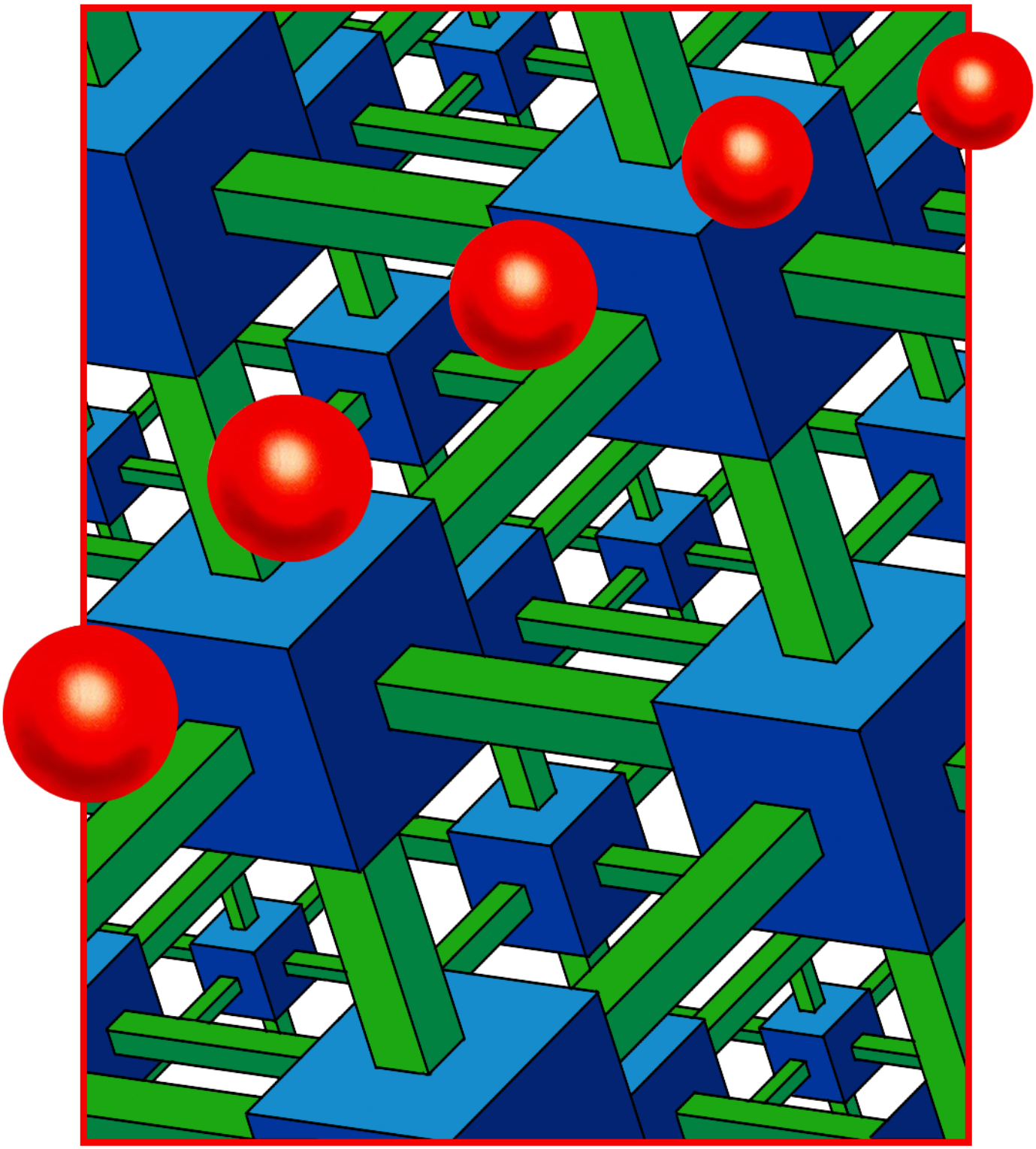
MSX-Datapack

СБОРНИК СПЕЦИФИКАЦИЙ СТАНДАРТА MSX

Том 1

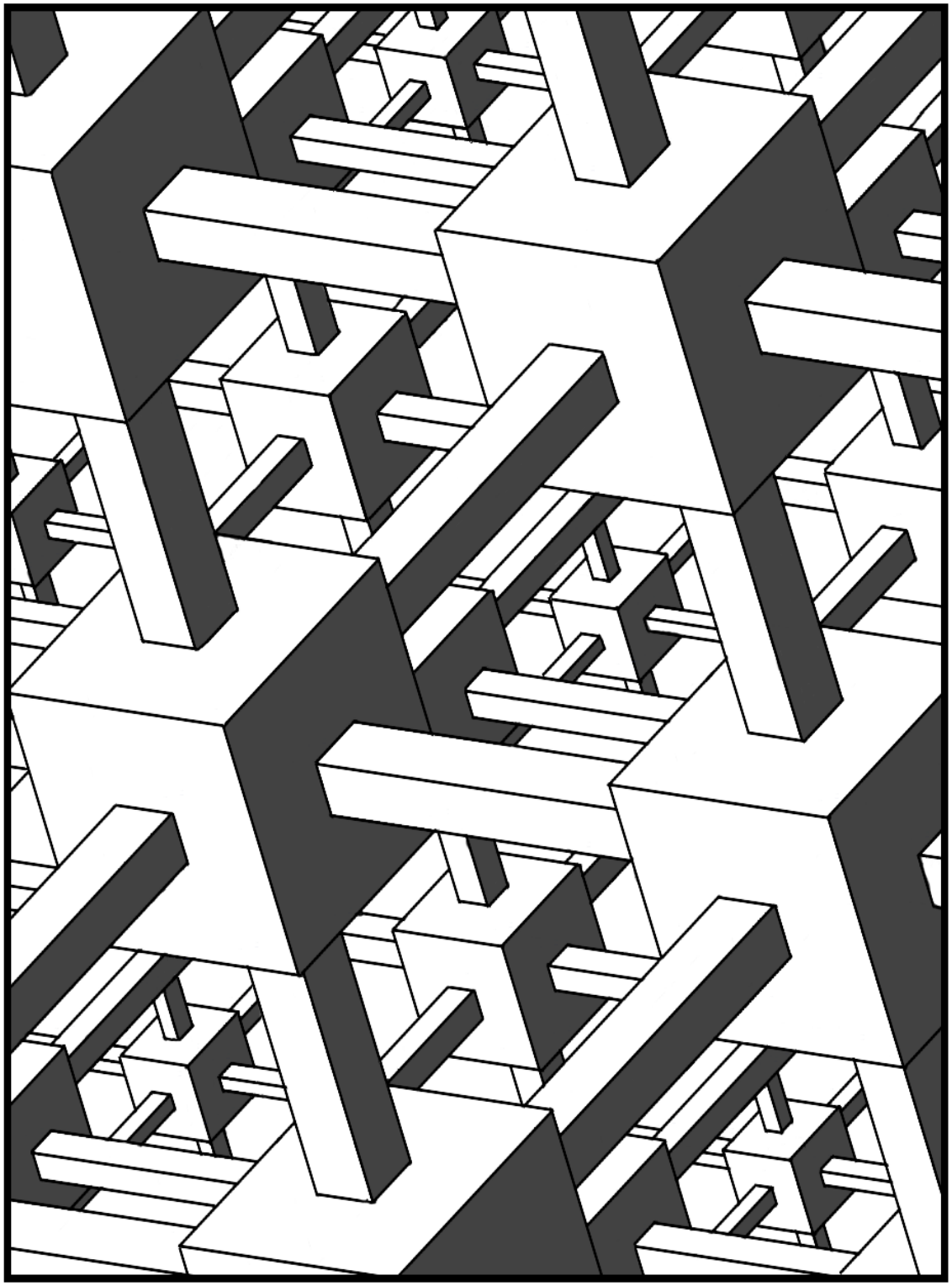


ASCII

MSX-Datapack

СБОРНИК СПЕЦИФИКАЦИЙ СТАНДАРТА MSX

Том 1



ASCII

ВВЕДЕНИЕ

Спасибо за покупку «MSX-Datapack». «MSX-Datapack» представляет собой пакет руководств и примеров программ, объясняющих функции MSX, MSX2 и MSX2+ как с аппаратной, так и с программной точек зрения.

Домашний персональный компьютер MSX был предложен ASCII как попытка достижения совместимости между компьютерами разных производителей.

Изначально MSX был спроектирован как домашний персональный компьютер низкого уровня, но его гибкость, масштабируемость и комбинация MSX-DOS позволяют использовать различные приложения, такие как игры, разработка программ и управление инструментами.

Однако гибкость и расширяемость MSX при неправильном использовании может ухудшить совместимость с MSX. Если вы создаёте аппаратное или программное обеспечение для обеспечения совместимости с MSX, следуйте, как правило, содержимому этого пакета.

В комплект поставки входят:

■ Руководство MSX-Datapack	1 книга
■ Диск с примерами MSX-Datapack (Дискета 3.5“- 2DD)	1 диск

■ MSX и MSX-Datapack являются товарными знаками корпорации ASCII.
■ MS-DOS является товарным знаком корпорации Microsoft в США.
■ CP/M является торговой маркой Digital Research Corporation США.

Copyright 1990, ASCII Corp. Все права защищены.

УВЕДОМЛЕНИЕ

1. Запрещается использование или изготовление копии руководства или его части, а также программного обеспечения без предварительного разрешения.

2. Запрещается иное использование, кроме индивидуального, без получения предварительного разрешения от ASCII Corporation.

3. Указанные в руководстве спецификации могут быть изменены без предварительного уведомления.

4. Данное руководство прошло тщательную проверку, однако, если у Вас есть какие-то сомнения в правильности изложенного, или Вы заметили ошибки или упущения, пожалуйста, свяжитесь с нами.

5. Правообладатель не несёт ответственности за последствия использования руководства или программного обеспечения, несмотря на п. 4.

КАК ЧИТАТЬ ЭТО РУКОВОДСТВО

СТРУКТУРА РУКОВОДСТВА

Это руководство организовано следующим образом.

Том 1

Раздел 1. Оборудование

Описывает аппаратные характеристики стандарта MSX.

Раздел 2. Системное ПО

Объясняет последовательность загрузки, прерывания, основные характеристики и внутренние процедуры.

Раздел 3. MSX-DOS

Объясняет, как использовать MSX-DOS и как использовать вызовы функций.

Раздел 4. Видеопроцессор (VDP)

Описывает функции и использование V9938 и V9958.

Том 2

Раздел 5. Слоты и картриджи

Раздел 6. Доступ к стандартной периферии

Раздел 7. Доступ к дополнительной периферии

Приложение

Перечень точек входа BIOS

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Версия MSX

MSX1	MSX с установленным BASIC версии 1.0
MSX2	MSX с установленным BASIC версии 2.0
MSX2+	MSX с установленным BASIC версии 3.0
MSX	общее обозначение для MSX1, MSX2, MSX2+.

2. Комбинация клавиш

Если обозначения двух клавиш клавиатуры объединены знаком «плюс» (+), нажмите и удерживайте нажатой левую клавишу, после чего нажимайте правую. Например, CTRL + STOP означает, что надо нажать и удерживать клавишу CTRL, после чего нажать клавишу STOP.

3. Точки входа BIOS, системные вызовы

В системах MSX2 и MSX2+ область памяти, занимаемая BIOS, состоит из области MAIN ROM и области SUB ROM. Чтобы обозначить принадлежность точки входа соответствующей области, они будут записываться следующим образом:

CHGET (009FH/MAIN)	адрес 009Fh в области MAIN ROM;
REDCLK (01F5H/SUB)	адрес 01F5h в области SUB ROM.

4. Рабочая область (область памяти), ловушки (перехватчики обработки системных вызовов, событий)

[(VALTYP(F663H, 1)]	Используется 1 байт по адресу F663h
[(BUF(F55EH, 258)]	Используются 258 байт с адреса F55Eh

5. Прочие определения будут даны по мере необходимости.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ iii

УВЕДОМЛЕНИЕ iv

КАК ЧИТАТЬ ЭТО РУКОВОДСТВО v

РАЗДЕЛ 1. ОБОРУДОВАНИЕ

ГЛАВА 1 . ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ——————————————— 3

ГЛАВА 2 . СИСТЕМНЫЙ БЛОК ——————————————————————— 5

2.1 Процессоры и контроллеры 5

2.2 Память 5

2.3 Прерывания 10

2.4 Вывод на экран 10

2.5 Клавиатура 12

2.6 Звук 13

ГЛАВА 3 . ИНТЕРФЕЙСЫ ——————————————————————— 16

3.1 Интерфейс магнитофона 16

3.2 Интерфейс накопителя на ГМД 17

3.3 Интерфейс принтера 18

3.4 Интерфейс ввода/вывода общего назначения 19

3.5 Манипулятор джойстик 19

3.6 Манипулятор колесо 20

3.7 Манипулятор мышь 21

3.8 Разъёмы интерфейсов 24

3.9 Слот памяти 25

3.9.3 Тайминги слота 27

ГЛАВА 4 . КАРТРИДЖ ——————————————————————— 31

4.1 Геометрические размеры картриджа 31

4.2 Системная шина картриджа 35

4.3 Питание 38

4.4 Сигнал выбора слота расширения 38

ГЛАВА 5 . ПРИМЕЧАНИЯ ПО РАСШИРЕНИЮ СИСТЕМЫ ———————— 39

5.1 Добавление слотов памяти 39

5.2 Добавление портов ввода/вывода 39

ГЛАВА 6 . АДРЕСНАЯ КАРТА ——————————————————————— 41

6.1 Пример карты памяти 41

6.2 Карта портов ввода / вывода 42

6.3 Замечания о назначении адресов ввода/вывода 42

6.4 Назначение битов интерфейса PPI 43

6.5 Назначение битов PSG 44

ГЛАВА 7 . ПРИМЕРЫ СХЕМОТЕХНИКИ MSX2+ ——————————————— 45

7.1 Процессор и сигнал выбора первичного слота 46

7.2 Формирование сигналов выбора слота расширения 47

7.3 Системный порт 48

7.4 Системное ПЗУ 49

7.5 Основное ОЗУ 50

7.6 Видеопроцессор 51

7.7 PSG и порт ввода-вывода 52

7.8 Кандзи ROM 53

7.9 Интерфейс принтера 54

7.10 Часы реального времени 55

7.11 Слот картриджа 56

РАЗДЕЛ 2. СИСТЕМНОЕ ПО

ГЛАВА 1 . ПРОЦЕСС ЗАГРУЗКИ ——————————————————————— 59

1.1 Инициализация, выполняемая MAIN ROM 59

РАЗДЕЛ 1

ОБОРУДОВАНИЕ

Стандарт MSX устанавливает спецификации для будущей аппаратной и программной совместимости и масштабируемости. В этом разделе описываются технические характеристики оборудования для всего стандарта MSX.

Приведённые в качестве примеров в Разделе 1 схемы предназначены для понимания логики работы MSX, и не гарантируют соответствия существующим схемотехническим решениям.

Таким образом, построение схем согласно приведённым примерам, включая пример схемы MSX2+, не гарантирует работоспособность полученной конфигурации оборудования.

1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1.1. Перечень основных технических характеристик MSX

		MSX2+	MSX2	MSX
Процессор		совместимый с Z80A (тактовая частота 3.579545MHz±1%)		
Память	ROM (ПЗУ)	80KB (MSX BASIC вер. 3.0) MAIN ROM 32KB MAIN ROM 32KB SUB ROM 16KB драйвер кандзи 16KB преобразование кандзи 16KB	48KB (MSX BASIC вер. 2.0) MAIN ROM 32KB SUB ROM 16KB	32KB (MSX BASIC вер. 1.0) MAIN ROM 32KB
	RAM (ОЗУ)	не менее 64KB	не менее 64KB	не менее 8KB
	Видеопамять	128KB	64KB или128KB	16KB
VDP	Видеопроцессор	V9958 / аналог	V9938 / аналог	TMS9918A / аналог
	Разрешение максимальное, развёртка	512×212, прогрессивная 512×424, чередование	512×212, прогрессивная 512×424, чередование	256×192 нет
	Цветов (макс.)	19 268	256	16
	Аппаратная прокрутка	вертикальная и горизонтальная	вертикальная	нет
Магнитофон		Частотная манипуляция (FSK) 1200/2400 бит/с		
Звук	PSG	AY-3-8910 / аналог		
	ЧМ синтез	MSX-AUDIO (опционально)		
		MSX-MUSIC (опционально)	поддержка FM-PAC	нет
Клавиатура		Символы ASCII, хираганы, катаканы, псевдографики Раскладка JIS, раскладка “50 звуков”		
Накопитель на ГМД	Формат	3.5 дюйма 1DD (2DD, 2HD, опционально жёсткий диск) Совместимый с MSX-DOS		
Принтер		параллельный восьмибитный интерфейс, совместимый с Centronics		опционально
Слот для картриджа		шина картриджа не менее одного слота для картриджей с ПЗУ и расширителей шины		
Джойстик		2		1 или 2
кандзи	ROM кандзи	уровня 1 уровня 2, опционально	опционально опционально	опционально
	ввод кандзи	совместимо с MSX-JE	поддержка прикладным ПО	
Часы реального времени		совместимые с RP5C01		нет

2 СИСТЕМНЫЙ БЛОК

2.1 Процессоры и контроллеры

Процессор (CPU)	Z80A / аналог тактовая частота: 3.579545 МГц (частота цветовой поднесущей ТВ), 1 такт ожидания в цикле M1	
Видеопроцессор (VDP)	MSX	TMS9918A / аналог
	MSX2	V9938 / аналог
	MSX2+	V9958 / аналог
Генератор звуков (PSG)	AY-3-8910 / аналог	
Аудиопроцессор	MSX-AUDIO (Y8950 / аналог) MSX-MUSIC (YM2413 / аналог)	
Параллельный программируемый интерфейс (PPI)	i8255 / аналог	

2.2 Память

2.2.1 Карта памяти

ROM	MSX	MSX BASIC ver1.0	32KB
	MSX2	MSX BASIC ver2.0	48KB

		MAIN ROM 32KB, SUB ROM	16KB
	MSX2+	MSX BASIC ver3.0	80KB
		MAIN ROM 32KB, SUB ROM	16KB
		драйвер кандзи	16KB
		простое преобразование кандзи (метод ввода с клавиатуры)	16KB
RAM	MSX	не менее 8KB	
	MSX2	не менее 64KB	
	MSX2+	не менее 64KB	

2.2.2 Маппер

1. Назначение маппера памяти

В компьютерах стандарта MSX доступное процессору пространство памяти делится на области, называемые «слот» (см. часть «3.9 Слот памяти»). Маппер (от англ. *memory mapper* – в данном контексте «отображение памяти») – это устройство, которое может быть связано с любым слотом MSX, преобразующее логический адрес из адресного пространства, адресуемого процессором, в физический адрес на шине адреса микросхем памяти, расширяющее таким образом размер доступной через один слот памяти до 4 мегабайт.

Каждой из четырёх страниц по 16 килобайт каждая, составляющих адресное пространство слота, может быть в произвольном порядке сопоставлен один из (сегментов может быть не больше 256, и не меньше 4) 16 килобайтных сегментов физической памяти. Соответствие между сегментом физической памяти и страницей в адресном пространстве слота определяется содержимым регистра выбора сегмента маппера.

Регистр выбора сегмента маппера занимает 4 байта и доступен через порты ввода-вывода от FCh до FFh включительно. Значения байт в регистре определяют номера сегментов физической памяти, отображаемых на страницы с 0 по 3 адресного пространства процессора.

Регистр выбора сегмента маппера доступен только для записи, для каждого слота может использоваться своё значение регистра. Однако при записи в регистр происходит переключение всех существующих мапперов, и надо иметь в виду что при этом изменяется видимое содержимое всех слотов, снабжённых мапперами. Более подробно смотрите в части «3.9 Слот памяти».

Маппер — это опциональная возможность систем MSX2 и MSX2+. Память, подключённая к мапперу, не может иметь объём меньше, чем 64 килобайт.

