовательности;

программа проверки устройств (ОЛТЕП), осуществляющая неавтономную проверку внешних устройств в обычном и мультипрограммном режимах.

В состав ДОС ЕС входят трансляторы для следующих языков программирования:

Ассемблер — машинно-ориентированный язык с набором макрокоманд;

РПГ — проблемно-ориентированный язык для задач обработки данных;

Фортран—IV — алгоритмический язык для научно-технических задач;

Кобол — алгоритмический язык для решения экономических задач;

ПЛ/1 — универсальный язык программирования.

ДОС ЕС имеет модульную структуру, которая позволяет потребителю приспособлять систему к конкретным конфигурациям технических средств ЕС-1020. Отдельные программные компоненты ДОС ЕС, а также конкретные функции управляющей программы могут включаться в систему по желанию потребителя. Процесс создания конкретной версии ДОС ЕС, учитывающей особенности вычислительной машины и задач потребителя, называется генерацией системы. Средства генерации системы представляют собой совокупность программ и правил, необходимых для выполнения генерации.

ДОС ЕС, сгенерированная пользователем для его конкретных целей, во время работы системы постоянно размещается на дисках. Поэтому ЭВМ, на которой используется ДОС ЕС, должна содержать по крайней мере одно запоминающее устройство на дисках. Пакет дисков, содержащий ДОС ЕС, называется резиденцией системы.

Обрабатываемыми являются также и проблемные программы, т. е. программы, написанные потребителем. Для выполнения вычислительной машиной некоторой работы, операционная система должна получить извне (от оператора или программиста) соответствующее задание. С точки зрения организации действий ЭВМ задание является основной единицей работы. Каждое задание не зависит от других заданий и не может повлиять на выполнение других заданий. Независимость заданий друг от друга создает возможность их параллельного выполнения.

По усмотрению программиста задание может быть разделено на шаги заданий. Шаги одного задания

выполняются последовательно и выполнение каждого следующего шага задания может зависеть от успешного выполнения одного или нескольких предшествующих шагов. Например, задание на работу, включающую трансляцию, редактирование и выполнение программы, состоит из трех шагов: выполнение требуемого транслятора, выполнение программы РЕДАКТОР, выполнение самой программы. Простейшее задание состоит из одного шага. Программа, указанная в одиночном задании, состоящем только из одного шага, называется одиночной.

Операционная система, а точнее ее управляющая программа, организует прием заданий, их контроль, подготовку запрашиваемых программ к выполнению, их запуск и автоматический переход к следующему заданию. Все эти функции управляющей программы объединяются под одним общим названием — управление заданиями. Каждый раз, когда управляющая программа распознает задание (или шаг задания), оно воспринимается как задача, т. е. как работа, которая должна быть выполнена программой, указанной в задании (или шаге задания).

Для решения задачи система должна выделить ей необходимые ресурсы: основную и внешнюю память, внешние устройства, время процессора и др. Задача является объектом, контролируемым программой СУПЕРВИЗОР, и может выполняться в однопрограммном или в мультипрограммном режиме.

В однопрограммном режиме ЭВМ выполняет только одну задачу и все технические средства ЭВМ (основная память, внешние устройства) находятся в распоряжении этой задачи. В мультипрограммном режиме ЭВМ одновременно может выполнять несколько независимых друг от друга задач и операционная система должна распределять технические средства между одновременно выполняемыми программами различных задач. ДОС ЕС обеспечивает возможность мультипрограммирования с фиксированным числом задач (3).

В операционной системе ДОС ЕС программа, написанная на любом из языков программирования, транслируется в объектный модуль, который представляет собой программный модуль в промежуточном, общем для всех трансляторов системы, формате. Специфика исходного языка программирования после трансляции теряется. Но объектный модуль — это еще не машинная программа. Он не предназначен для непосредственного выполнения, так как может содержать символические адреса, не определенные во время трансляции, а также некоторую другую информацию.

Объектные модули должны пройти еще один этап — этап редактирования. На этом этапе модули обрабатываются программой РЕДАКТОР. Цель этапа — получение программных фаз, готовых к выполнению. Программная фаза (абсолютный модуль) — это программный объект, не подлежащий дроблению при вызове в основную память для выполнения.

Объектные модели объединяются в фазы независимо от того, когда и с какого языка программирования протранслирован тот или иной модуль. Фаза может собираться из независимо про-транслированных частей и подпрограмм, хранящихся в библиотеках.

В ДОС ЕС все программы в зависимости от того, в какой стадии подготовки они находятся (исходный модуль, объектный модуль, фаза), могут храниться в различных библиотеках. В операционной системе ДОС ЕС существуют библиотеки трех типов:

библиотека исходных модулей, которая содержит программные модули, написанные на исходных языках программирования;

библиотека объектных модулей, включающая объектные модули, являющиеся результатами трансляции исходных модулей;

библиотека абсолютных модулей, имеющая программные фазы, готовые к исполнению.

Для функционирования ДОС ЕС обязательно наличие библиотеки абсолютных модулей, две другие библиотеки могут отсутствовать. В библиотеке абсолютных модулей в виде фаз содержатся такие программные компоненты ДОС ЕС, как управляющая программа, системные обслуживающие программы, трансляторы. Кроме того, библиотека абсолютных модулей содержит готовые к выполнению программы потребителя, так как любая программа поступает в основную память для выполнения только из библиотеки абсолютных модулей.

В ДОС ЕС могут существовать личные библиотеки объектных и исходных модулей, личной библиотеки абсолютных модулей не допускается. При необходимости отличить библиотеку ДОС ЕС от соответствующей личной библиотеки для библиотек ДОС ЕС будут употребляться термины: системная библиотека объектных модулей и системная библиотека исходных модулей.

ДОС ЕС предоставляет программисту возможность воспользоваться при подготовке программ стандартными процедурами ввода-вывода, которые облегчают работу с данными. Для обработки данных необходимо обеспечить их хранение, поиск, доставку с носителя в основную память и из основной памяти на носитель.

ЭВМ ЕС-1020 допускают подключение большого числа различных внешних устройств. На разных ЭВМ состав внешних устройств может быть различен. Могут различаться также и физические адреса устройств как на ЭВМ с одинаковым набором устройств, так и, тем более, на ЭВМ с различным набором внешних устройств.

Для обеспечения независимости программных компонентов ДОС ЕС и программ потребителя от конкретных физических адресов внешних устройств применен метод логических устройств. Суть метода состоит в том, что установлен стандартный набор символических имен, которые программист использует в исходной программе во всех случаях, когда надо обратиться к внешнему устройству. Таким образом, в программе указывается логическое устройство, а не конкретный физический адрес требуемого устройства. Непосредственно перед выполнением программы на ЭВМ программист или оператор должен назначить логическому устройству конкретный

физический адрес внешнего устройства, тем самым определяя соответствие между логическим и физическим устройствами. Число логических устройств, обслуживаемых системой, может не совпадать с числом физических устройств, подключенных к ЭВМ. Некоторые логические устройства используются операционной системой ДОС ЕС для собственных надобностей.

ДОС ЕС поставляется потребителю на двух магнитных лентах (Л1 и Л2) в двух экземплярах каждая.

Состав программ на Л1 и Л2: трансляторы с языков Ассемблер уровня Е, Ассемблер уровня Ф, Фортран-IV, Кобол, РПГ, ПЛ/1; программа первоначальной загрузки; супервизор; программа управления заданиями; инициатор одиночных программ; редактор связей; библиотечарь; управление данными при последовательном, прямом и индексно-последовательном методе доступа; программы и макрокоманды перезаписи; ленточная и дисковая сортировка; отладка; ОЛТЕП.

8.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДОС ЕС

Для функционирования операционной системы ДОС ЕС необходим определенный набор технических средств, которые называются средствами системы. К системным техническим средствам относятся:

- процессор с оперативной памятью объемом не менее 64 Кбайт;
- пишущая машинка для ведения протокола решения задач;
- алфавитно-цифровое печатающее устройство;
- устройство ввода информации с перфокарт;
- внешняя память на магнитных дисках с числом накопителей не менее двух;
- внешняя память на магнитных лентах с числом накопителей не менее четырех;
- устройство вывода информации на перфокарту.

ДОС ЕС позволяет работать с различными внешними устройствами, включаемыми в конфигурацию ЭВМ ЕС-1020. Программы управления системой ввода-вывода, входящие в состав ДОС ЕС, как и остальные части системы, имеют модульную структуру, которая может быть дополнена потребителем необходимыми модулями при генерации системы и создания обслуживающих библиотек.

Разрабатываемые технические средства для создания телекоммуникационной абонентской сети могут быть обслужены с помощью телекоммуникационных методов доступа, работающих под управлением системы ДОС ЕС.

При использовании различных трансляторов с языков высокого уровня (Фортран, Кобол и др.) система ДОС ЕС использует объемы оперативной памяти, приведенные в табл. 8.1.

Состав, основные особенности и свойства математического обеспечения ЭВМ ЕС-1020 полностью соответствуют современным требованиям и математическому обеспечению вычислительных машин третьего поколения.

Таблица 8.1

Тип транслятора	Требуемый объем основной памяти для выполнения (К)
Ассемблер:	
Е	14
Ф	44
Кобол	54
Фортран-IV	40
ПЛ/1	14
РПГ	16
Базисный Фортран	10

ПЕРЕЧЕНЬ КОМАНД ЭВМ ЕС-1020 И ВРЕМЕНА НА ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ
ОБОЗНАЧЕНИЯ

- V — общее количество обработанных байт первого операнда.
H — количество значащих шестнадцатеричных цифр (исключая впереди стоящие нули) в двоичном операнде.
N — общее количество байт первого операнда для тех инструкций, в которых оба операнда имеют одинаковую длину.
 N_1 — общее количество байт первого операнда.
 N_2 — общее количество байт второго операнда.
D — количество значащих десятичных цифр.
 N_{\min} — наименьшее из N_1 и N_2
S — число знаков в редактируемом поле.
Z — общее число символов начала значимости и выбора цифры в шаблоне редактирования.
R — общее число разделителей полей в шаблоне редактирования.
OTM — число раз занесения адреса в регистр 1.
A — равно 0, если регистр 1 не изменяется, равно 1, если в регистр 1 заносится адрес.
U — количество регистров, загружаемых или записываемых в память.

Примечание. В табл. 1—5 время выполнения приводится с учетом базирования адресов и без учета индексирования (для команд формата RX). Время базирования одного адреса — 4 мкс, время индексирования — 3 мкс.