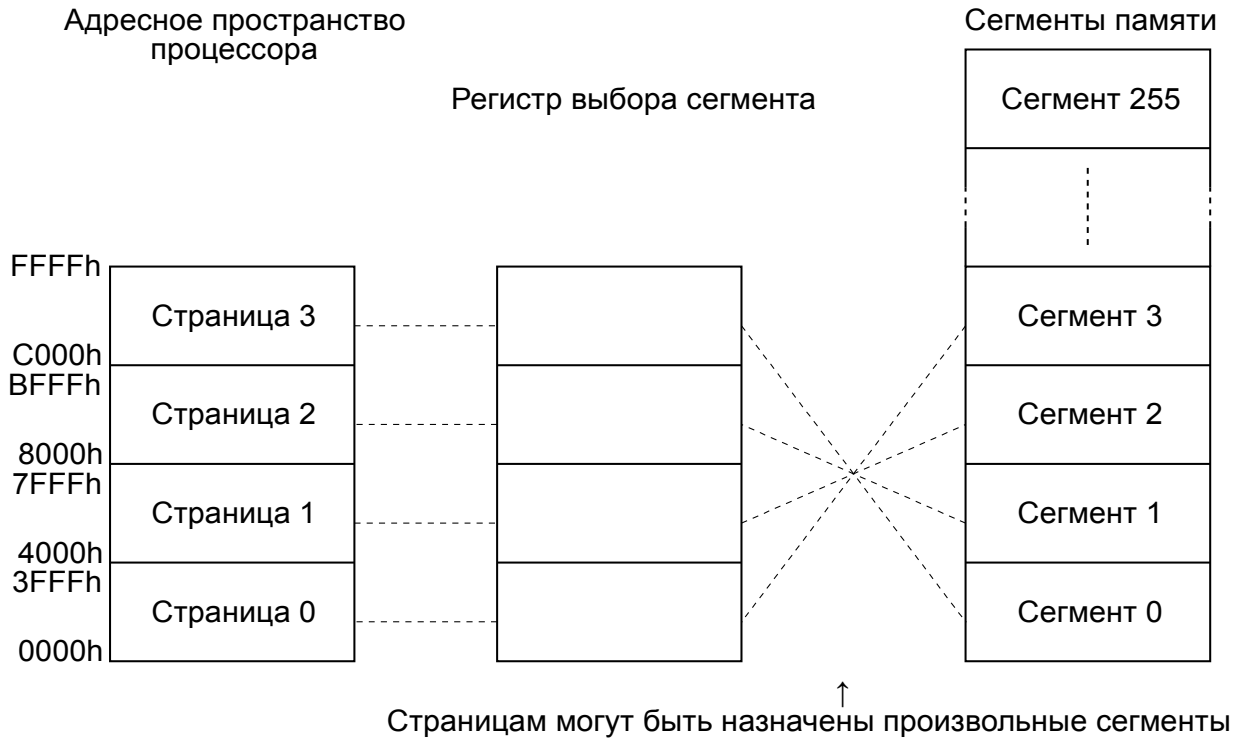


Рисунок 1.1 Логическая структура маппера

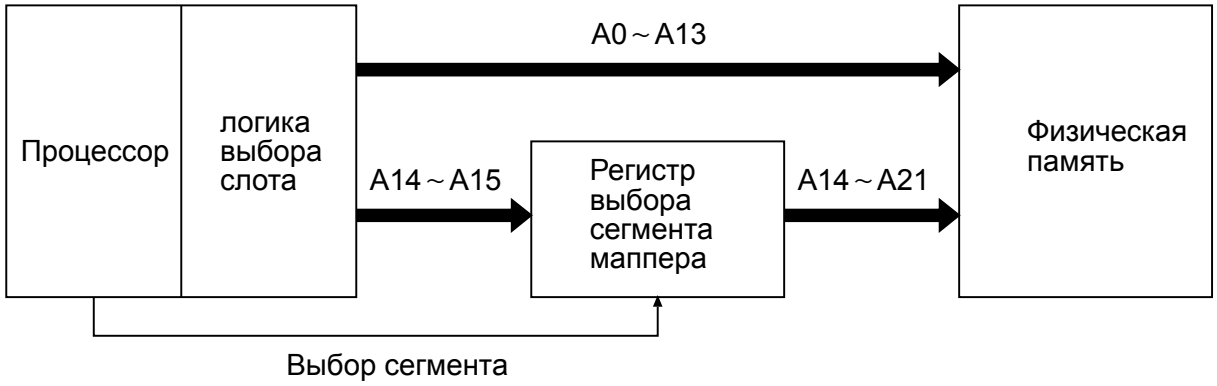


Рисунок 1.2 Схемотехническое построение маппера

2. Инициализация регистра выбора сегмента маппера

Системы MSX2 и MSX2+ при сбросе инициализируют регистр выбора сегмента маппера указанными ниже начальными значениями. Наличие маппера не проверяется. Инициализация регистра выбора сегмента преобразователя заключается только в записи в порты ввода-вывода, поэтому при отсутствии маппера никакого побочного воздействия на конфигурацию оборудования оказано не будет.

Адрес порта	Начальные значения	Страница адр. пространства	Сегмент маппера
FCh	03h	0	3
FDh	02h	1	2
FEh	01h	2	1
FFh	00h	3	0

После инициализации регистра выбора сегмента маппера система выполняет инициализацию: поиск ОЗУ, поиск ПЗУ и т.д. Для получения подробной информации, смотрите «Раздел 2. Системное ПО».

Экспортный вариант MSX BASIC версии 2.1 использует маппер для организации RAM-диска. MSX-DOS версии 2 также требует наличия маппера. Другие версии BASIC и MSX-DOS версии 1 не используют маппер.

3.Использование маппера

Ёмкость маппера и слота, в котором он установлен (он может быть установлен в нескольких слотах), различается в зависимости от конкретной модели MSX, поэтому прикладное программное обеспечение должно выполнять соответствующую проверку.

Однако в среде MSX-DOS2 все мапперы должны управляются посредством DOS, поэтому следуйте правилам доступа к памяти, устанавливаемые MSX-DOS2 (используйте расширенные вызовы BIOS).

- Когда прикладная программа, использующая маппер, возвращает управление в BASIC или DOS, регистр выбора сегмента маппера должен быть возвращён в исходное состояние. (За исключением случаев использования DOS версии 2).
- Для прикладного программного обеспечения, требующего маппер, укажите в описании программы «Требуется маппер RAM (xxx кБ)» и т.д., чтобы пользователи могли знать, что в оборудовании должен быть реализован маппер указанной ёмкости.
- Битовый размер регистра выбора сегмента маппера может превышать размер, необходимый для указания максимального номера доступного сегмента, соответствующего ёмкости установленной памяти. Например, пятибитный регистр выбора сегмента маппера позволяет адресовать до 512 Кбайт, а некоторые модели MSX имеют всего лишь 64 Кбайт установленной памяти.
- Если в одной системе MSX реализовано несколько мапперов памяти, перезапись регистра выбора сегмента маппера новым значением переключает мапперы памяти и других слотов.
- В среде DOS версии 2 маппер управляется средствами DOS. Поэтому, когда прикладная программа непосредственно манипулирует регистром выбора сегмента сопоставления, DOS аварийно завершится (зависнет, перезагрузится), если состояние управления памятью, запомненное DOS2, будет отличаться от реального.

4.Пример принципиальной схемы маппера.

Ниже приведён пример принципиальной схемы, реализующей функции маппера. Обратитесь к этому примеру, чтобы понять логику отображения памяти маппером.

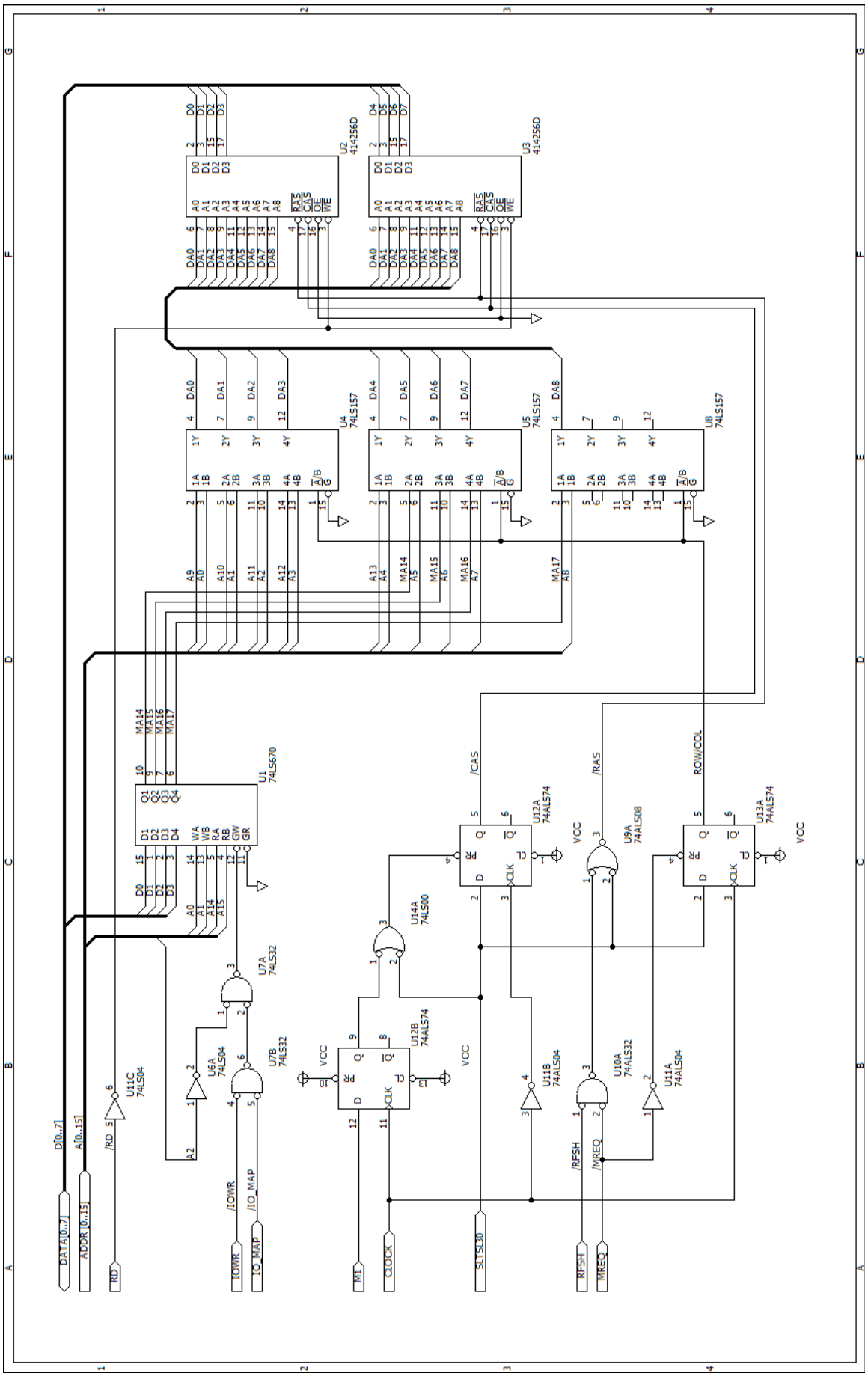


Рисунок 1.3 Принципиальная схема маппера памяти.

2.3 Прерывания

NMI	Не используется
INT	Внешнее прерывание от VDP и шины картриджа. Интерпретатор MSX BASIC использует сигнал 60 Гц (NTSC) или 50 Гц (PAL, SECAM) от VDP в качестве прерывания. Используется режим прерывания 1 (он устанавливается командой IM 1), то есть передача управления на адрес 38h.

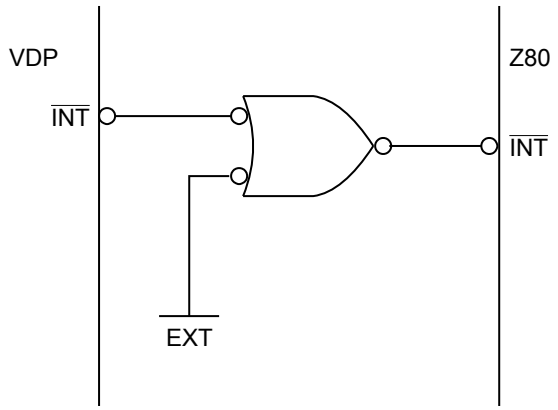


Рисунок 1.4 Фрагмент принципиальной схемы, реализующий прерывания.

Внимание В MSX-DOS адрес 66h (фиксированный адрес обработчика немаскируемого прерывания NMI) лежит в пределах области данных FCB, принадлежащей MS-DOS, поэтому прерывание NMI в архитектуре MSX не используется.

2.4 Вывод на экран

Используемая микросхема	MSX	TMS9918A / аналог
	MSX2	V9938 / аналог
	MSX2+	V9958 / аналог

Набор символов	Алфавитно-цифровые символы + хирагана + катакана + графические символы — всего 256
	8 x 8 точек (не используйте правильные 2 столбца для буквенно-цифровых символов и катаканы)
	JIS Уровень 1 Кандзи 2965 символов (MSX, MSX2 опционально)

	JIS 2-го уровня кандзи 3384 персонажа (опционально)	
Цветов (макс.)	MSX	16
	MSX2	256
	MSX2+	19 268
Спрайты	MSX	32 спрайта. На одной горизонтальной линии может отображаться до четырёх спрайтов.
	MSX2 MSX2+	32 спрайта. На одной горизонтальной линии может отображаться до восьми спрайтов. Цвет может быть задан отдельно для каждой строки.
Видеорежимы	Смотрите «Раздел 4. Видеопроцессор (VDP)».	

		Старшие 4 бита															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Младшие 4 бита	0		π		0	@	P		p	♠			―	タ	ミ	た	み
	1	月	└┘	!	1	A	Q	a	q	♥	あ	。	ア	チ	ム	ち	む
	2	火	┌─	"	2	B	R	b	r	♣	い	「	イ	ツ	メ	つ	め
	3	水	─	#	3	C	S	c	s	♦	う	」	ウ	テ	モ	て	も
	4	木	│	$	4	D	T	d	t	○	え	、	エ	ト	ヤ	と	や
	5	金	┌─	%	5	E	U	e	u	●	お	・	オ	ナ	ユ	な	ゆ
	6	土	│	&	6	F	V	f	v	を	か	ヲ	カ	ニ	ヨ	に	よ
	7	日	─	'	7	G	W	g	w	ぁ	き	ァ	キ	ヌ	ラ	ぬ	ら
	8	年	┌	(	8	H	X	h	x	ぃ	く	ィ	ク	ネ	リ	ね	り
	9	円	┐	)	9	I	Y	i	y	ぅ	け	ゥ	ケ	ノ	ル	の	る
	A	時	└	*	:	J	Z	j	z	ぇ	こ	ェ	コ	ハ	レ	は	れ
	B	分	┘	+	;	K	[	k	{	ぉ	さ	ォ	サ	ヒ	ロ	ひ	ろ
	C	秒	╳	,	<	L	\	l	|	ゃ	し	ャ	シ	フ	ワ	ふ	わ
	D	百	大	-	=	M	]	m	}	ゅ	す	ュ	ス	ヘ	ン	へ	ん
	E	千	中	.	>	N	^	n	~	ょ	せ	ョ	セ	ホ	゛	ほ	
	F	万	小	/	?	O	_	o		っ	そ	ッ	ソ	マ	゜	ま	

Рисунок 1.5. Отображаемый на экране набор символов

2.5 Клавиатура

массив	алфавитно-цифровой	Стандартный массив JIS
	кана	Стандартное расположение JIS, японское слоговое расположение (Переключается с помощью перемычки)
Сканирование клавиш	Программно	
Максимальное количество клавиш	До 88 клавиш (матрица 8 на 11)	
Раскладка клавиатуры	(Кана - японская слоговая раскладка. Стандартную раскладку JIS смотри на следующей странице.)	

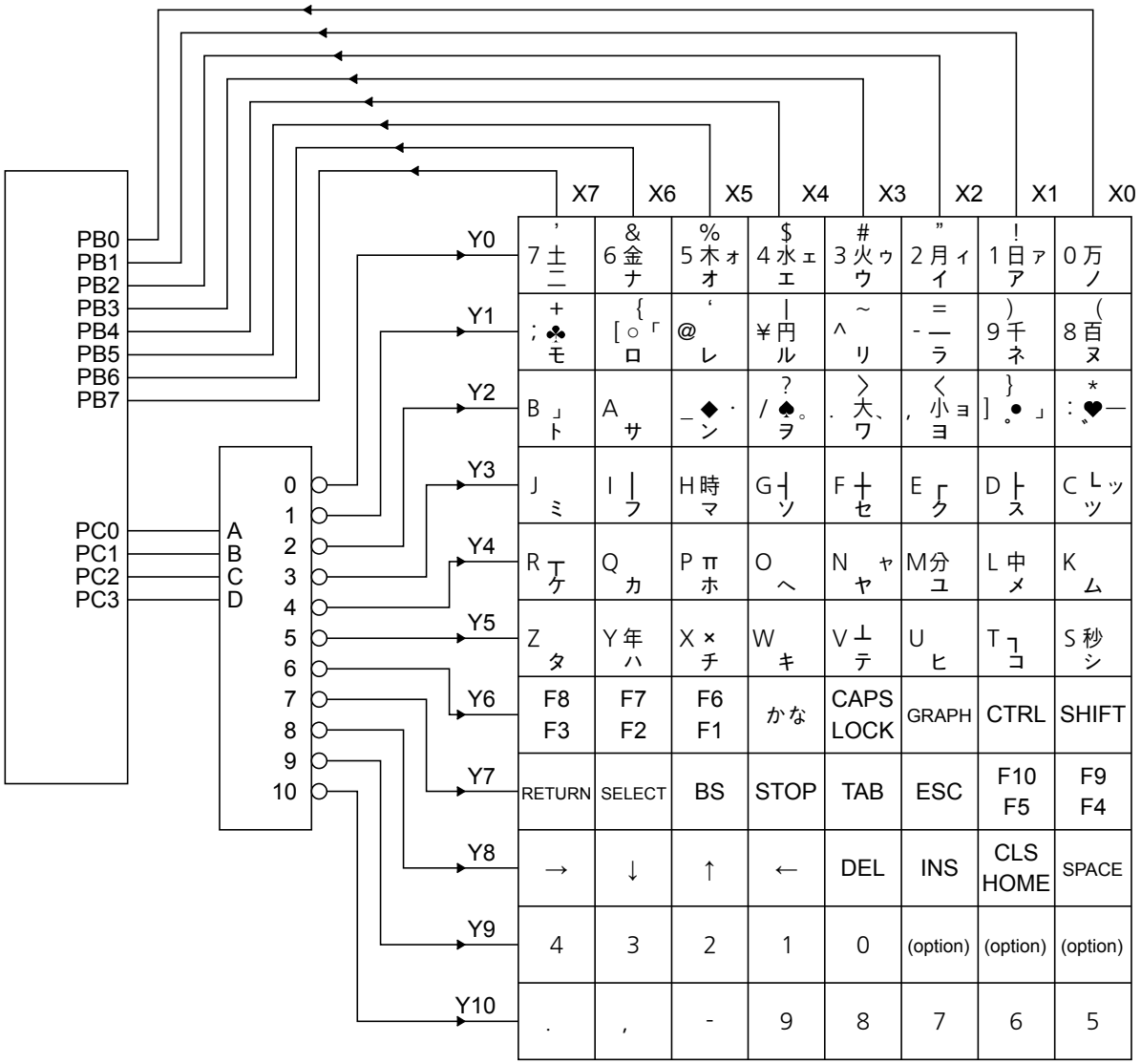


Рисунок 1.6. Матрица клавиш, подключённая к интерфейсу PPI

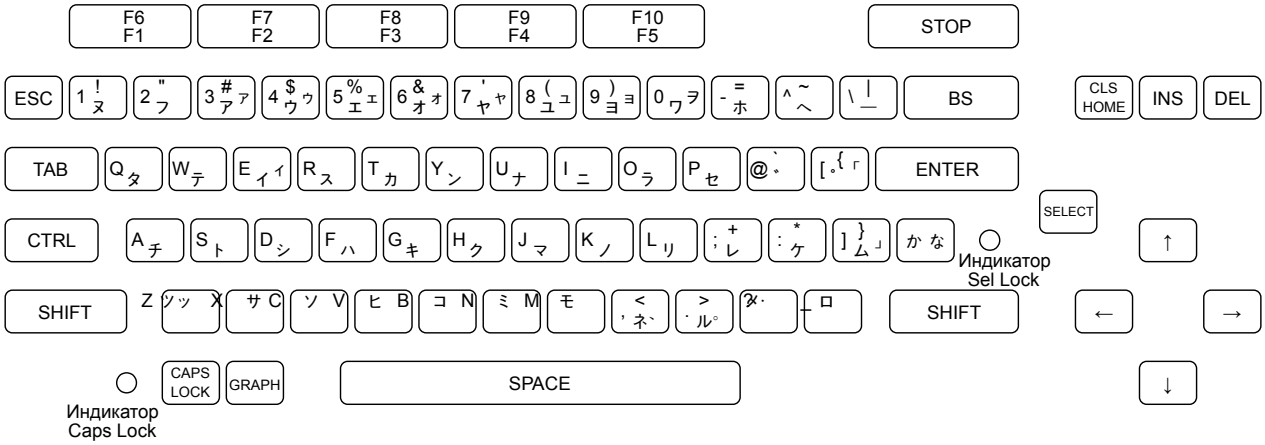


Рисунок 1.7. Раскладка клавиатуры JIS

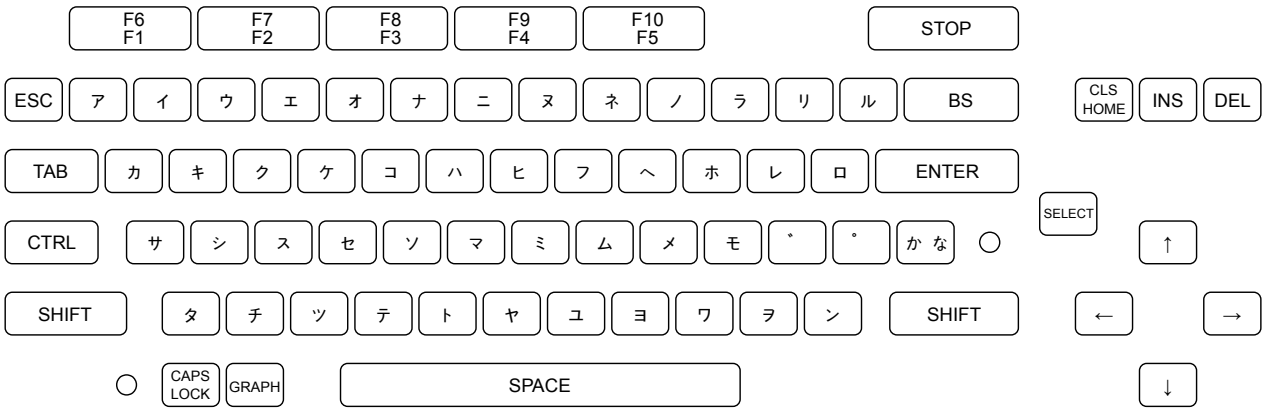


Рисунок 1.8. Алфавитная («50 звуков») раскладка клавиатуры

2.6 Звук

2.6.1 Микросхемы-источники звука и технические характеристики

Звуковой генератор PSG

Микросхема	AY-3-8910 / аналог, синхр. 1.7897725МГц
Музыкальный диапазон	8 октав (возможен тригармонический выход)
Многоголосность	3 голоса + генератор шума
Звуковые эффекты	да
Возможность цифро-аналогового преобразования	однобитный дельта-синтез