СТАНДАРТНАЯ
СИСТЕМА КОМАНД

Команды			Время выполнения (мкс)
название	мнемоника	формат	
ВЫПОЛНИТЬ	EX	RX	33 + время выполнения подчиненной команды
ВЫЧИТАНИЕ	SR	RR	20
ВЫЧИТАНИЕ	S	RX	33
ВЫЧИТАНИЕ КОДОВ	SLR	RR	22
ВЫЧИТАНИЕ КОДОВ	SL	RX	35
ВЫЧИТАНИЕ ПОЛУСЛОВА	SH	RX	29
ДЕЛЕНИЕ	DR	RR	390
ДЕЛЕНИЕ	D	RX	398
ЗАГРУЗКА	LR	RR	18
ЗАГРУЗКА	L	RX	27
ЗАГРУЗКА АДРЕСА	LA	RX	24
ЗАГРУЗКА ГРУППОВАЯ	LM	RS	18+8U
ЗАГРУЗКА ДОПОЛНЕНИЯ	ICR	RR	21
ЗАГРУЗКА И ПРОВЕРКА	ITR	RR	21
ЗАГРУЗКА ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ	LNR	RR	23
ЗАГРУЗКА ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ	LPR	RR	23
ЗАГРУЗКА ПОЛУСЛОВА	LH	RX	28
ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ	ST	RX	27
ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ ГРУППОВАЯ	STM	RX	18+10U
ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ ПОЛУСЛОВА	STH	RX	22
ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ СИМВОЛА	STC	RX	23
И	NR	RR	20
И	N	RX	30
И	NI	SI	19
И	NC	SS	36+3V, если оба адреса четные или нечетные, 28+5N — в остальных случаях
ИЛИ	OR	RR	20
ИЛИ	O	RX	30
ИЛИ	OT	SI	19
ИЛИ	OC	SS	36+N, если оба адреса четные или нечетные, 28+N — в остальных случаях
ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ	XR	RR	20
ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ	X	RX	30
ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ	XI	SI	19
ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ	XC	SS	36+3N, если оба адреса четные или нечетные, 28+5N — в остальных случаях
ОБРАЩЕНИЕ К СУПЕРВИЗОРУ	SVC	RR	59
ПЕРЕКОДИРОВАТЬ	TR	SS	34+10N
ПЕРЕКОДИРОВАТЬ И ПРОВЕРИТЬ	TRT	SS	57+10N, если все байт- функции — нули, 44+9B — есть хотя бы одна ненулевая байт-функция
ПЕРЕСЫЛКА	MVI	SI	18
ПЕРЕСЫЛКА	MVC	SS	37+3N, если оба адреса четные или нечетные, 30+5N — в остальных случаях
ПЕРЕСЫЛКА ЗОН	MVZ	SS	43,5+3,5N, если оба адреса четные или нечетные, 39+5N — в остальных случаях
ПЕРЕСЫЛКА СО СДВИГОМ	MVO	SS	27+9N ₁ , если N ₁ ≤ N ₂ , 32+6N ₂ +3N ₁ , если N ₁ > N ₂ ,
ПЕРЕСЫЛКА ЦИФР	MVN	SS	43,5+3,5N, если оба адреса четные или нечетные, 39+5N — в остальных случаях
ПЕРЕХОД ПО СЧЕТЧИКУ	BCTR	RR	24
ПЕРЕХОД ПО СЧЕТЧИКУ	BCT	RX	39
ПЕРЕХОД ПО ИНДЕКСУ БОЛЬШЕ	BXH	RS	42
ПЕРЕХОД ПО ИНДЕКСУ МЕНЬШЕ ИЛИ РАВНО	BXLE	RS	42

ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ	BALR	RR	27
ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ	BAL	RX	33
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ДВОИЧНУЮ	SVB	RX	50+26D
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ДЕСЯТИЧНУЮ	CVD	RX	54+23H+4H ²
ПРОВЕРИТЬ ПО МАСКЕ	TM	SI	19
ПРОВЕРИТЬ И УСТАНОВИТЬ	TS	SI	21
ПРОЧИТАТЬ СИМВОЛ	IC	RX	22
РАСПАКОВАТЬ	UNPK	SS	41+4N ₁ , при N ₁ >1; 34 при N ₁ =1
СДВИГ ВЛЕВО	SLA	RS	62
СДВИГ ВЛЕВО ДВОЙНОЙ	SLDA	RS	93
СДВИГ ВЛЕВО ДВОЙНОЙ КОДОВ	SLDL	RS	80
СДВИГ ВЛЕВО КОДОВ	SLL	RS	55
СДВИГ ВПРАВО	SRA	RS	54
СДВИГ ВПРАВО ДВОЙНОЙ	SRDA	RS	83
СДВИГ ВПРАВО ДВОЙНОЙ КОДОВ	SRDL	RS	80
СДВИГ ВПРАВО КОДОВ	SRL	RS	52
СЛОЖЕНИЕ КОДОВ	ALR	RR	21
СЛОЖЕНИЕ КОДОВ	ASL	RX	34
СЛОЖЕНИЕ ПОЛУСЛОВА	AH	RX	29
СЛОЖЕНИЕ	AR	RR	20
СЛОЖЕНИЕ	A	RX	33
СРАВНЕНИЕ	CR	RR	20
СРАВНЕНИЕ	C	RX	31
СРАВНЕНИЕ КОДОВ	CRL	RR	13+3B
СРАВНЕНИЕ КОДОВ	CL	RX	25, если B=1, 25+2B — в остальных случаях
СРАВНЕНИЕ КОДОВ	CLI	SI	19
СРАВНЕНИЕ КОДОВ	CLC	SS	67+5B
СРАВНЕНИЕ ПОЛУСЛОВА	CH	RX	29
УМНОЖЕНИЕ	MR	RR	338
УМНОЖЕНИЕ	M	RX	348
УМНОЖЕНИЕ ПОЛУСЛОВА	MH	RX	218
УПАКОВАТЬ	PACK	SS	41+4N ₁ , при N ₁ >1; 34 при N ₁ = 1
УСЛОВНЫЙ ПЕРЕХОД	BCR	RR	16
УСЛОВНЫЙ ПЕРЕХОД	BC	RX	29
УСТАНОВИТЬ МАСКУ ПРОГРАММЫ	SPM	RR	12
УСТАНОВИТЬ МАСКУ СИСТЕМЫ	SSM	SI	23

КОМАНДЫ ДЕСЯТИЧНОЙ АРИФМЕТИКИ

Команды			Время выполнения (мкс)
название	мнемоника	формат	
ВЫЧИТАНИЕ ДЕСЯТИЧНОЕ	SP	SS	$70+3,2N_{\min}+2,2N_{abc}+0,2N_1$
ДЕЛЕНИЕ ДЕСЯТИЧНОЕ	DP	SS	$2(N_1-N_2) \cdot (100+19V_2)$
ОТРЕДАКТИРОВАТЬ	ED	SS	$46+7N+2,5Z+R+5N_2-0,5S$
ОТРЕДАКТИРОВАТЬ И ОТМЕТИТЬ	EDMK	SS	$42+7N+2,5Z+R+5N_2-0,5S+5OTM + 3A$
СЛОЖЕНИЕ ДЕСЯТИЧНОЕ	AP	SS	$74+3,2N_{\min}+2,2N_{abc}+0,2N$
СЛОЖЕНИЕ С ОЧИСТКОЙ	ZAR	SS	$65+3N_{\min}+2,5N_{abc}$, если оба адреса четные или нечетные; $70+4,5N_{\min}+2,5N_{abc}$ — в остальных случаях
СРАВНЕНИЕ ДЕСЯТИЧНОЕ	CP	SS	$51+2N_1+2N_2$
УМНОЖЕНИЕ ДЕСЯТИЧНОЕ	MP	SS	$109+9N_1+9N_2+(2N_2-1) \cdot (27+6N_1-3N_2)$

КОМАНДЫ ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ

Команды			Время выполнения (мкс)
название	мнемоника	формат	
ВЫЧИТАНИЕ БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ (ДЛИННОЕ)	SWR	RR	73
ВЫЧИТАНИЕ БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ (ДЛИННОЕ)	SW	RX	54
ВЫЧИТАНИЕ БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ (КОРОТКОЕ)	SVR	RR	57
ВЫЧИТАНИЕ БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ (КОРОТКОЕ)	SV	RX	70
ВЫЧИТАНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ (ДЛИННОЕ)	SDR	RR	98
ВЫЧИТАНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ (ДЛИННОЕ)	SD	RX	107
ВЫЧИТАНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ (КОРОТКОЕ)	SER	RR	67
ВЫЧИТАНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ (КОРОТКОЕ)	SE	RX	53
ДЕЛЕНИЕ (ДЛИННОЕ)	DDR	RR	2059
ДЕЛЕНИЕ (ДЛИННОЕ)	DD	RX	2069
ДЕЛЕНИЕ (КОРОТКОЕ)	DER	RR	389
ДЕЛЕНИЕ (КОРОТКОЕ)	DE	RX	399
ЗАГРУЗКА (ДЛИННАЯ)	LDR	RR	31
ЗАГРУЗКА (КОРОТКАЯ)	LER	RR	19
ЗАГРУЗКА (ДЛИННАЯ)	LD	RX	40
ЗАГРУЗКА (КОРОТКАЯ)	LE	RX	27
ЗАГРУЗКА ДОПОЛНЕНИЯ (ДЛИННАЯ)	LCDR	RR	30
ЗАГРУЗКА ДОПОЛНЕНИЯ (КОРОТКАЯ)	LCER	RR	19
ЗАГРУЗКА И ПРОВЕРКА (ДЛИННАЯ)	LTDR	RR	31
ЗАГРУЗКА И ПРОВЕРКА (КОРОТКАЯ)	LTER	RR	19
ЗАГРУЗКА ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ (ДЛИННАЯ)	LNDR	RR	31
ЗАГРУЗКА ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ (КОРОТКАЯ)	LNER	RR	19

Продолжение табл. 3

Команды			Время выполнения (мкс)
название	мнемоника	формат	
ЗАГРУЗКА ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ (ДЛИННАЯ)	LPDR	RR	31
ЗАГРУЗКА ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ (КОРОТКАЯ)	LPER	RR	19
ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ (ДЛИННАЯ)	STD	RX	38
ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ (КОРОТКАЯ)	STE	RX	29
ПОПОЛАМ (ДЛИННОЕ)	HDR	RR	75
ПОПОЛАМ (КОРОТКОЕ)	HER	RR	45
СЛОЖЕНИЕ БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ (ДЛИННОЕ)	AWR	RR	79
СЛОЖЕНИЕ БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ (ДЛИННОЕ)	AW	RX	82
СЛОЖЕНИЕ БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ (КОРОТКОЕ)	AUR	RR	55
СЛОЖЕНИЕ БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ (КОРОТКОЕ)	AU	RX	65
СЛОЖЕНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ (ДЛИННОЕ)	ADR	RR	93
СЛОЖЕНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ (ДЛИННОЕ)	AD	RX	107
СЛОЖЕНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ (КОРОТКОЕ)	AER	RR	62
СЛОЖЕНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ (КОРОТКОЕ)	AE	RX	70
СРАВНЕНИЕ (ДЛИННОЕ)	CDR	RR	58
СРАВНЕНИЕ (ДЛИННОЕ)	CD	RX	72
СРАВНЕНИЕ (КОРОТКОЕ)	CER	RR	44
СРАВНЕНИЕ (КОРОТКОЕ)	CE	RX	52
УМНОЖЕНИЕ (ДЛИННОЕ)	MDR	RR	1239
УМНОЖЕНИЕ (ДЛИННОЕ)	MD	RX	1218
УМНОЖЕНИЕ (КОРОТКОЕ)	MER	RR	489
УМНОЖЕНИЕ (КОРОТКОЕ)	ME	RX	498

Таблица 4

КОМАНДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛАМИ

Команды			Время выполнения (мкс)
название	мнемоника	формат	
НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД	SIO	SI	166 — мультиплексный канал 140 — селекторный канал
ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД	PIO	SI	66 — мультиплексный канал 50 — селекторный канал
ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД	TIO	SI	110 — мультиплексный канал 100 — селекторный канал
ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ	TCH	SI	24