Выходной уровень	–5дБм
Разъём	RCA, 2 контакта

Аудиопроцессор MSX-AUDIO

Микросхема	Y8950 / аналог
Музыкальный диапазон	8 октав
Многоголосность	9 голосов или 6 голосов + 5 ударных инструментов
Количество операторов ЧМ-синтеза	OPL2
Поддержка ADPCM	да
Объём RAM для ADPCM	32KB〜256KB
Возможность подключения музыкальной клавиатуры	да
Аудиовход	гнездо для подключения микрофона
Аудиовыход	Линейный выход RCA, 2 контакта

Аудиопроцессор MSX-MUSIC

Микросхема	Y2413 / аналог
Музыкальный диапазон	8октав
Многоголосность	9 голосов или 6 голосов + 5 ударных инструментов
Количество операторов ЧМ-синтеза	OPL2
Поддержка ADPCM	нет
Возможность подключения музыкальной клавиатуры	нет
Аудиовход	нет
Аудиовыход	Линейный выход RCA, 2 контакта

2.6.2 Внутреннее соединение звуковых трактов

Сигналы с аудиовыходов внутренних источников звука и дополнительных источников звука смешиваются, усиливаются и выводится на выходной аудиоразъём MSX, как указано на Рисунке 1.9.

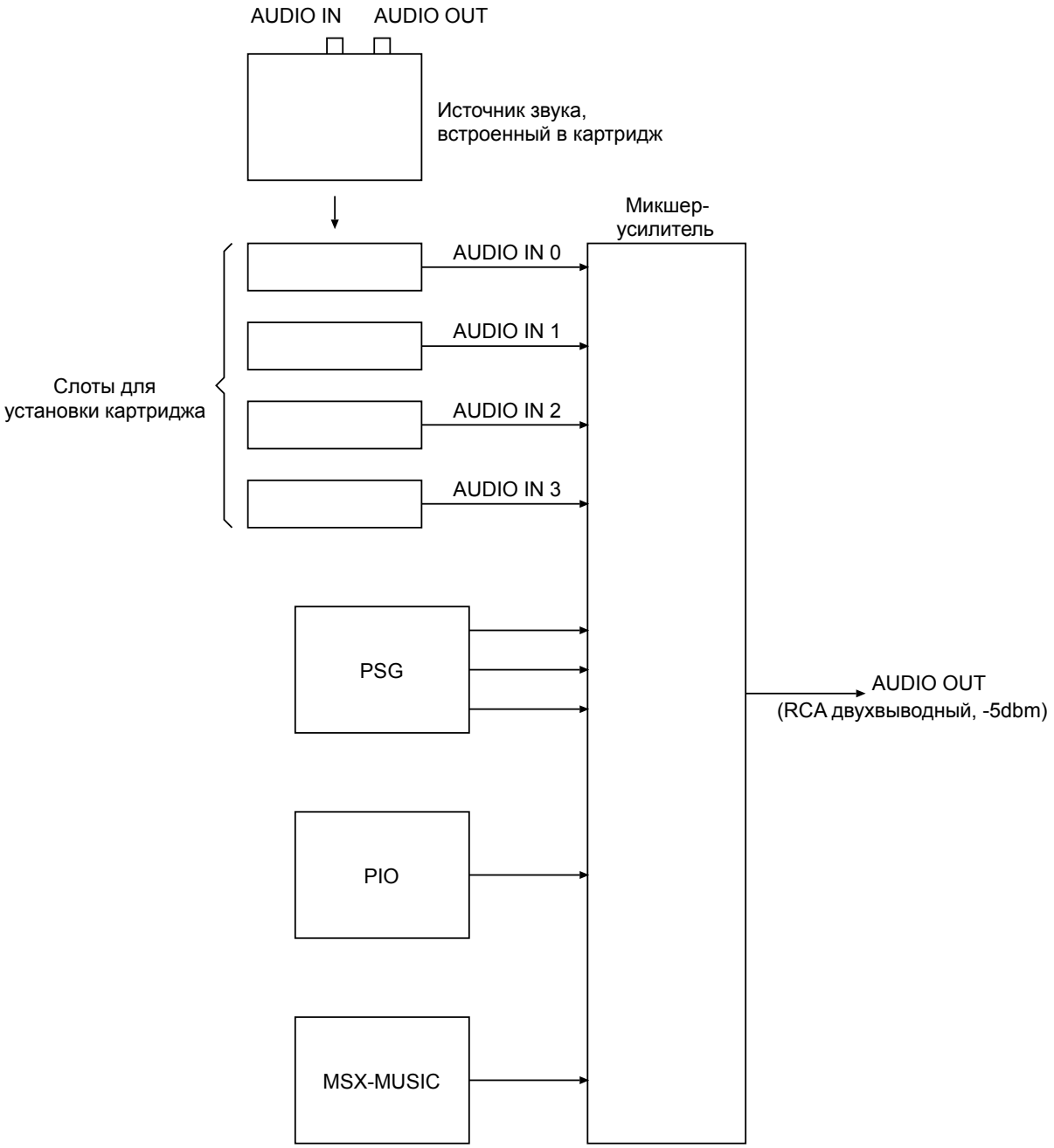


Рисунок 1.9. Аудиовыход MSX

3.1 Интерфейс магнитофона

Вход	Подключите к разъёму для наушников магнитофона	
Выход	Подключите к разъёму для микрофона магнитофона	
Синхронизация	Асинхронный метод	
Скорость передачи	1200 бит/с	(1 период 1200 Гц — «0», 2 периода 4800 Гц — «1») Используется по умолчанию.
	2400 бит/с	(1 период 2400 Гц — «0», 2 периода 4800 Гц — «1») Программно переключается. Разработчиком компьютера MSX должен быть приведён список моделей/производителей магнитофонов, гарантированно поддерживающих 2400 бит/с.
Модуляция	Метод частотной манипуляции (англ. *Frequency Shift Keying, FSK*)	
Демодуляция	Программное управление. Скорость передачи данных выбирается автоматически с помощью процедуры BIOS.	
Управление	Да	
Разъём	DIN45 326 (8 контактов)	
Уровень сигнала	Уровень сигнала должен соответствовать следующим требованиям:	
	- выходной сигнал	−45дБм±5дБм (0дБм = 0.755В)
	- входной сигнал	при частоте 1200Гц в пике 7мВ〜22мВ

Номер контакта	Контакт	Направление	Расположение контактов
1	GND		
2	GND		
3	GND		
4	CMTOUT	выход	
5	CMTIN	вход	
6	REMOTE+	выход	
7	REMOTE-	выход	
8	GND		

Рисунок 1.10 Сигнальные линии интерфейса магнитофона

3.2 Интерфейс накопителя на ГМД

Системное программное обеспечение интерфейса контроллера накопителя на гибком магнитном диске хранится в ПЗУ объёмом 16К в диапазоне адресного пространства от 4000h до 7FFFh и включает в себя следующие модули:

- Ядро MSX-DOS
- MSX Disk BASIC
- Драйвер DISK I/O (разрабатывается для используемого контроллера)

К аппаратной реализации интерфейса какие-то особые требования не предъявляются. Это связано с тем, что драйверы ввода-вывода, разрабатываемые производителем контроллера, нивелируют аппаратные особенности и различия контроллеров, обеспечивая унифицированный интерфейс для взаимодействия с программным обеспечением более высокого уровня (DOS, BASIC).

Рекомендуется использовать дисковод, который может на уровне аппаратного обеспечения определять смену диска. В этом случае время, затрачиваемое на обнаружение замены диска, будет меньше. В противном случае драйвер ввода вывода обязан предполагать, что замена диска была выполнена всякий раз, когда в течение определённого интервала времени к ней не происходило обращений. В таком случае драйверу потребуется дополнительное время, чтобы заново прочитать информацию о файловой системе, даже если диск на самом деле не был заменён.

Предполагается использование следующих форматов дискет.

1.2 Таблица 1.2 Форматы ГМД

Размер диска	Плотность	Формат	Примечание
8 дюймов*	одинарная	128 байт/сектор	Совместимый с MS-DOS
8 дюймов*	двойная	1024 байт/сектор	— ″ —
5.25 дюйма*	одинарная	512 байт/сектор	— ″ —
3.5 дюйма	CFD **	512 байт/сектор	— ″ —

*Не производились

***Compact Floppy Disk* — название нового (по сравнению с пятидюймовым) стандарта трёхдюймовой дискеты.

3.3 Интерфейс принтера

Тип	Восьмибитный параллельный Квитирование с BUSY и STROBE
Уровни сигналов	TTL
Разъём	Amphenol 14 контактов (в корпусе — гнездо)

Номер контакта	Контакт	Расположение контактов
1	PSTB	
2	PDB0	
3	PDB1	
4	PDB2	
5	PDB3	
6	PDB4	
7	PDB5	
8	PDB6	
9	PDB7	
10	NC	
11	BUSY	
12	NC	
13	NC	
14	GND	

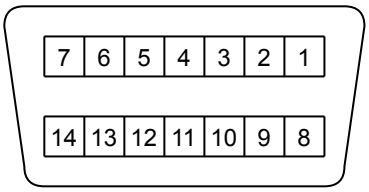


Рисунок 1.11. Сигнальные линии интерфейса принтера

3.4 Интерфейс ввода/вывода общего назначения

Микросхема	AY-3-8910 / аналог
Вход/выход	вход 4 бита, выход 1 бит, двунаправленный 2 бита (на порт)
Уровень	TTL
Разъём	Девятиконтактный разъём AMP (D-SUB) (штырьки со стороны корпуса)

Номер контакта	Контакт	Направление	Расположение контактов
1	FWD	вход	
2	BACK	вход	
3	LEFT	вход	
4	RIGHT	вход	
5	+5V*		
6	TRG1	вход/выход	
7	TRG2	вход/выход	
8	COM	выход	
9	GND		

Рисунок 1.12 Сигнальные линии интерфейса ввода / вывода общего назначения

Внимание * Должна быть обеспечена нагрузочная способность не менее 50мА.

Пример схемотехнической реализации интерфейса ввода-вывода общего назначения приведён в «Главе 7. Примеры схемотехники MSX2+ ».

3.5 Манипулятор джойстик

Есть два типа джойстиков:

Тип A	Тип, который имеет одну кнопку или несколько кнопок, но сигнал не может быть распознан программно.
Тип B	Этот тип имеет две кнопки и можно программно определить, какая именно кнопка нажата.

Замечание по поводу использования двух типов джойстиков

Большинство доступных джойстиков относятся к типу B, и предполагается, что программное обеспечение также поддерживает тип B. Поэтому при использовании джойстиков типа A необходимо соблюдать осторожность.

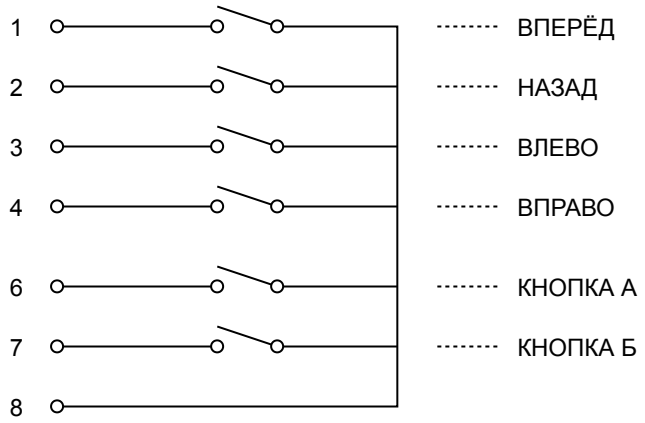


Рисунок 1.13 Схема подключения джойстика

3.6 Манипулятор колесо

При вызове функции BIOS «PDL» компьютер посылает импульс на восьмой контакт порта ввода-вывода общего назначения. Этот импульс взводит одновибратор, который формирует ответный импульс переменной длины, возвращаясь в стабильное состояние через промежуток времени, зависящий от угла поворота переменного резистора, прикреплённого к ручке манипулятора. К каждому порту может быть подключено до шести манипуляторов включительно.

Внимание Манипулятор колесо не будет поддерживаться системным программным обеспечением на MSX turbo R или более поздней версии MSX.

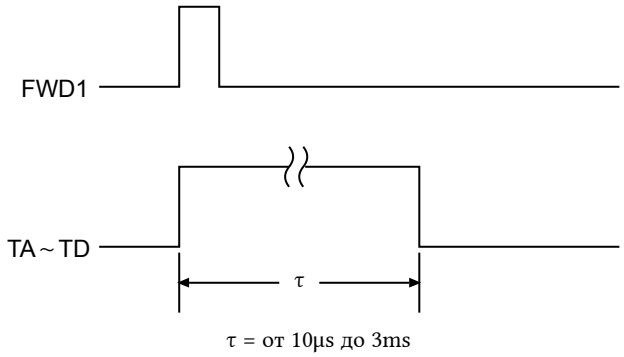


Рисунок 1.14 Временная диаграмма колеса

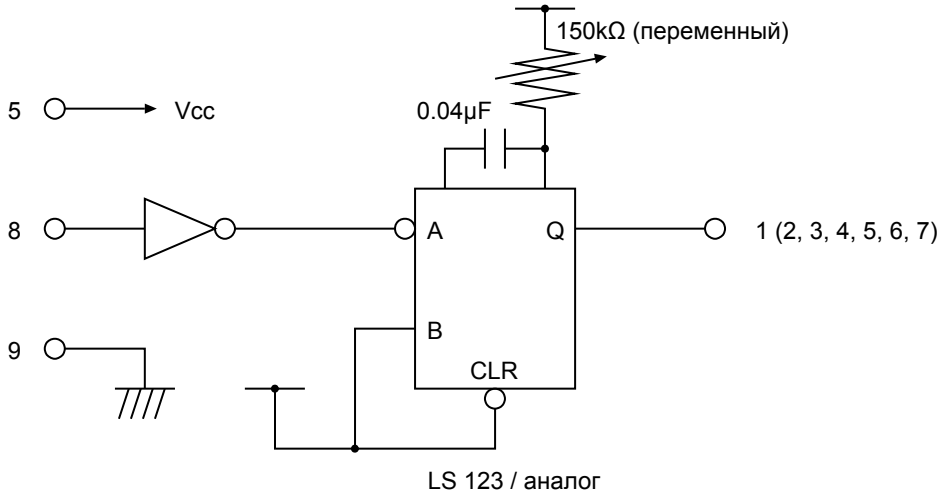


Рисунок 1.15 Схема подключения цепей колеса

3.7 Манипулятор мышь

3.7.1 Обзор

Мышь стандарта MSX подключается к интерфейсу ввода/вывода общего назначения, поэтому со стороны системного блока не требуется какой-либо ресурсоёмкой обработки и дополнительных схемных решений. Она может работать в двух режимах: режиме

счётчика (это собственно и есть режим мыши) и в режиме эмуляции джойстика, поэтому может работать и с программным обеспечением, которое не поддерживает мышь.

Таблица 1.3. Список сигнальных линий мыши

Номер контакта	Контакт (режим мыши)	Контакт (режим джойстика)
1	Бит данных 1	Вперёд
2	Бит данных 2	Назад
3	Бит данных 3	Влево
4	Бит данных 4	Вправо
5	Питание +5В	
6	Левая кнопка	Кнопка 1
7	Правая кнопка	Кнопка 2
8	STROBE (строб)	GND (общий)
9	GND (общий)	

3.7.2 Режим счётчика

Как было сказано выше, режим счётчика - это «родной» режим мыши. Мышь фиксирует смещение по координатам X и Y и модифицирует значение восьмибитного внутреннего счетчика. При получении запроса от системы данные передаются и значение счётчика обнуляется. Последовательность передачи данных приведена на рисунке.

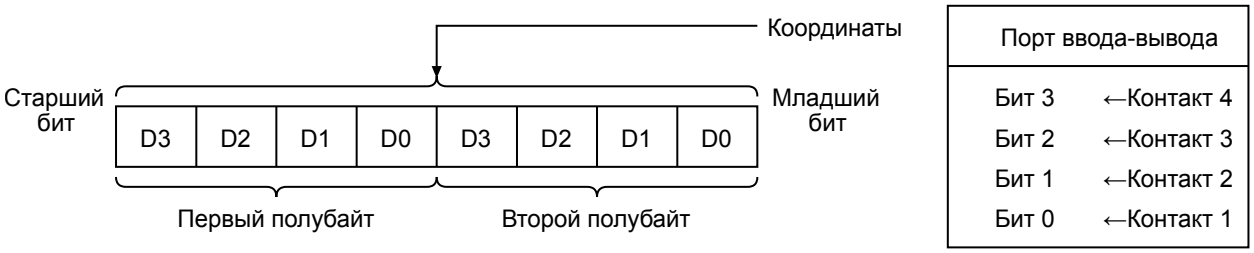


Рисунок 1.16 Формат передаваемых данных

Данные передаются полубайтами, вначале координата X, потом Y по смене значения сигнала строба, как показано на рисунке 1.17.

Координаты мыши можно прочитать с помощью функции BIOS «GETPAD». Поскольку BIOS инициирует процедуру получения данных о координатах после запроса, в ответ на запрос передаются координаты, которые были получены при предыдущем вызове этой функции.

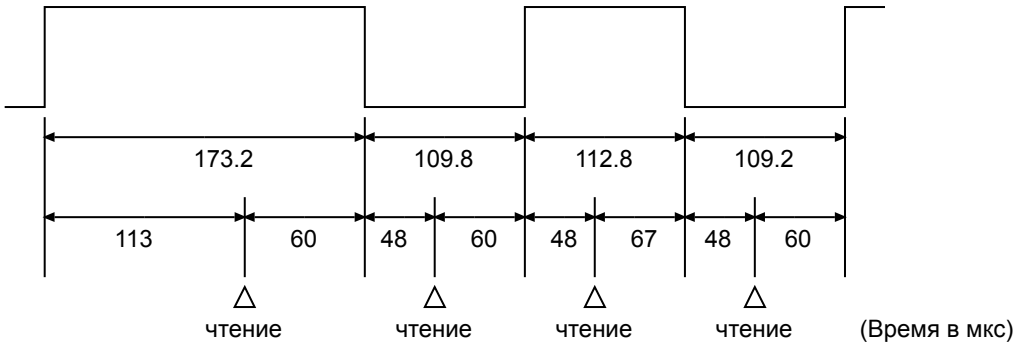


Рисунок 1.17. Временная диаграмма передачи координат мыши

3.7.3 Режим джойстика

Если при включении MSX (то есть в момент подачи на мышь питания) нажата левая кнопка мыши, устанавливается режим джойстика. В этом режиме можно использовать мышь в качестве джойстика.

На рисунке показан пример формирования сигнала, имитирующего результат наклона рукояти джойстика, на основе сигналов от двух оптических датчиков оптического энкодера одной из координат перемещения.

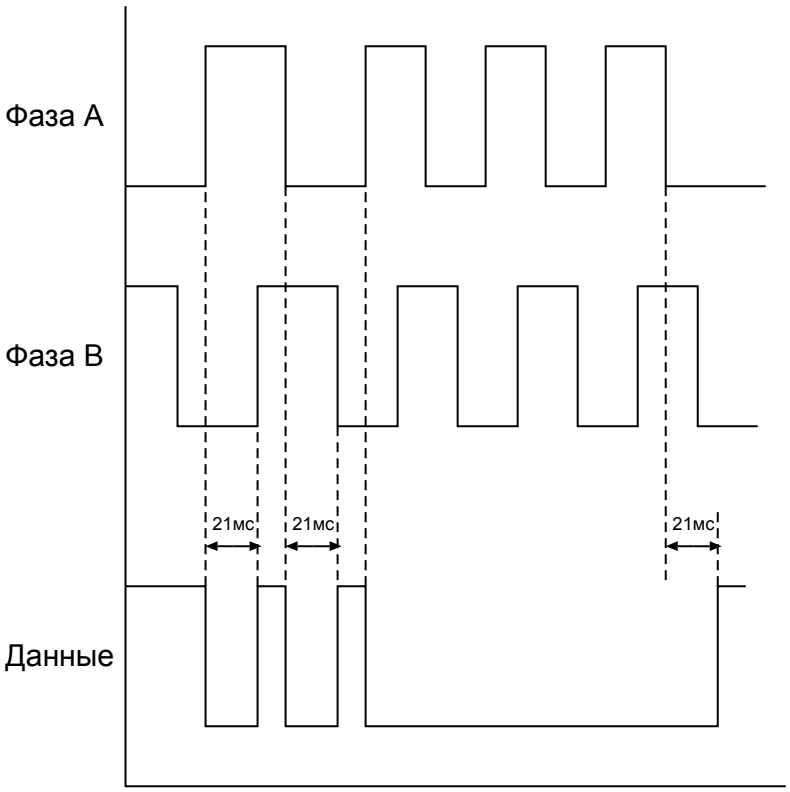


Рисунок 1.18 Временная диаграмма режима джойстика

3.8 Разъёмы интерфейсов

Сигнал	Разъём
Видеовыходы	
● RGB	Хотя это не является стандартом, обычно для MSX2+ используется восьмиконтактный разъём DIN (DIN-45 26)
● Композитный (видео)	Разъём DIN, 5 контактов Разъём RCA, 2 контакта
● ВЧ модулятор	Разъём RCA, 2 контакта
Магнитофон	Разъём DIN, 8 контактов (DIN-45 26)
Порт ввода/вывода	Разъём AMP, 9 контактов/аналог
Принтер	14-контактный разъем Amphenol / аналог
Шина картриджа	Разъём 25+25 контактов, шаг 2.54
Аудиовыход	Разъём RCA, 2 контакта

Номер контакта	Контакт	Расположение контактов
1	GND	
2	AUDIO	
3	AV	
4	SYNC	
5	YS	
6	R	
7	G	
8	B	

Рисунок 1.19 Разъём DIN8 для вывода видеосигнала RGB

Внимание Приведённое расположение контактов для вывода сигналов цветности RGB используется в большинстве моделей MSX2 и MSX2+, хотя и не указано в спецификации MSX.

Номер контакта	Сигнал	Расположение контактов
1	+5V	
2	GND	
3	AUDIO	
4	MONITOR VIDEO	
5	RF VIDEO	

Рисунок 1.20. Разъём DIN5 для вывода композитного видеосигнала

Внимание Приведённое расположение контактов для вывода композитного видеосигнала используется в большинстве моделей MSX2, хотя и не указано в спецификации MSX.

3.9 Слот памяти

3.9.1 Концепция слота памяти

Термин «слот», используемый в этой главе, аналогичен понятию «банк памяти»: каждый из четырёх слотов представляет собой адресное пространство размером 64 КБ, и процессор для каждой четверти (страницы) своего адресного пространства может указать, содержимое какого слота будет отображаться в неё. В этом смысле он напоминает слот картриджа, то есть разъём, в который вы вставляете картридж. Кроме того, сигнал на шине картриджа для выбора этого слота памяти естественно назвать сигналом выбора слота, поэтому слот памяти называется «слотом».

Данный термин («слот») здесь используется при рассмотрении программной архитектуры, и никак не связан с одноимённым аппаратным компонентом (50-контактным разъёмом). Упомянутый компонент в дальнейшем будет называется «шиной картриджа» или «слотом картриджа».

3.9.2 Преимущества «слотовой» структуры

Если в микропроцессорной системе с общей шиной используется множество банков памяти, и отсутствует специальный сигнал выбора (сигнал выбора слота), подаваемый на

каждый модуль памяти, подключённый к шине, то это приведёт к тому, что несколько устройств, занимающих одно и то же адресное пространство, одновременно подключаются к шине, даже если они не осуществляют операции чтения/записи по установленному на шине адресу. Это может привести к повышению нагрузки на шину вплоть до возникновения коллизий, приводящих к сбоям в работе.

Однако этого можно избежать, если каждый модуль (набор модулей) памяти индивидуально выбирается сигналом выбора слота. Кроме того, поскольку программы, которые занимают один и тот же диапазон адресов в адресном пространстве, могут одновременно располагаться в памяти, появляется дополнительное преимущество в гибкости и расширяемости системы.

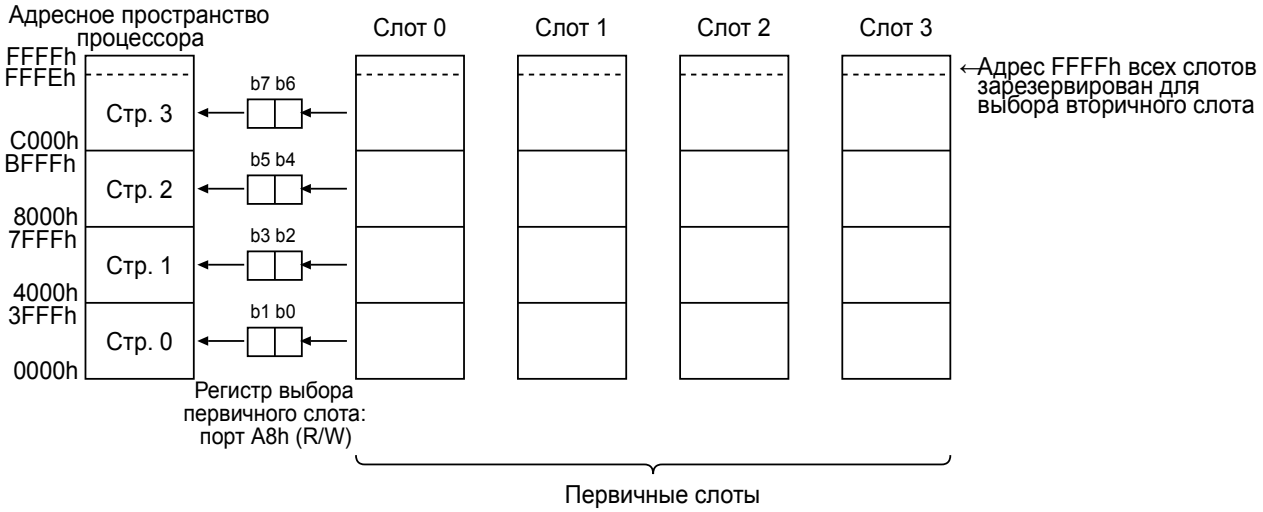


Рисунок 1.21. Первичный слот

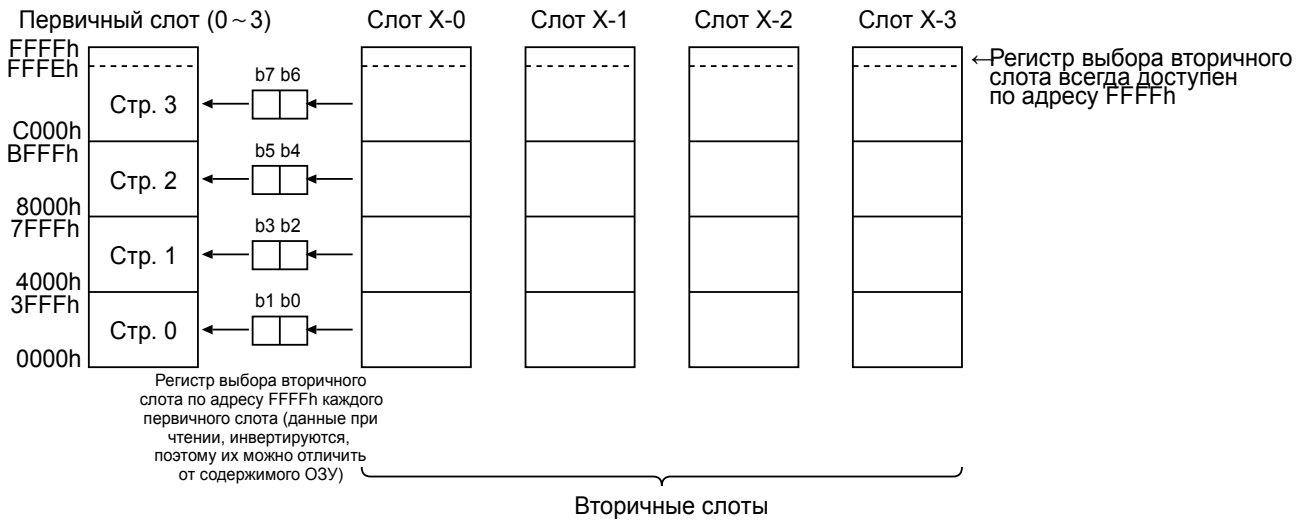


Рисунок 1.22 Вторичный слот (опционально)

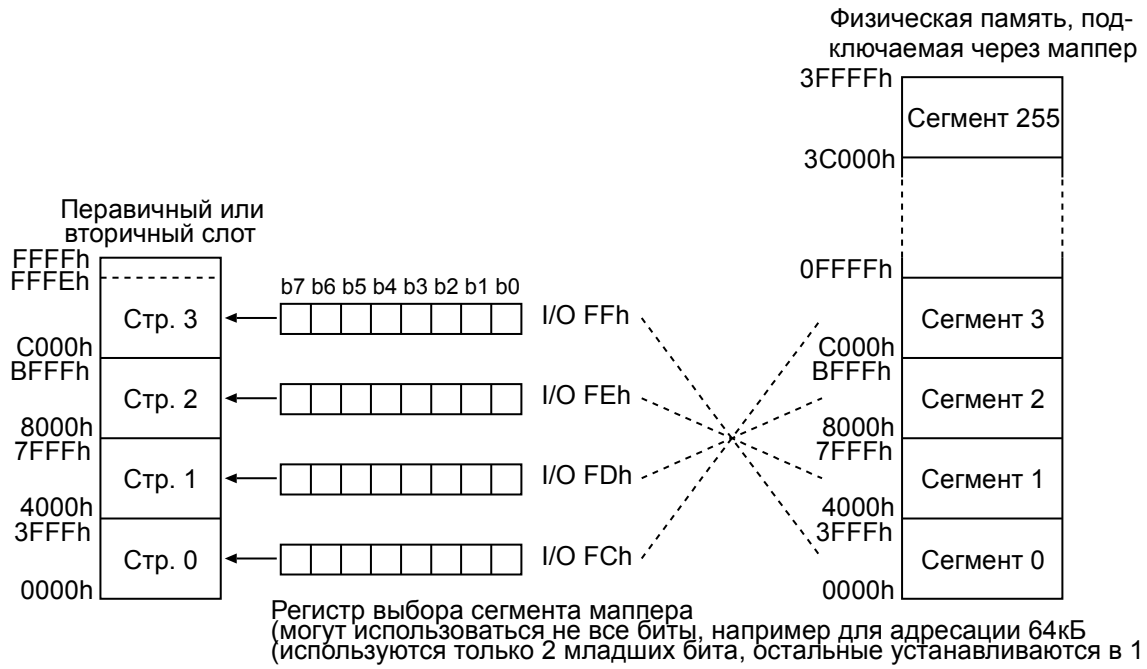


Рисунок 1.23 Маппер памяти (опционально)

3.9.3 Тайминги слота

Слот работает по показанным на рисунках ниже временным диаграммам.

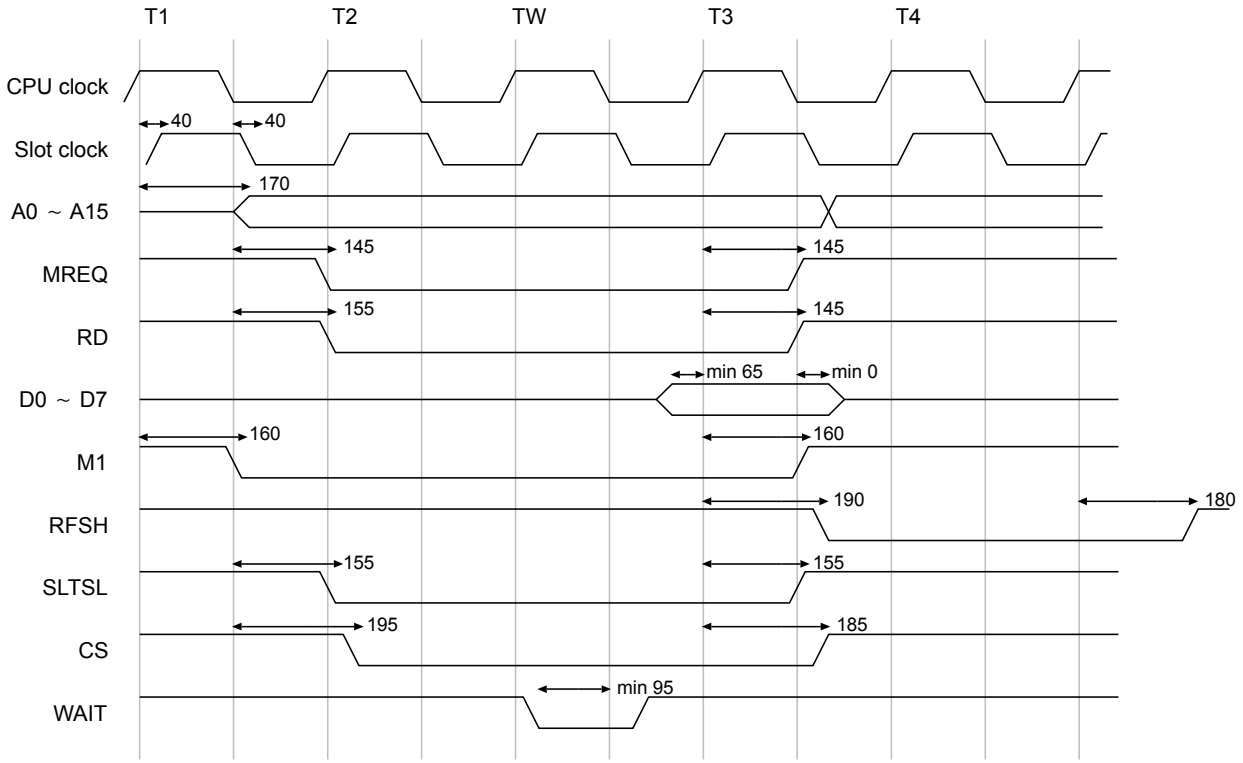


Рисунок 1.24 Цикл M1 (первичный слот)

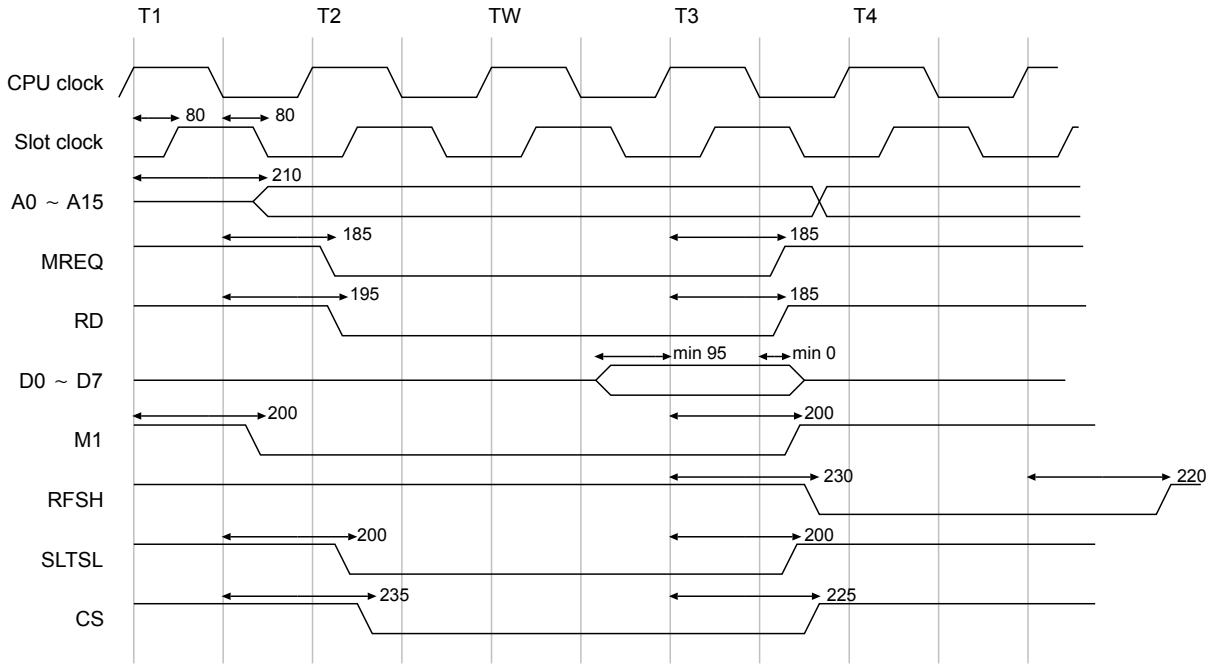


Рисунок 1.25 Цикл M1 (вторичный слот)

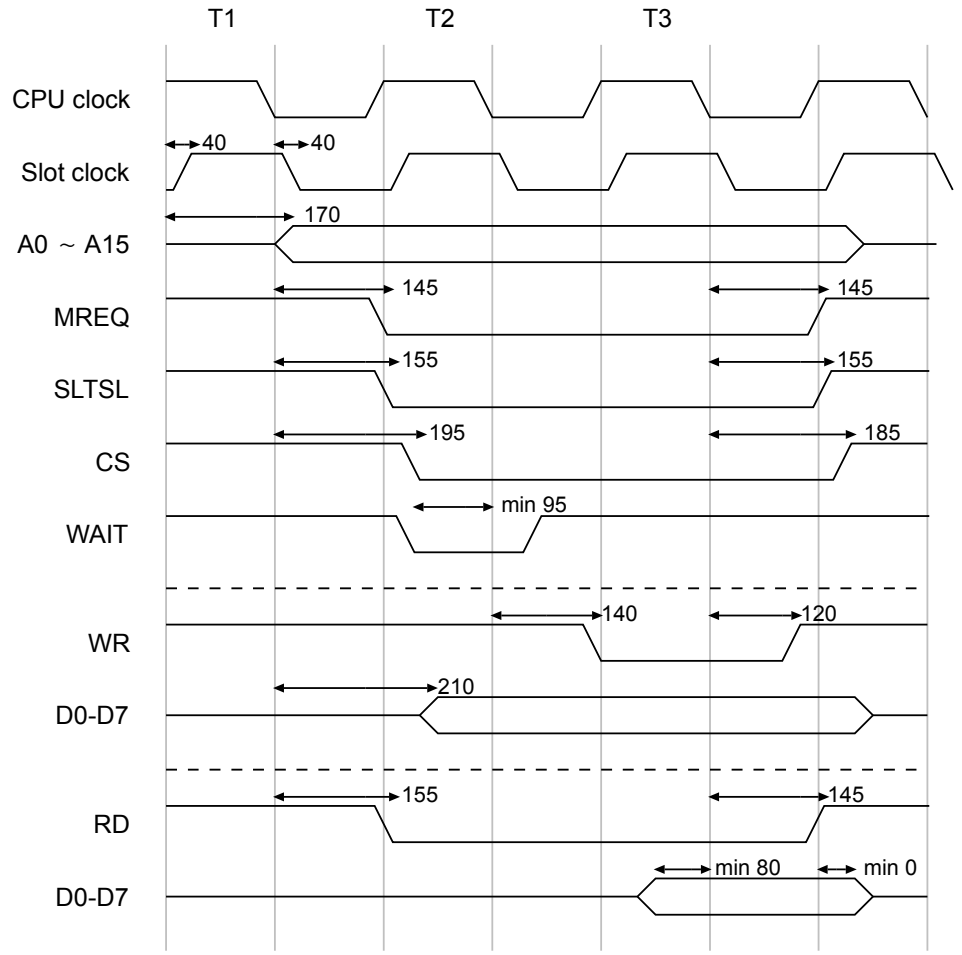


Рисунок 1.26 Цикл памяти (первичный слот)