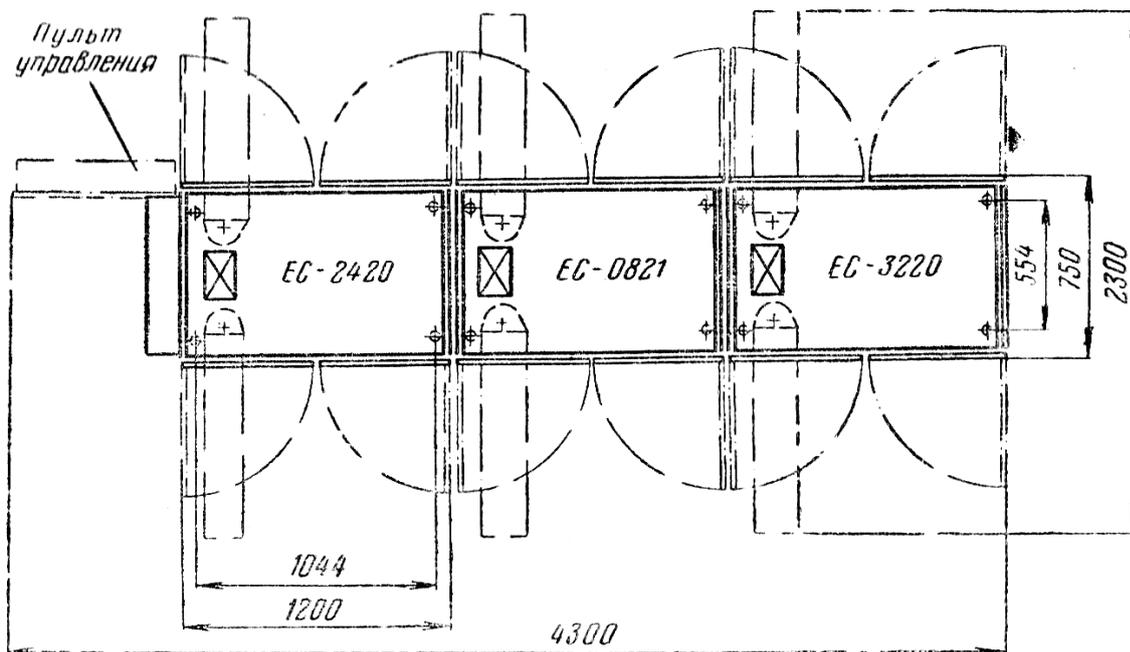
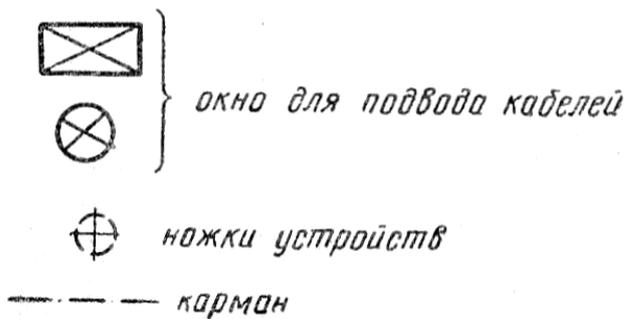
Таблица 5

КОМАНДЫ ПРЯМОГО УПРАВЛЕНИЯ

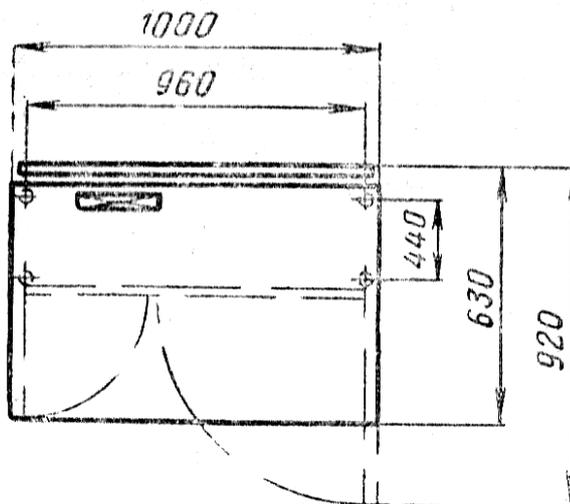
Команды			Время выполнения (мкс)
название	мнемоника	формат	
ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ	WRD	SI	20
ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ	RDD	SI	21

ФИЗИЧЕСКАЯ ПЛАНИРОВКА УСТРОЙСТВ

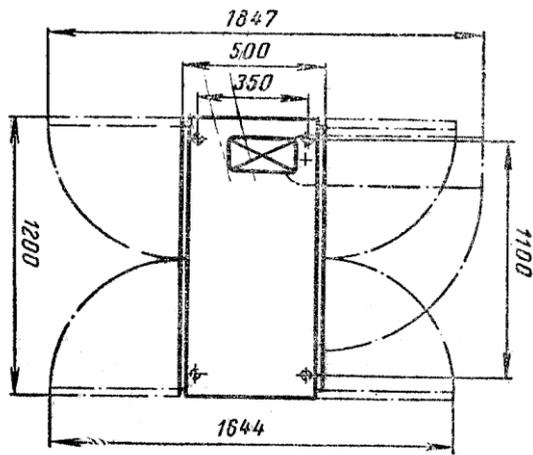
Символы, применяемые для планировки устройств ЭВМ ЕС-1020