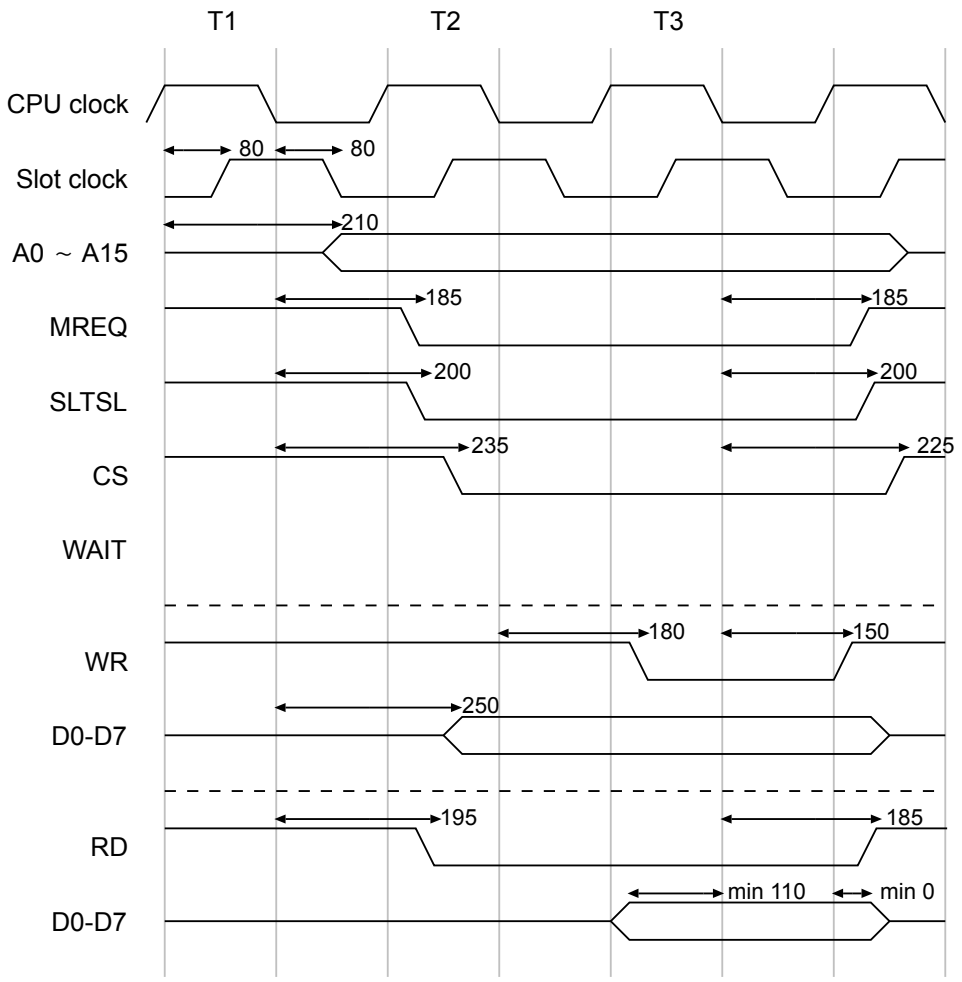


Рисунок 1.27 Цикл памяти (вторичный слот)

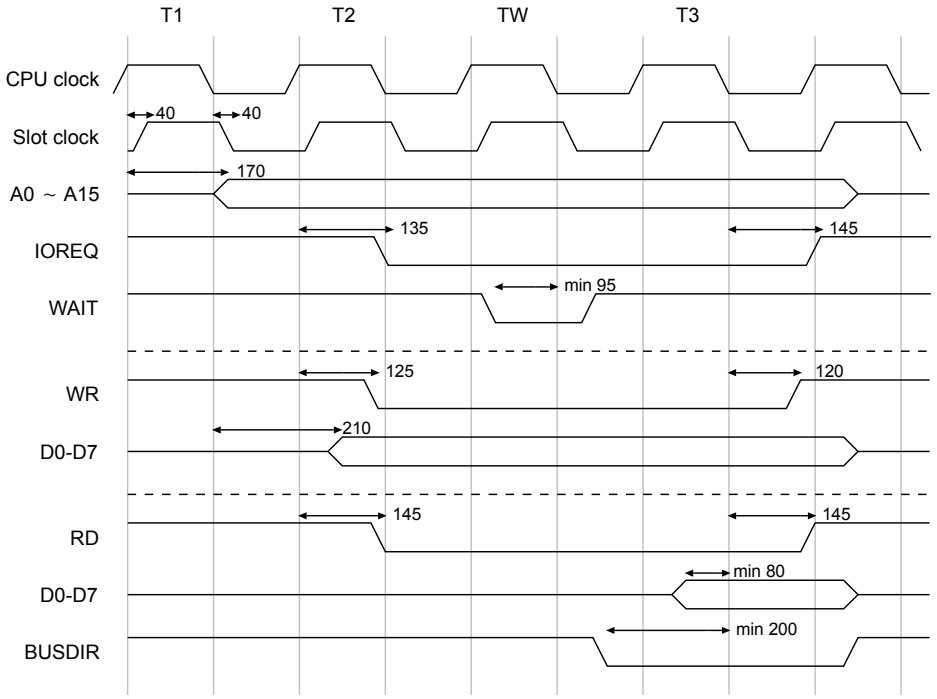


Рисунок 1.28 Цикл ввода / вывода (первичный слот)

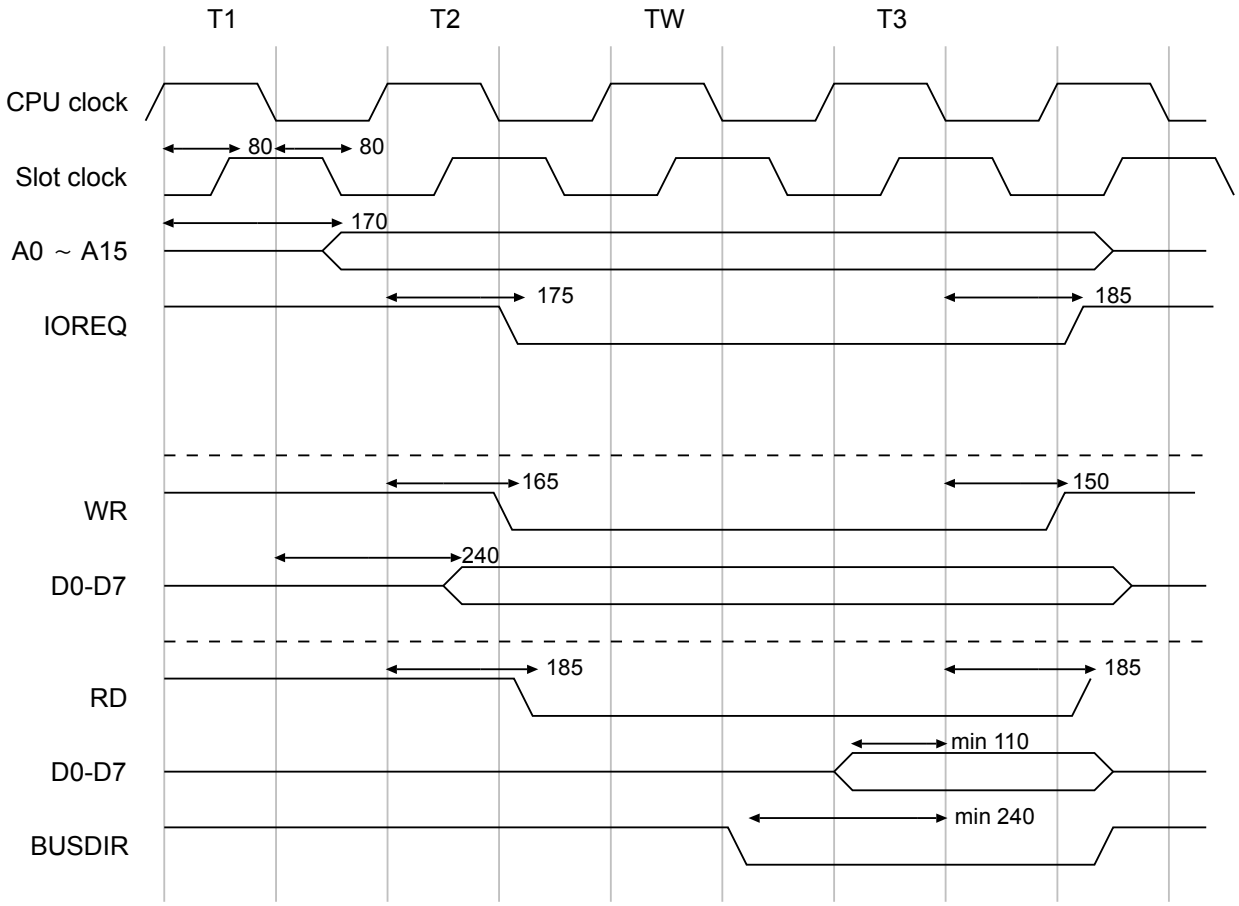
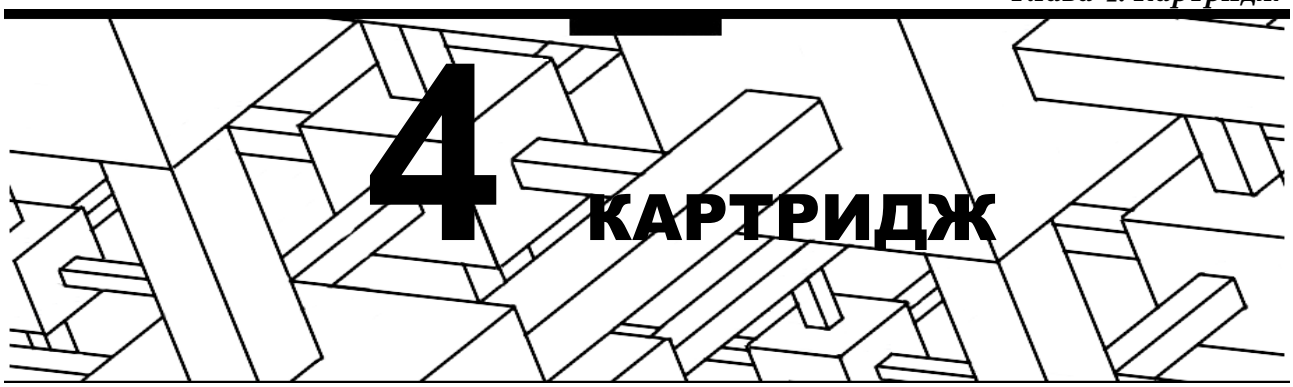


Рисунок 1.29 Цикл ввода / вывода (вторичный слот)



4 КАРТРИДЖ

4.1 Геометрические размеры картриджа

В этой части рассмотрены геометрические размеры корпуса и печатной платы стандартного картриджа MSX.

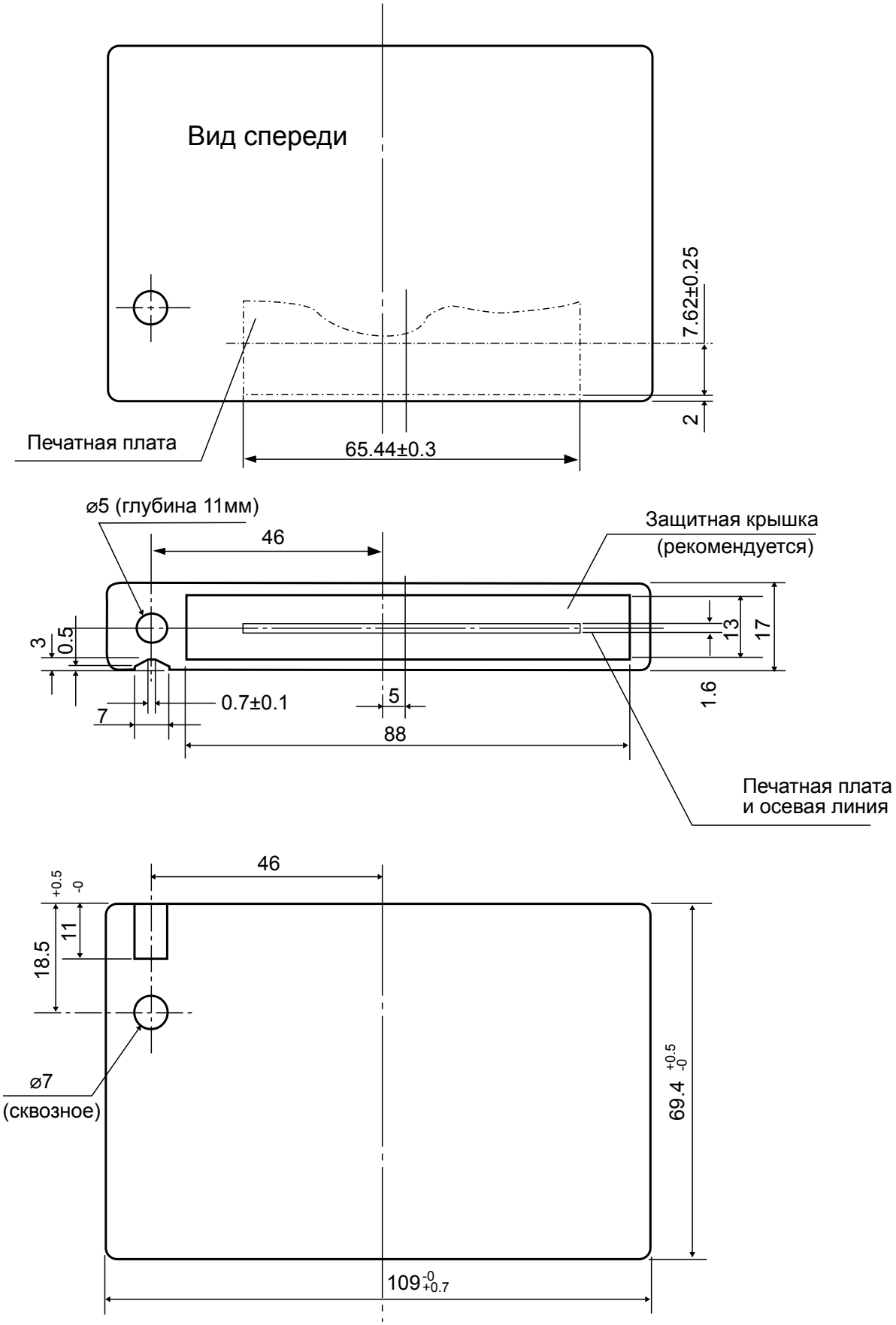


Рисунок 1.30. Геометрические размеры корпуса стандартного картриджа MSX.

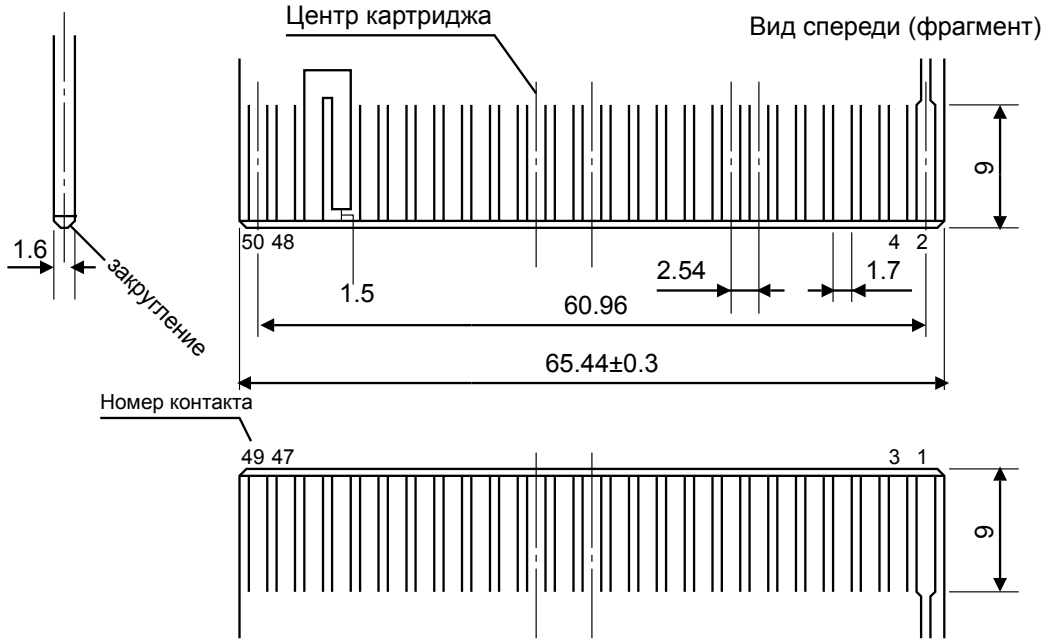
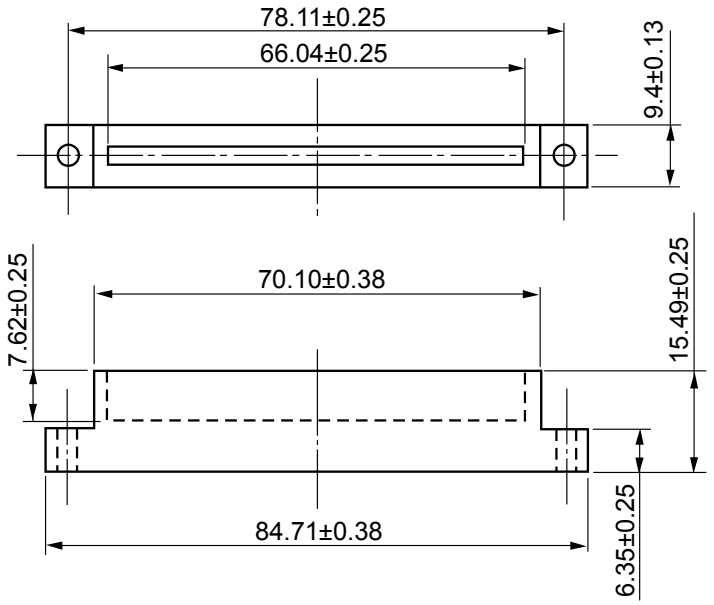


Рисунок 1.31. Печатная плата краевого разъёма.



Используется разъём типа EB4-3-K-25 (Vishay Dale), разъём серии 345/395 (EDAC, part number 395-050-520-202 или подобный.

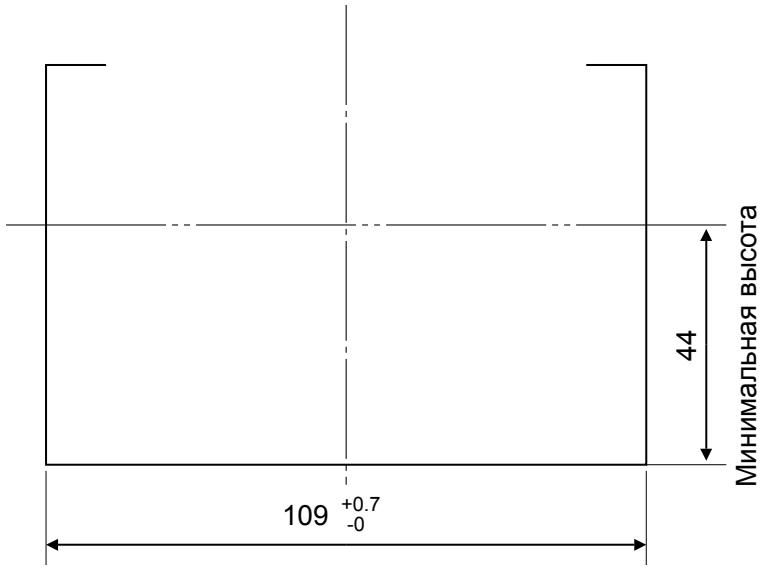


Рисунок 1.32. Пример разъёма слота, контур корпуса картриджа.

Внимание

Не устанавливайте выступающие элементы (переключатели, разъёмы и подобные) в пределах 44 мм от края разъёма картриджа (на эту глубину картридж может быть вставлен в корпус). Соответственно минимальная высота картриджа составляет 44мм.