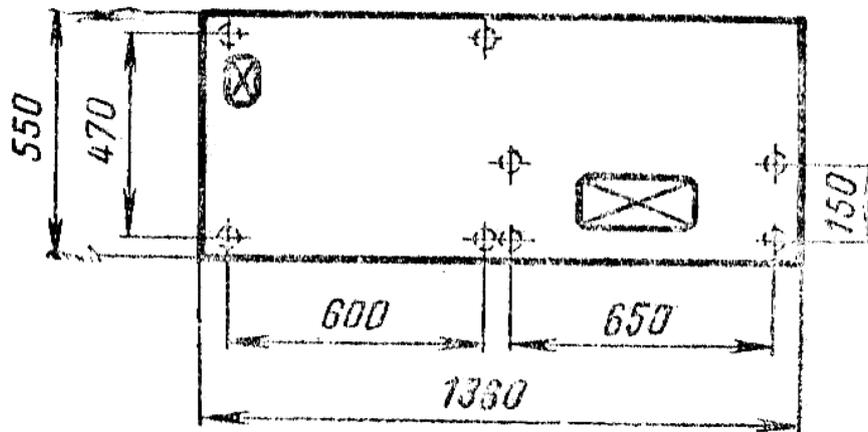
Процессор ЕС-2020



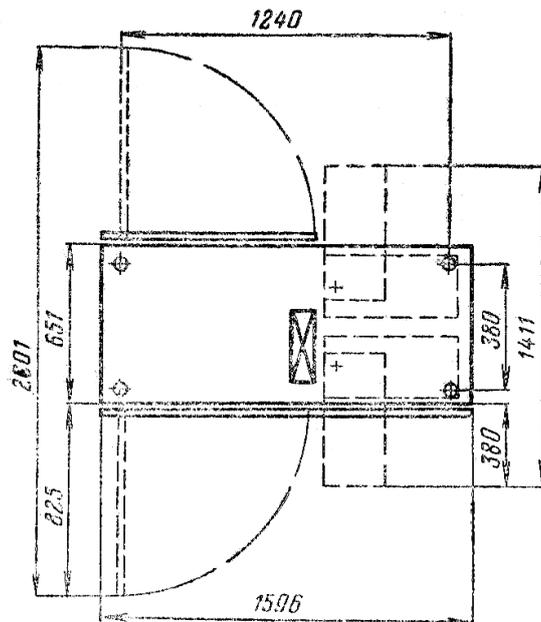
Устройство ЕС-7010



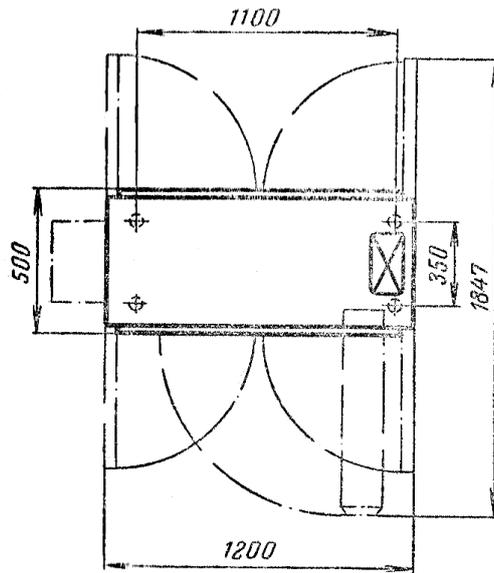
Устройство ЕС-6012



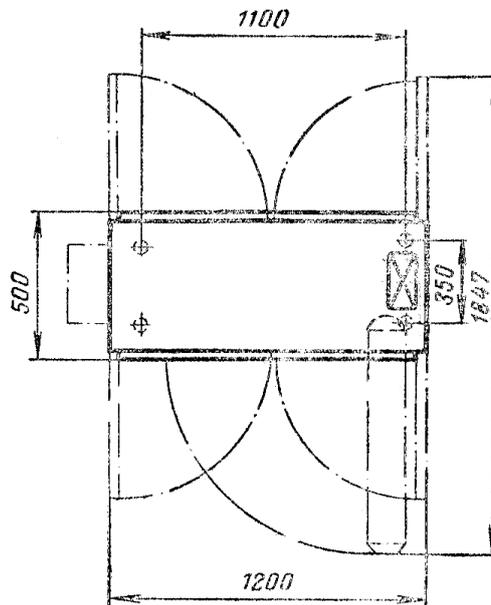
Устройство ЕС-7010



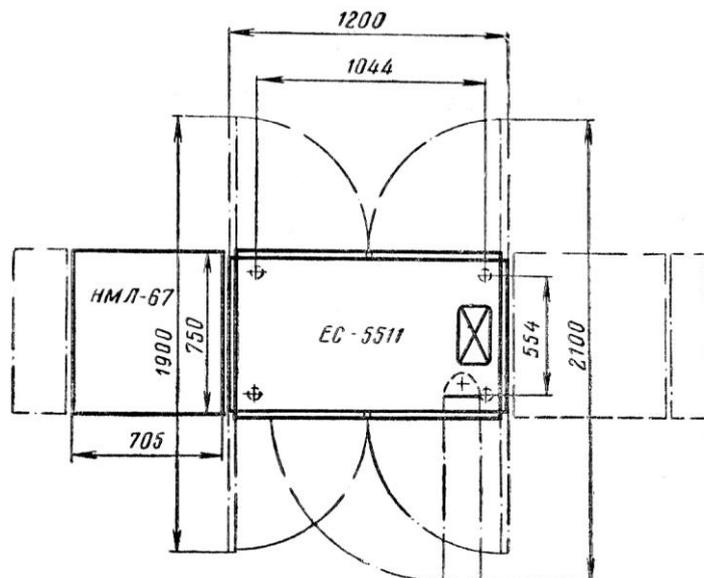
Устройство ЕС-7032



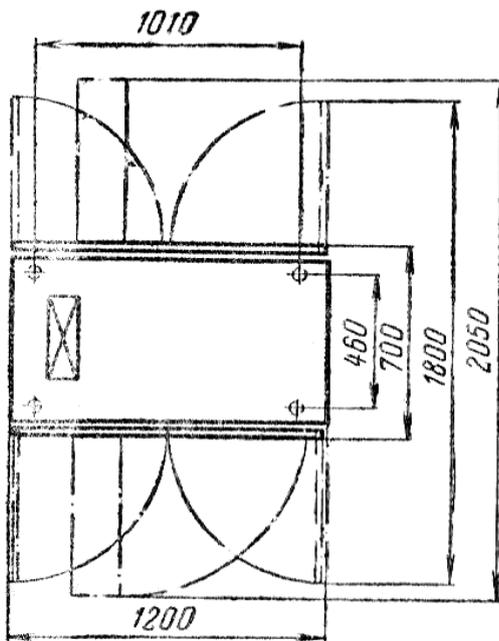
Устройство ЕС-6022



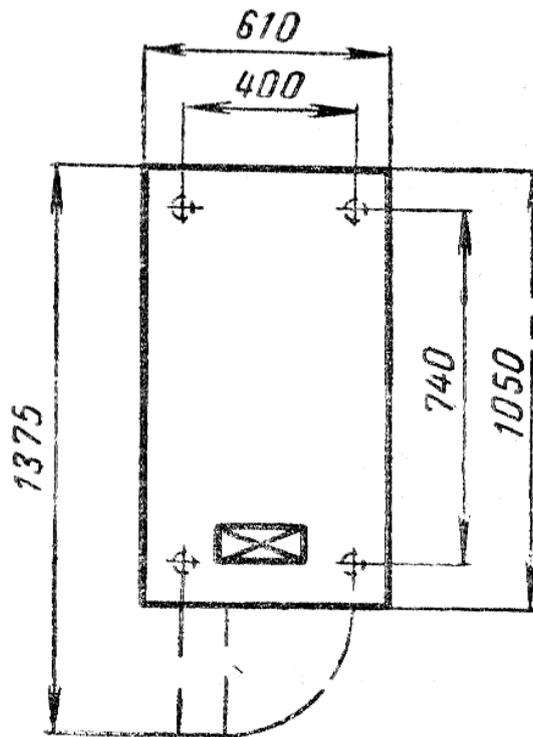
Устройство ЕС-7022



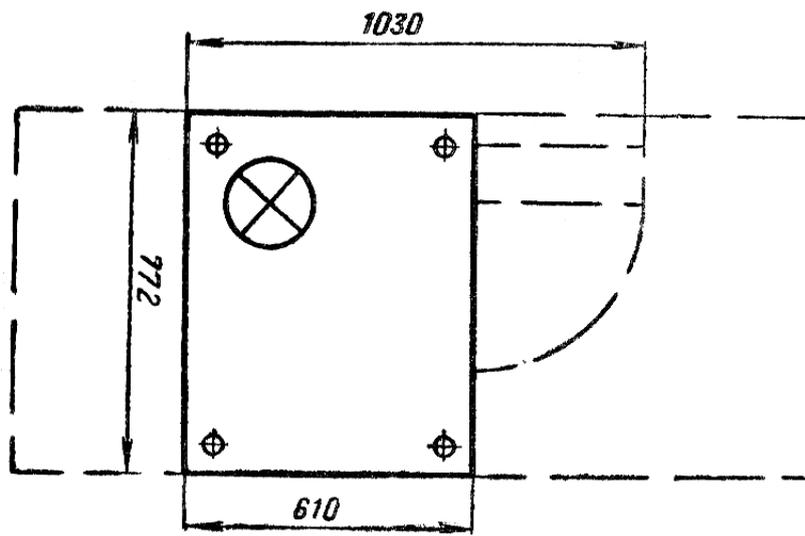
Устройство ЕС-5511 и НМЛ-67



Устройство EC-5551



Устройство EC-5056



Устройство ЕС-5052

ЛИТЕРАТУРА

1. Амдаль Дж., Блоу Дж., Брук Ф. Архитектура системы IBM/360. Кибернетический сборник», № 1 (новая серия). М. Иностранная литература, 1965.
8. Букреев И. Н., Мансуров Б. М., Горячев В. И. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. М., «Советское радио», 1973.
3. Вычислительная система IBM/360. Пер. с англ. под ред. Штаркмана В. С. Принципы работы. М., «Советское радио», 1969.
4. Каган Б. М., Каневский М. М. Цифровые вычислительные машины и системы. М., «Энергия», 1970.
5. Клямко Э. И. Схемный и тестовый контроль автоматических цифровых вычислительных машин. М., «Советское радио», 1963.
6. Ларионов А. М., Пржиялковский В. В., Макурочкин В. Г., Фатеев А. Е. Технические и эксплуатационные характеристики внешних устройств моделей ЕС ЭВМ. — Ж. «Управляющие системы и машины», № 3, 1973.
7. Ларионов А. М., Левин В. К., Райков Л. Д., Фатеев А. Е. Основные принципы построения системы математического обеспечения ЕС ЭВМ (СМО ЕС). — Ж. «Управляющие системы и машины», № 3, 1973.
8. Наумов Ю. Е. Интегральные логические схемы. М., «Советское радио», 1970.
9. Пекелис В. Г., Симхес В. Я. Паразитные связи и наводки в быстродействующих ЭЦВМ. Минск, «Наука и техника», 1967.
10. Пржиялковский В. В., Смирнов Г. Д., Мальцев Н. А., Асцатуров Р. М., Качков В. П. Электронная вычислительная машина ЕС-1020. «Вопросы радиоэлектроники». Серия ЭВТ, вып. 1, 1973.
11. Рабинович З. Л. Электронные операции в вычислительных машинах. Киев, «Техника», 1966.
12. Селлерс Ф. Методы обнаружения ошибок в работе ЭЦВМ. Пер. с англ. под ред. Левина В. К. М., «Мир», 1972.
13. Флорес А. Организация вычислительных машин. Пер. с англ. под ред. Лапина В. С. М., «Мир», 1972.
14. Хетагуров Я. А., Малишевский В. В., Потураев О. С. Основы инженерного проектирования управляющих ЦВМ. М., «Советское радио», 1972.
15. Шелихов А. А., Селиванов Ю. П. Вычислительные машины (справочник). М., «Энергия», 1973.
16. Единая система ЭВМ. Под общей ред. Ларионова А. М. М., «Статистика», 1974.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