4.2 Системная шина картриджа

4.2.1 Перечень сигналов

Таблица 1.4 Перечень сигнальных линий шины картриджа

Контакт	Сигнал	Вход/выход[*1]	Контакт	Сигнал	Вход/выход[*1]
1	CS1	O	2	CS2	O
3	CS12	O	4	SLTSL	O
5	Резерв[*2]	–	6	RFSH	O
7	WAIT[*3]	I	8	INT [*3]	I
9	M1	O	10	BUSDIR	I
11	IORQ	O	12	MERQ	O
13	WR	O	14	RD	O
15	RESET	O	16	Резерв[*2]	–
17	A9	O	18	A15	O
19	A11	O	20	A10	O
21	A7	O	22	A6	O
23	A12	O	24	A8	O
25	A14	O	26	A13	O
27	A1	O	28	A0	O
29	A3	O	30	A2	O
31	A5	O	32	A4	O
33	D1	I/O	34	D0	I/O
35	D3	I/O	36	D2	I/O
37	D5	I/O	38	D4	I/O
39	D7	I/O	40	D6	I/O
41	GND	–	42	CLOCK	O
43	GND	–	44	SW1	–
45	+5V	–	46	SW2	–
47	+5V	–	48	+12V	–
49	SUNDIN	I	50	−12V	–

Внимание

[*1] Входы (I) и выходы (O) показаны относительно системного блока.
[*2] Зарезервированные (неиспользуемые) контакты.
[*3] Выход с открытым коллектором.

4.2.2 Назначение сигнальных линий

Таблица 1.5. Описание сигналов шины картриджа

Контакт	Сигнал	Описание
1	CS1	Сигнал чтения ПЗУ по адресу 4000H-7FFFH
2	CS2	Сигнал чтения ПЗУ по адресу 8000H-BFFFH
3	CS12	Сигнал чтения ПЗУ по адресу 4000H-BFFFH (для ПЗУ 256Кбайт)
4	SLTSL	Сигнал выбора слота Формируется отдельно для каждого слота
5	Резерв	Зарезервировано для будущего использования (использование запрещено)
6	RFSH	Сигнал регенерации динамической памяти
7	WAIT	Сигнал запроса у процессора ожидания
8	INT	Сигнал запроса у процессора прерывания
9	M1	Сигнал чтения процессором кода операции из памяти
10	BUSDIR	Сигнал, управляющий направлением внешнего буфера шины данных Этот сигнал устанавливается в низкий уровень при чтении из порта ввода-вывода. Подробнее см. Раздел 7.
11	IORQ	Сигнал запроса к портам ввода/вывода или подтверждения прерывания
12	MERQ	Сигнал запроса к памяти (инициализации устройств памяти)
13	WR	Строб подачи данных процессором на шину данных (запись)
14	RD	Строб подачи данных устройством на шину данных (чтение)
15	RESET	Сигнал сброса
16	Резерв	Зарезервировано для будущего использования (использование запрещено)
17〜32	A0 ~ A15	Сигналы шины адреса
33〜40	D0 ~ D7	Сигналы шины данных
41	GND	Силовая и сигнальная земля
42	CLOCK	Тактовая частота процессора 3.579545 МГц
43	GND	Сигнальная земля
44, 46	SW1, SW2	Предназначены для отключения защиты при установке картриджа
45, 47	+5V	Источник напряжения +5В
48	+12V	Источник напряжения +12В
49	SUNDIN	Вход аналогового звукового сигнала (−5дБм)
50	−12V	Источник напряжения −12В

4.2.3 Схемотехнические ограничения подключения шины картриджа

Необходимое пояснение В данном контексте Fan-in и Fan-out – это нагрузка на выход логического элемента (вентиля), выраженная в количестве входов логических элементов, подключённых к одному выходу: **Fan-in** – нагрузка, которая будет (для MSX)/может быть (для картриджа) подключена к сигнальной линии, **Fan-out** – нагрузка, которую способна (для MSX)/должна (для картриджа) выдерживать сигнальная линия. Нагрузочная способность указана для условия применения микросхем серии LS TTL — с диодами Шоттки и пониженным энергопотреблением.

1. Fan-in, Fan-out для LS TTL○

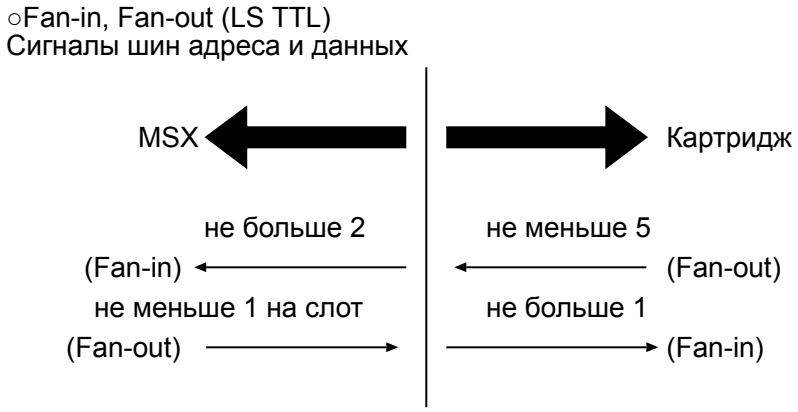


Рисунок 1.33. Fan-in и Fan-out для сигналов шин адреса и данных.

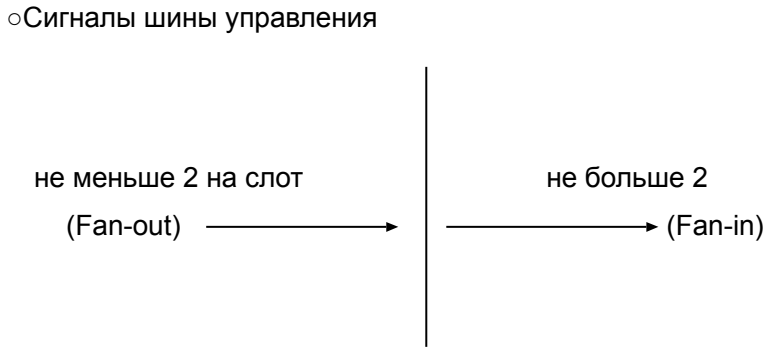


Рисунок 1.34. Fan-in и Fan-out для сигналов шины управления.

2. Уровни напряжения сигналов

Уровни напряжения сигналов шины картриджа соответствуют уровням TTL (выходной сигнал: высокий уровень 2.7-5.0В, низкий уровень 0.0-0.5В; входной сигнал: высокий уровень 2.0-5.0В, низкий уровень 0.0-0.8).

4.3 Питание

Максимально допустимая потребляемая мощность по различным шинам питания:

+5V	300мА на каждый слот
+12V	50мА на все слоты суммарно
−12V	50мА на все слоты суммарно

4.4 Сигнал выбора слота расширения

Информация об организации цепи сигнала выбора слота расширения SLTSL приведена в Главе 7 « Примеры схемотехники MSX2+ ».

5 ПРИМЕЧАНИЯ ПО РАСШИРЕНИЮ СИСТЕМЫ

5.1 Добавление слотов памяти

Четыре слота памяти, доступные в базовой конфигурации, называются первичными слотами. Если вы хотите добавить в систему большее количество слотов (для добавления оперативной или постоянной памяти или регистров устройств, проецируемых в адресное пространство), расширьте первичные слоты вторичными. Другими словами, чтобы выбрать вторичный слот, сначала выберите первичный слот, к которому подключен вторичный слот, а затем выберите вторичный слот, который был добавлен.

Сигнал BUSDIR управляет направлением буфера двунаправленной шины данных расширенной шины картриджа.

Картриджи, содержащие только устройства памяти (оперативной или постоянной) — например, игровые картриджи, — могут не обрабатывать сигнал BUSDIR, за счёт чего сложность схемы и соответственно цена таких картриджей может быть снижена. Однако картридж, включающий устройство ввода/вывода, которое передаёт сигнал в процессор, должен установить сигнал BUSDIR в низкий уровень на время передачи данных процессору, указав тем самым направление, в котором должен работать буфер.

Регистр выбора слота для создания сигнала выбора вторичного слота размещается по адресу памяти FFFFh вторичного слота. Для того, чтобы можно было отличить наличие по этому адресу регистра выбора вторичного слота от ОЗУ, при чтении из этого регистра его содержимое должно инвертироваться. Такой подход позволит создавать вторичные слоты для одного или нескольких первичных.

5.2 Добавление портов ввода/вывода

При добавлении нового устройства может возникнуть проблема: как назначать номера портов ввода/вывода, если это устройство не является стандартным и для него не назначены порты в какой-либо спецификации. Адреса портов ввода/вывода от 40h до FFh

зарезервированы для стандартного оборудования системы MSX и не могут быть использованы, если данное оборудование не является стандартным оборудованием.

Адреса портов ввода/вывода от 00H до 3FH не используются в архитектуре MSX и могут быть использованы для пользовательских аппаратных решений, однако следует учитывать то, что несколько однотипных устройств или устройств, разработанных по несогласованным спецификациям, могут конфликтовать и приводить к неработоспособности системы.

Чтобы избежать этого, используйте отображение регистров устройств в адресное пространство.

6 АДРЕСНАЯ КАРТА

6.1 Пример карты памяти

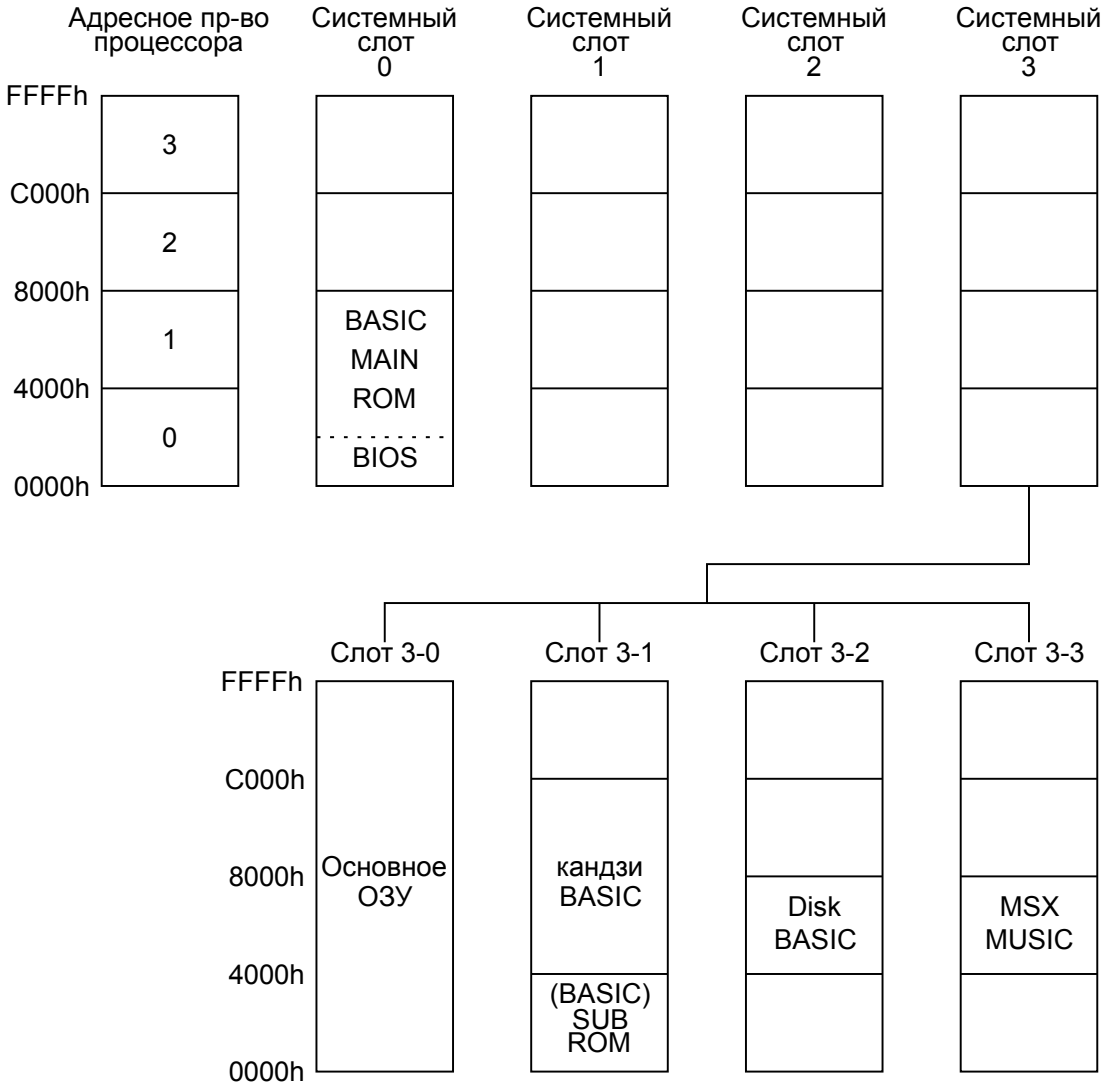


Рисунок1.35 Пример организации адресного пространства

6.2 Карта портов ввода / вывода

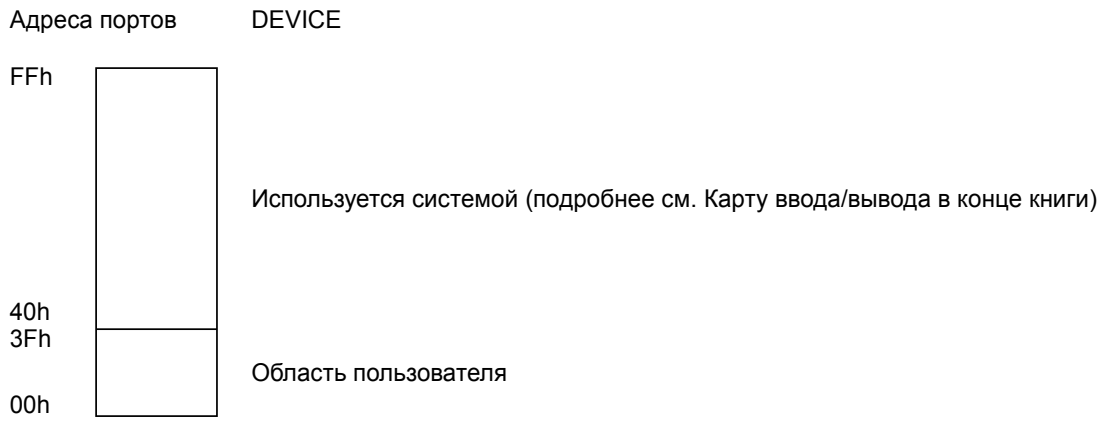


Рисунок1.36 Карта портов ввода-вывода

6.3 Замечания о назначении адресов ввода/вывода

Адреса ввода/вывода от 40h до FFh используются системой. Свободные (не связанные с устройствами) порты в этом диапазоне считаются зарезервированными для будущего расширения системы. Подробнее см. «Карта ввода/вывода» в конце данного руководства.

Программное обеспечение, которое напрямую обращается к портам ввода/вывода, может вызвать проблемы совместимости с некоторыми типами аппаратных платформ. Следовательно, все устройства ввода/вывода всегда должны быть доступны через различные функции BIOS для создания аппаратно-независимого программного обеспечения.

Для выполнения критичных по быстродействию операций по управлению видеопроцессором допускается напрямую использовать порты ввода/вывода. Однако в этом случае необходимо уточнить адреса портов видеопроцессора для чтения и записи, проверив значения по адресам 0006h и 0007h в MAIN ROM. Для получения дополнительной информации см. «Раздел 4. VDP».

Порты ввода/вывода от 00h до 3Fh доступны для пользователя, но в первую очередь используйте возможность отображения регистров устройств в адресное пространство, чтобы избежать подключения нескольких периферийных устройств к одному и тому же порту.

Контроллер гибких дисков (FDC) может использовать порты ввода/вывода, но в этом случае схема должна иметь возможность отключения дополнительным внешним сигналом. Если контроллер будет занимать порты ввода/вывода только при

необходимости обращении к нему, это позволяет системе одновременно использовать несколько различных контроллеров гибких дисков.

Если адрес ввода/вывода необходимо использовать в предлагаемом к продаже устройстве, он должен быть назначен ASCII System Division, Inc. Пожалуйста, свяжитесь с нами перед разработкой устройства, чтобы получить назначенные адреса портов ввода/вывода.

6.4 Назначение битов интерфейса PPI

Таблица 1.6. Назначение битов интерфейса PPI

Порт	Бит	I/O	Сигнал	Назначение
A	0 1	выход	CS0L CS0H	Сигнал выбора диапазона 0000H～3FFFh
	2 3		CS1L CS1H	Сигнал выбора диапазона 4000H～7FFFh
	4 5		CS2L CS2H	Сигнал выбора диапазона 8000H～BFFFh
	6 7		CS3L CS3H	Сигнал выбора диапазона C000H～FFFFh
B	0 ... 7	вход		Отклик матрицы клавиатуры (бит, соответствующий номеру столбца)
C	0	выход	KB0	Сигнал сканирования матрицы клавиатуры (номер строки)
	1		KB1	
	2		KB2	
	3		KB3	
	4		CASON	Управление магнитофоном (включение низким уровнем)
	5		CASW	Сигнал записи на магнитофон
	6		CAPS	Индикация CAPS (включение низким уровнем)
	7		SOUND	Вывод звука (звук щелчка клавиатуры)

6.5 Назначение битов PSG

Таблица 1.7. Назначение битов интерфейса PSG

Порт	Бит	I/O	Разъём (номер контакта)	Сигнал при использовании джойстика 1, 2
A	0	↑	Контакт J3-1 *1	ВПЕРЁД 1
			Контакт J4-1 *2	ВПЕРЁД 2
	1		Контакт J3-2 *1	НАЗАД 1
			Контакт J4-2 *2	НАЗАД 2
	2		Контакт J3-3 *1	ВЛЕВО 1
			Контакт J4-3 *2	ВЛЕВО 2
	3		Контакт J3-4 *1	ВПРАВО 1
			Контакт J4-4 *2	ВПРАВО 2
	4	вход	Контакт J3-6 *1	КНОПКА A 1
			Контакт J4-6 *2	КНОПКА A 2
	5		Контакт J3-7 *1	КНОПКА B 1
			Контакт J4-7 *2	КНОПКА B 2
	6		Вход раскладки *4	Переключение JIS/кана
	7	↓	CSAR (чтение магнитофона)	
B	0	↑	Контакт J3-6 *3	Высокий уровень
	1		Контакт J3-7 *3	
	2		Контакт J4-6 *3	
	3		Контакт J4-7 *3	
	4		Контакт J3-8 *3	
	5	выход	Контакт J4-8 *3	
	6		Выбор порта A	
	7		(выбор джойстика 1 или 2)	
		↓	KLAMP (индикатор каны, включается низким уровнем)	

Внимание

*1 Действительно, когда бит 6 порта B в низком уровне. Для джойстика 1.
*2 Действительно, когда бит 6 порта B в высоком уровне. Для джойстика 2.
*3 Если не используется, установить в высокий уровень. Это выход с открытым коллектором.
*4 раскладка JIS — высокий уровень, кана — низкий уровень.

Не указанные в Таблице 1.7. контакты J3 и J4

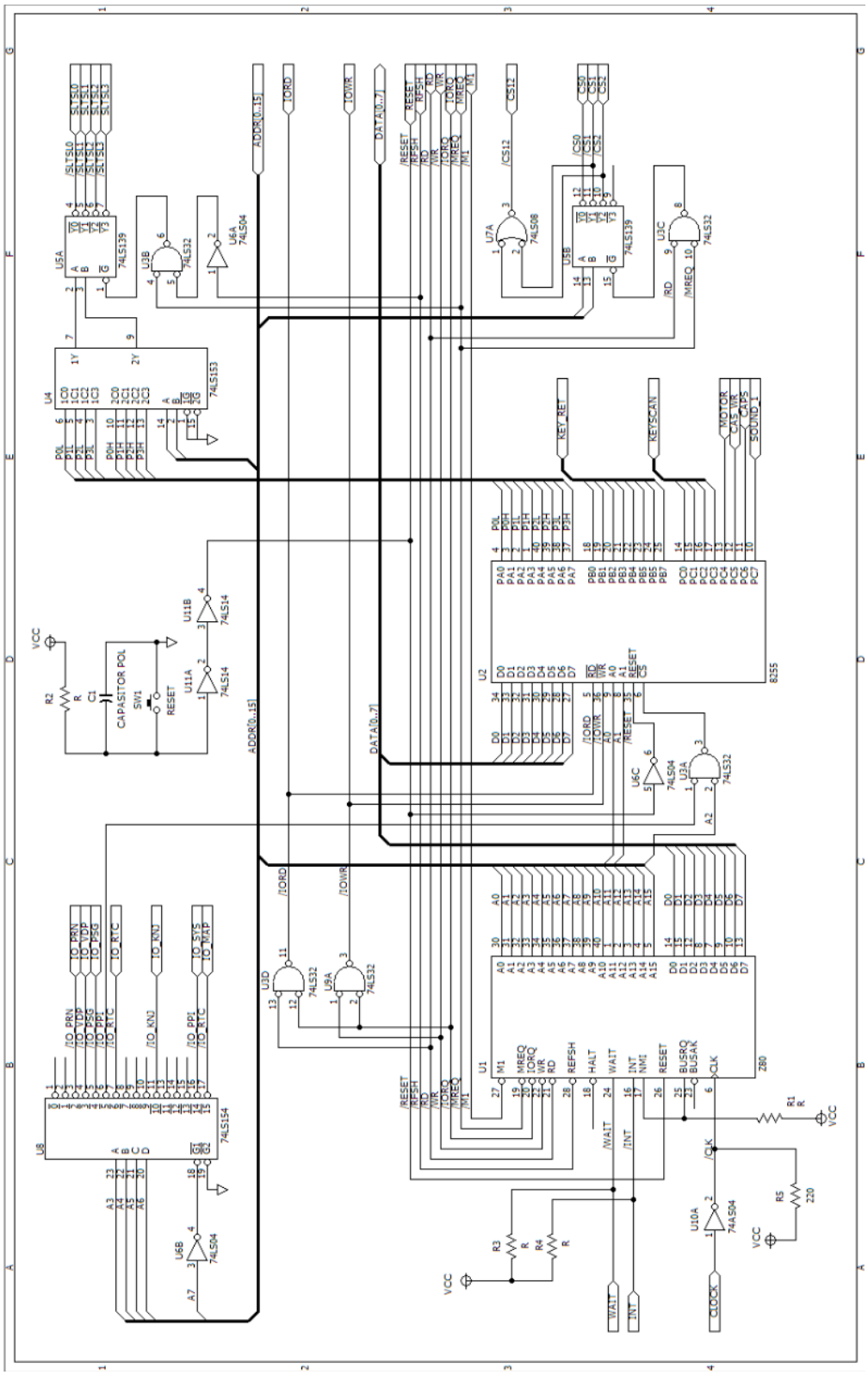
5 pin	+5V
9 pin	GND

7

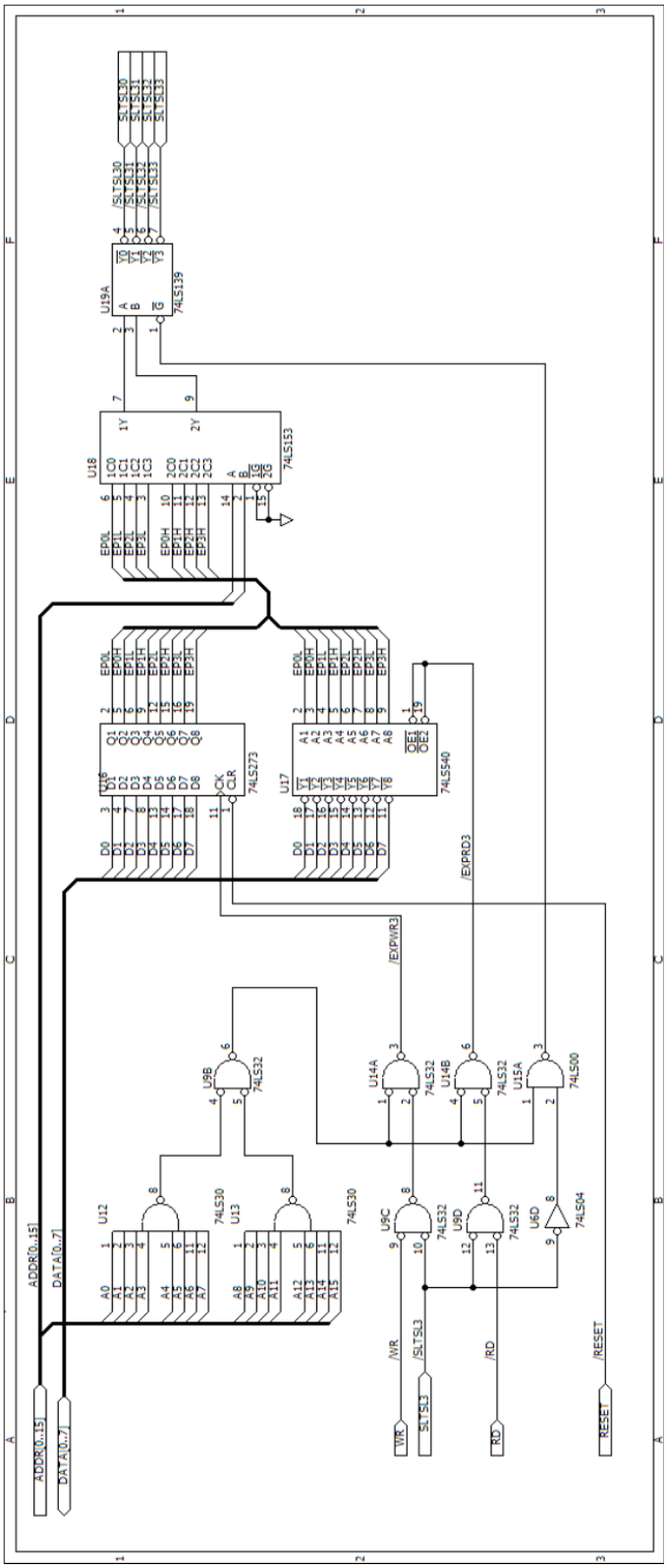
ПРИМЕРЫ СХЕМОТЕХНИКИ MSX2+

В этой главе рассмотрены примеры схемотехнических реализаций отдельных узлов компьютера архитектуры MSX2+. Используйте эти примеры для более чёткого понимания логики работы MSX2+. В существующих схемотехнических решениях MSX2+ применяются микросхемы средней степени интеграции, такие как заказные интегральные схемы (ASIC), масочные ПЛИС. Подобный подход позволяет заменить множество логических элементов одним или двумя корпусами специализированных микросхем. Приведённые в этой главе примеры схем для простоты понимания построены на простой логике и не используют специализированные микросхемы.

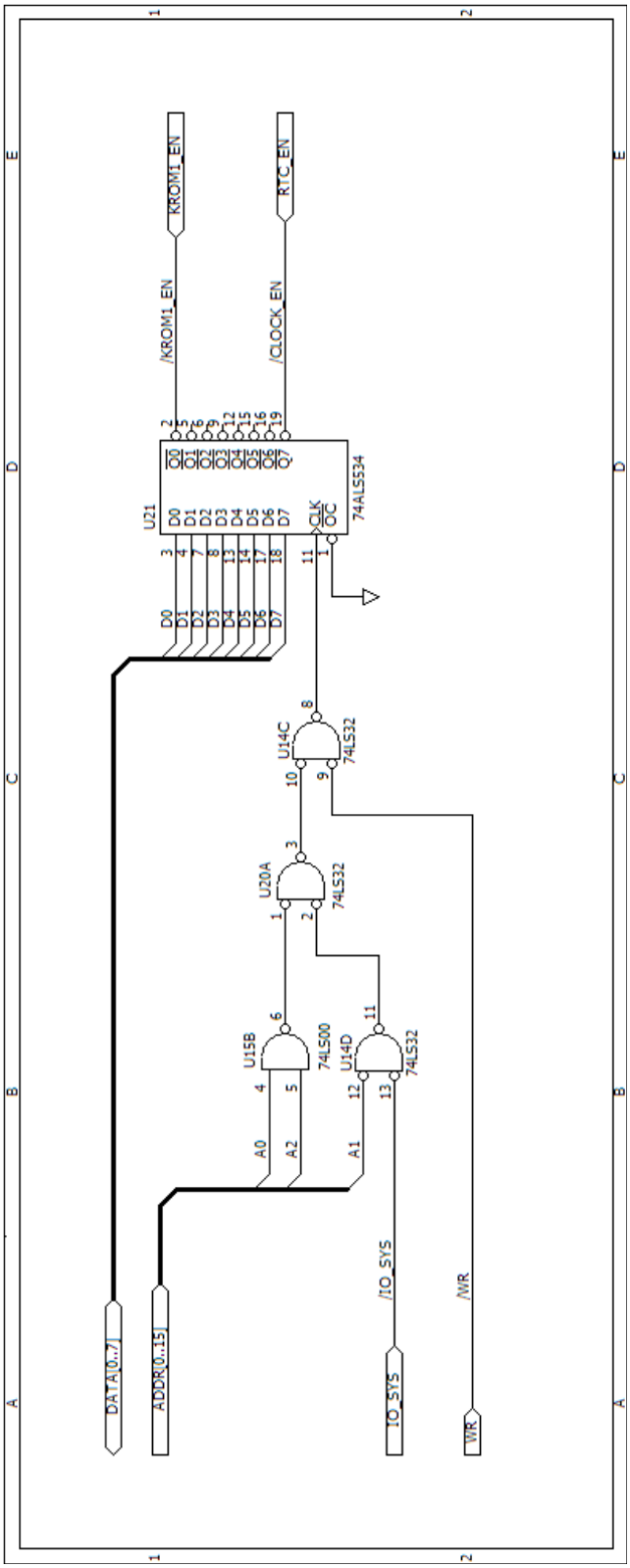
7.1 Процессор и сигнал выбора первичного слота



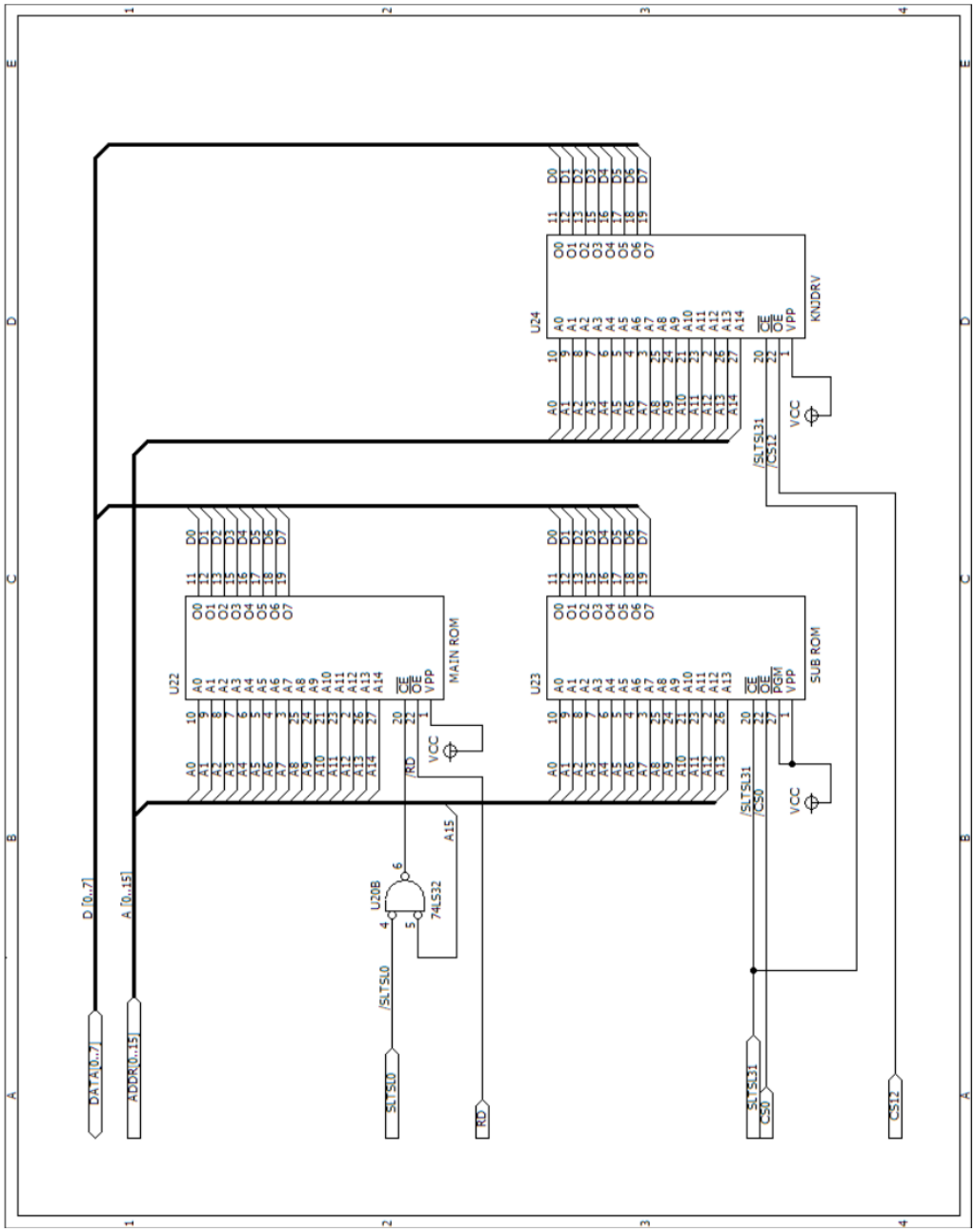
7.2 Формирование сигналов выбора слота расширения