ГЛАВА 1. Основные особенности ЭВМ ЕС-1020

- 1.1. Общие сведения об ЕС ЭВМ
- 1.2. Основные особенности ЭВМ ЕС-1020

ГЛАВА 2. Процессор

- 2.1. Структура процессора
- 2.2. Микропрограммное управление
- 2.3- Постоянная память
- 2.4. Оперативная память
- 2.5. Каналы ввода-вывода
- 2.6. Пульт управления

ГЛАВА 3. Внешние устройства

- 3.1. Стандартный интерфейс ввода-вывода
- 3.2. Пишущая машинка с блоком управления
- 3.3. Устройство ввода с перфокарт
- 3.4. Устройство вывода на перфокарты
- 3.5. Печатающее устройство
- 3.6. Устройство ввода с перфолент
- 3.7. Устройство вывода на перфоленту
- 3.8. Накопитель на магнитной ленте
- 3.9. Устройство управления накопителями на магнитной ленте
- 3.10. Накопители на сменных магнитных дисках
- 3.11. Устройство управления накопителями на магнитных дисках
- 3.12. Устройство подготовки данных на перфокартах
- 3.13. Устройство подготовки данных на перфоленте

ГЛАВА 4. Мультисистемные свойства ЭВМ ЕС-1020

- 4.1. Прямое управление
- 4.2. Разделенные устройства управления ВУ
- 4.3. Адаптер «Канал—канал»

ГЛАВА 5. Система моментов и конструктивное оформление ЭВМ ЕС-1020

- 5.1. Общие сведения об интегральных микросхемах серии
- 5.2. Система синхронизации
- 5.3. Построение логических схем
- 5.4. Специальные элементы
- 5.5. Конструктивное оформление ЭВМ ЕС-1020

ГЛАВА 6. Система электропитания

- 6.1. Общие требования
- 6.2. Состав системы электропитания ЭВМ ЕС-1020

ГЛАВА 7. Рекомендации по эксплуатации

- 7.1. Общие требования к оборудованию вычислительного центра
- 7.2. Комплекс программ технического обслуживания
- 7.3. Организация технического обслуживания
 - 7.3.1. Виды технического обслуживания
 - 7.3.2. Состав обслуживающего персонала
 - 7.3.3. Планово-профилактические работы
 - 7.3.4. Сервисная аппаратура

ГЛАВА 8. Математическое обеспечение

- 8.1. Назначение и состав математического обеспечения
- 8.2. Состав и свойства операционной системы ДОС ЕС
- 8.3. Технические средства, необходимые для функционирования ДОС ЕС

Приложение 1. Перечень команд ЭВМ ЕС-1020 и времена их выполнения

Приложение 2. Физическая планировка устройств

Литература

Электронная вычислительная машина ЕС-1020

Редактор Т. А. Петрова
Техн. редактор Л. Г. Чельшева
Корректор Н. П. Сперанская
Худ. редактор Т. В. Стихно
Обложка художника Л. С. Эрмана

Сдано в набор 14/1 1975 г. Подписано к печати 11/VIII 1975 г. Формат бумаги 60X90¹/₁₆.
Бумага № 1. Объем 8,0 печ. л. Уч.-изд. л. 9,03. Усл. п. л. 8,0. Тираж 60 000 экз.
(Тематич. план 1975 г. № 80). Заказ № 1213.

Издательство «Статистика», Москва, ул. Кирова, 39.

Областная типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли
Ивановского облисполкома, г. Иваново-8, ул. Типографская, 6.

В. В. ПРЖИЯЛКОВСКИЙ, Г. Д. СМИРНОВ, Н. А. МАЛЬЦЕВ,
Р. М. АСЦАТУРОВ, В. П. КАЧКОВ, А. К. ГОЛОВАН

Электронная вычислительная машина ЕС-1020.

Под общей редакцией А. М. Ларионова. М., «Статистика», 1975.

128 с. с ил.

На обороте тит. л. авт.: В. В. Пржиялковский, Г. Д. Смирнов,
Н. А. Мальцев, Р. М. Асцатуров, В. П. Качков, А. К. Голован.

В книге излагаются основные принципы организации и построения ЭВМ ЕС-1020 — одной из моделей Единой системы ЭВМ. Описывается структура ЭВМ и ее внутренняя организация, система команд и форматы данных, система прерывания, защита памяти, системы контроля, ввода-вывода, элементов, организация мультисистем, техническое обслуживание и т. п.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, занятых внедрением и эксплуатацией вычислительной техники, проектированием вычислительных центров и систем. Книга представляет интерес для студентов вузов многих специальностей, связанных с использованием вычислительной техники.

30302—126

Э----- 80—75

008(01)—75

6Ф7.3

© Издательство «Статистика», 1975

Электронную версию подготовили Понарин О.С., Фёдорова А.П.