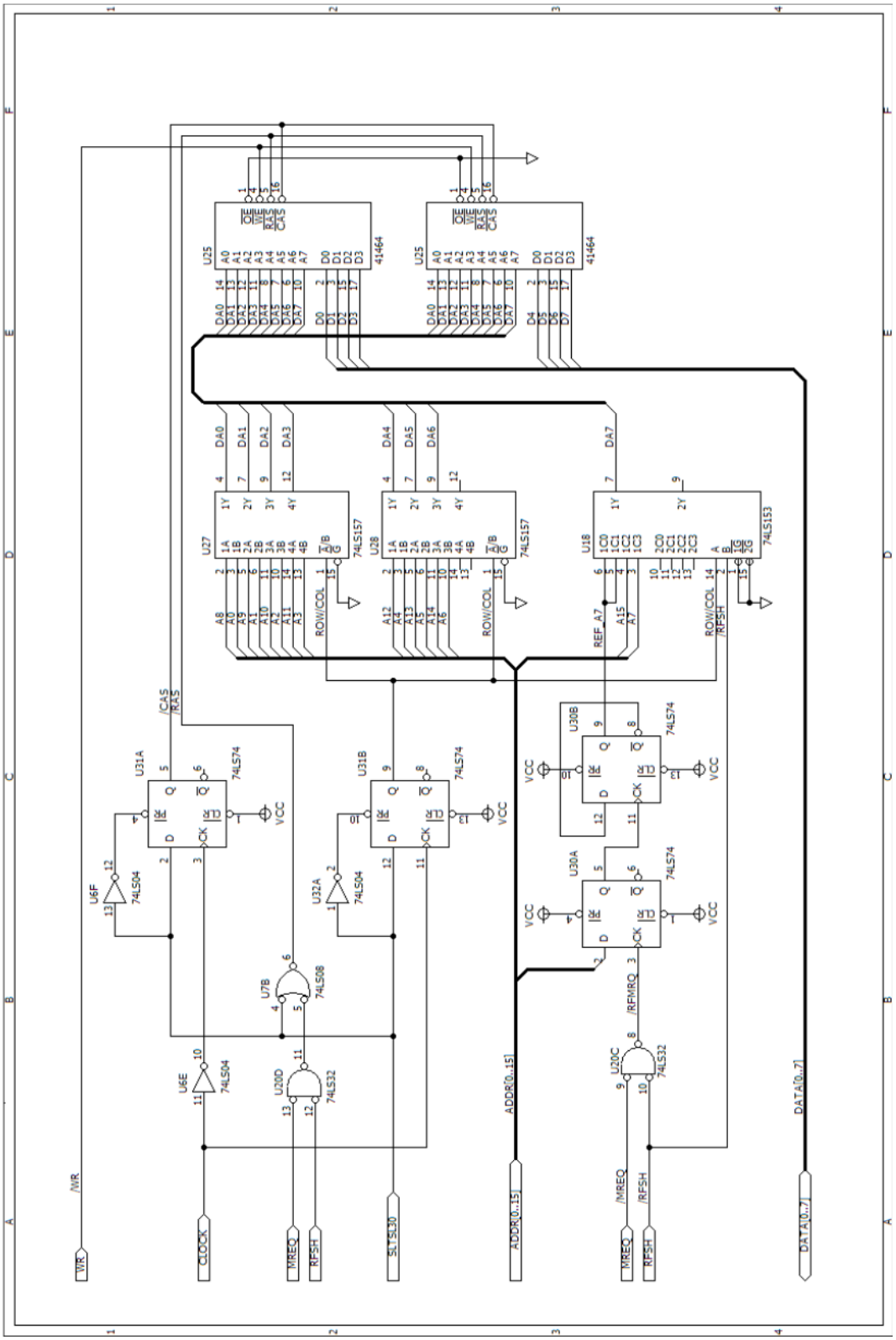
7.3 Системный порт



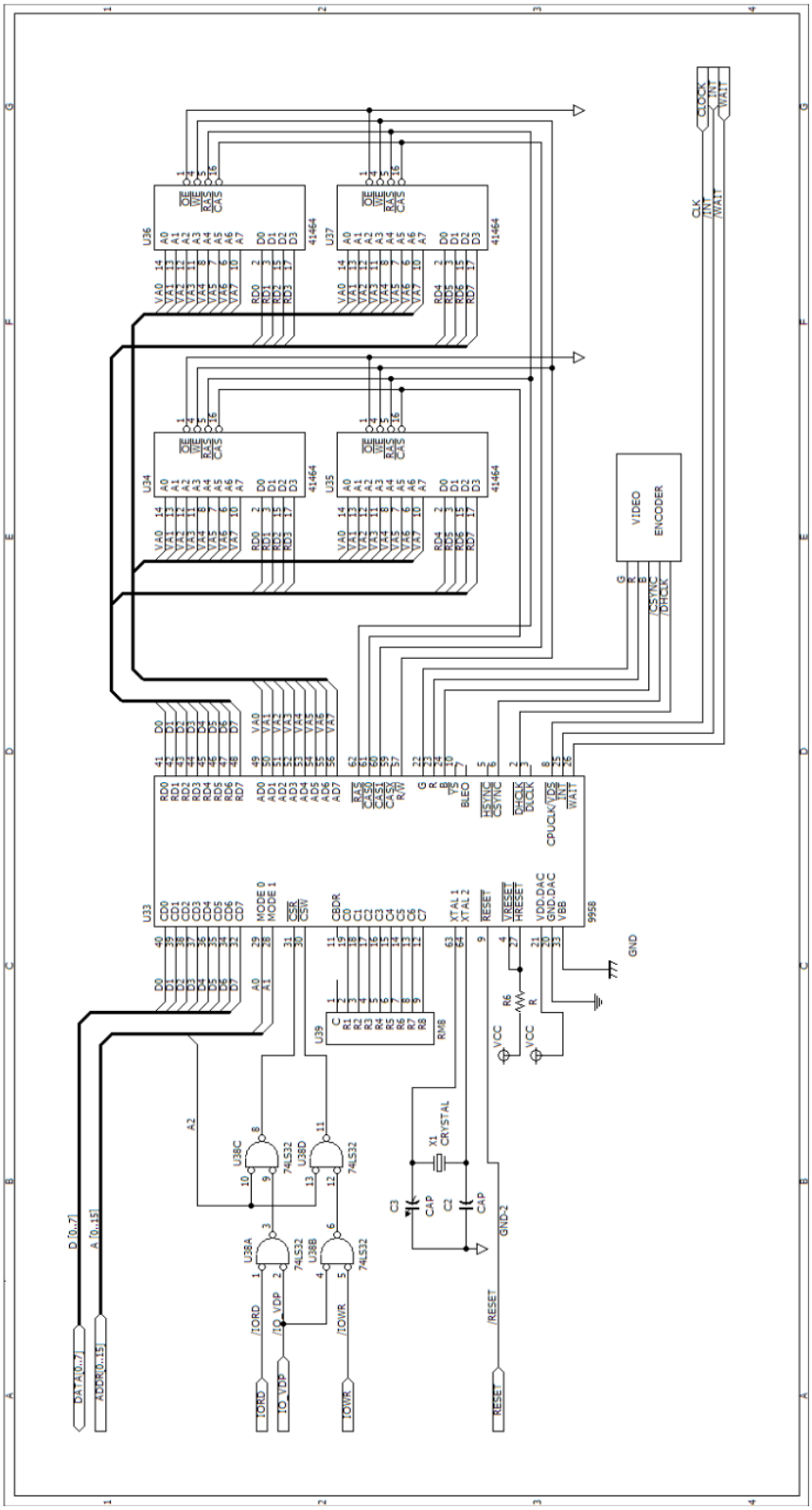
7.4 Системное ПЗУ



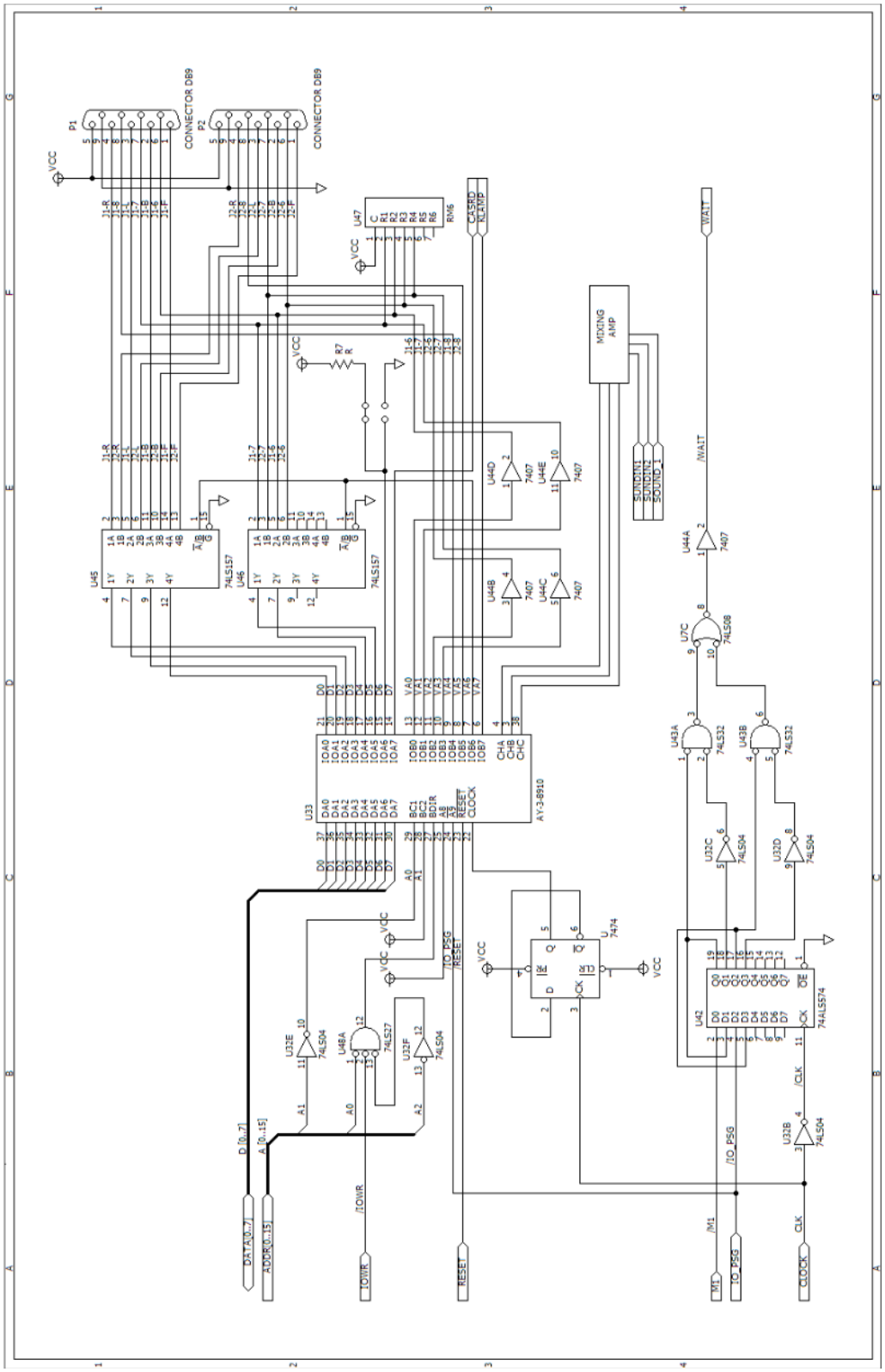
7.5 Основное ОЗУ



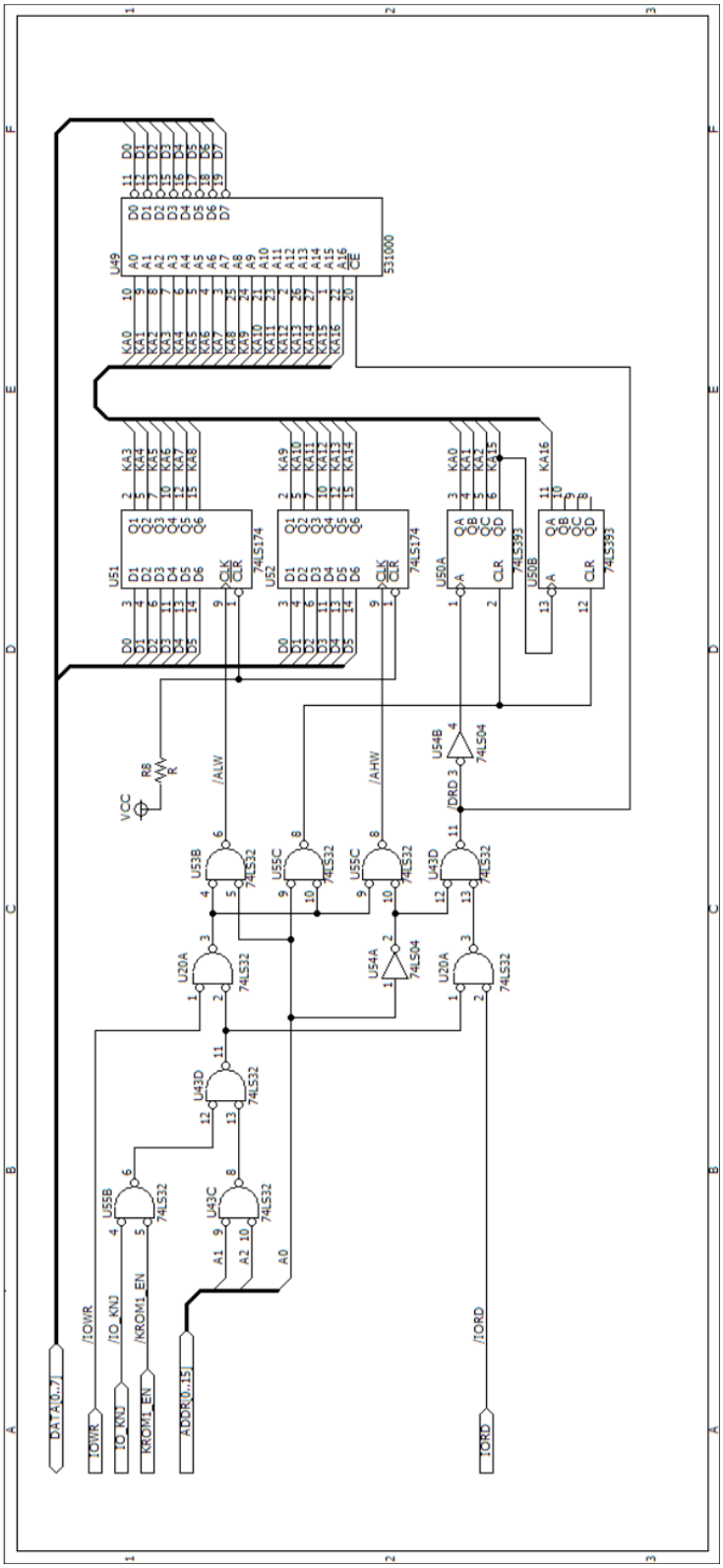
7.6 Видеопроцессор



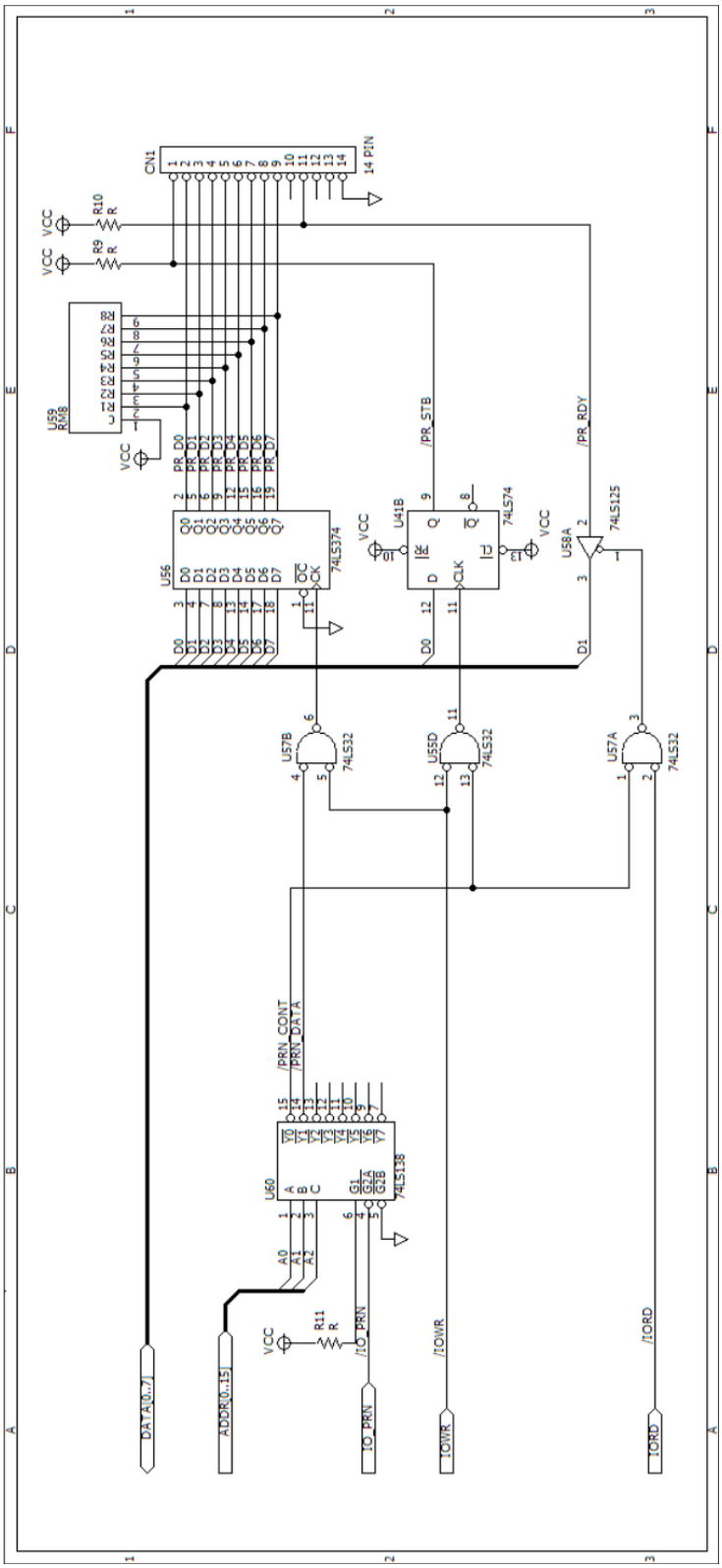
7.7 PSG и порт ввода-вывода



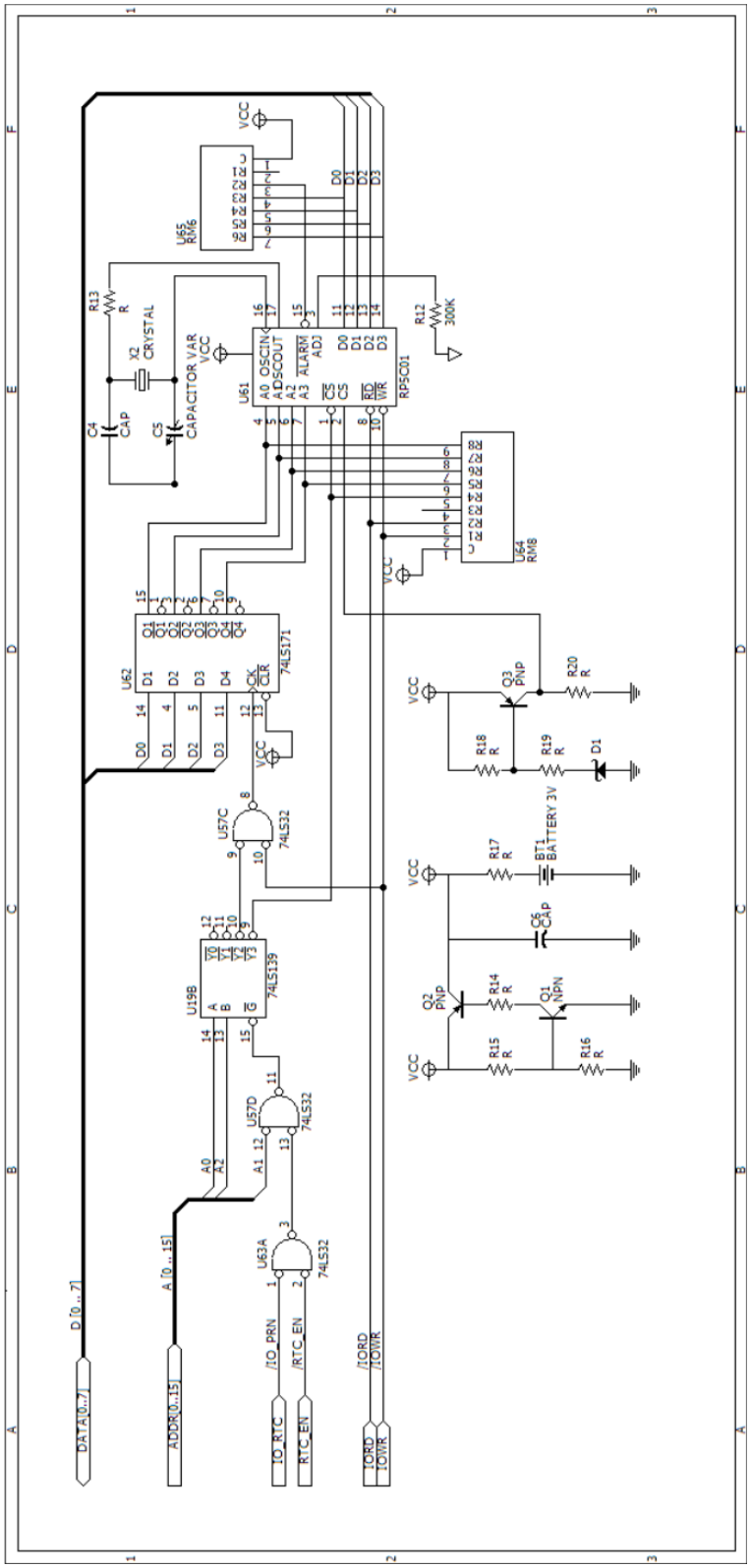
7.8 Кандзи ROM



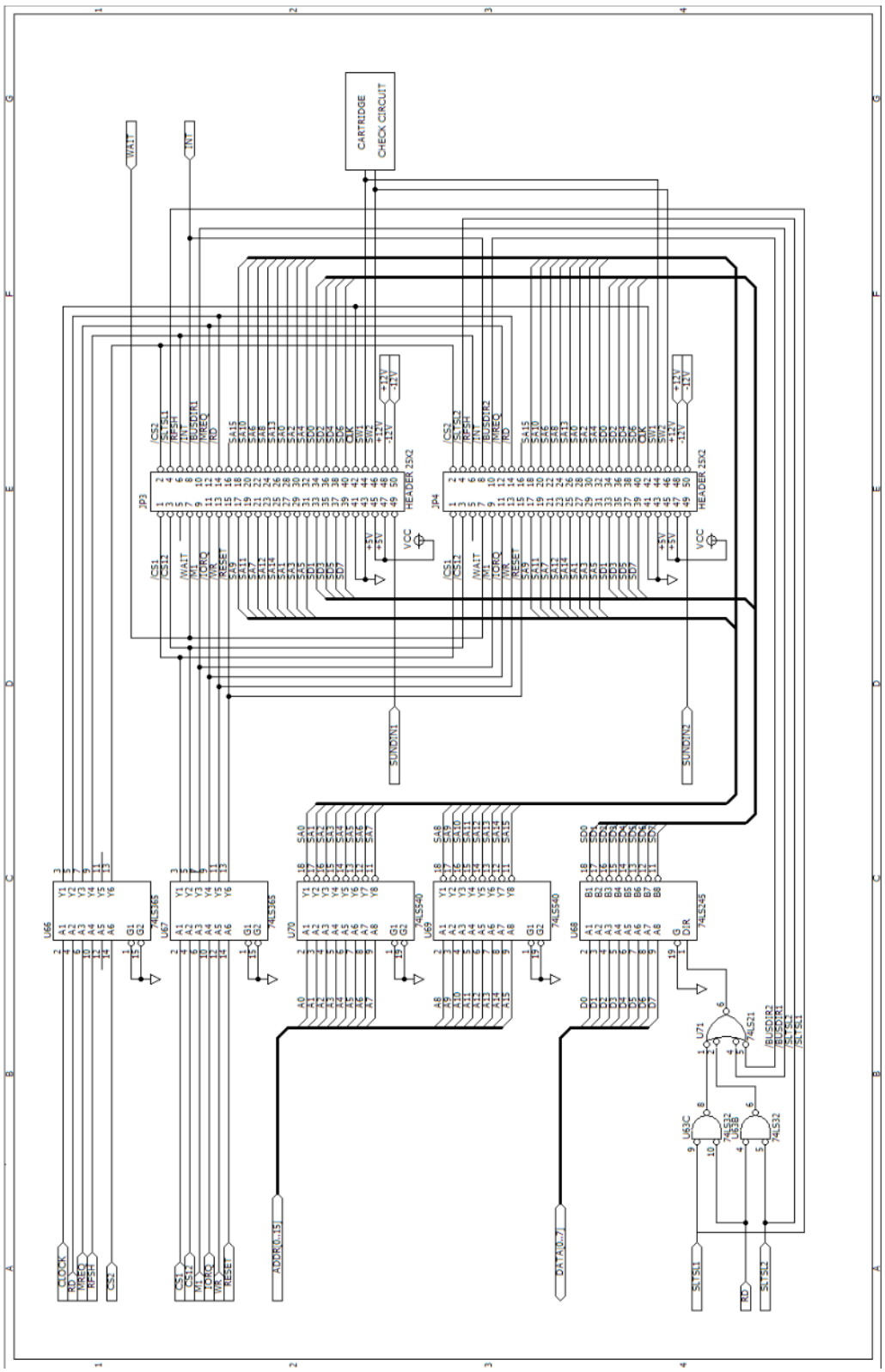
7.9 Интерфейс принтера



7.10 Часы реального времени



7.11 Слот картриджа



РАЗДЕЛ 2

СИСТЕМНОЕ ПО

MSX производит различные внутренние процессы инициализации после включения. Благодаря выполнению этих процессов становится возможным использование MSX-DOS и MSX BASIC. Эти процессы выполняются системным программным обеспечением.

Второй раздел посвящён описанию этого системного программного обеспечения.

1 ПРОЦЕСС ЗАГРУЗКИ

Для MSX2 и MSX2+ системное программное обеспечение разделено на MAIN ROM и SUB ROM. В случае системы с диском DISK ROM также включен в качестве системного программного обеспечения.

В этой главе описывается процедура инициализации, которую фактически выполняет это системное программное обеспечение.

1.1 Инициализация, выполняемая MAIN ROM

Инициализация MAIN ROM выполняется в следующей последовательности:

1. инициализация маппера памяти и интерфейса PPI;
2. определение расположения и размера ОЗУ;
3. инициализация рабочих областей;
4. поиск SUB ROM;
5. поиск ROM;
6. настройка экрана.

1.1.1 Инициализация маппера и PPI

Таблица 2.1. Начальные значения регистров маппера

Порт в/в	Значение
0FFh	00h
0FEh	01h
0FDh	02h
0FCh	03h
0ABh	82h
0A8h	00h

Порты от 0FCh до 0FFh — это регистры, управляющие подключением сегментов памяти маппера к страницам адресного пространства с нулевой по третью. Таким образом, после инициализации устанавливается такое соответствие:

Страница 3	Сегмент 0
Страница 2	Сегмент 1
Страница 1	Сегмент 2
Страница 0	Сегмент 3

Порт ввода/вывода 0ABh — это регистр установки режима работы PPI (i8255). Порт 0A8h используется для записи, 0A9h для чтения, и 0AAh для записи.

Порт 0A8h — это регистр для выбора первичного слота. После записи в него нуля MAIN ROM отображается на страницы 0 и 1 адресного пространства.

1.1.2 Определение RAM

Стандарт MSX не определяет номер слота, в котором должно быть установлено ОЗУ, поэтому необходимо этот слот найти. Поиск страниц с оперативной памятью выполняется в несколько шагов.

Проверка наличия ОЗУ на второй странице во всех слотах выполняется следующим образом.