



Руководство разработчика

v1.01

<https://github.com/andykarpov/karabas-pro>

© 2023-2026 Andy Karpov, Oleh Starychenko

Оглавление

Введение	4
Системные порты	5
Порт конфигурации #7FFD (#FD)	5
Порт конфигурации #DFFD	6
Системный порт #FE	7
Порт палитры #7E	8
Порт конфигурации #008B	9
Порт конфигурации #018B	10
Порт конфигурации #028B	11
Устройства хранения данных	12
SD карта	12
Порт данных SD-карты #57	12
Порт управления SD-карты #77	13
SPI-flash	14
Порт управления SPI-flash #C7	14
Порт младшего байта адреса страницы SPI-flash #87	15
Порт старшего байта адреса страницы SPI-flash #A7	16
Порт адреса байта в странице SPI-flash #67	17
Порт байта данных в странице SPI-flash #E7	18
Структура SPI-flash памяти	19
Байт конфигурации SPI-flash	20
Порты IDE HDD (CF)	21
Порты FDD	22
Системный регистр ВГ93 (RQ93)	23
Устройства ввода	24
Порт Kempston Joystick #1F	24
Порты Kempston Mouse	25
Порт кнопок мыши и оси Z (колесика) #FADF	25
Порт оси X мыши #FBDF	26
Порт оси Y мыши #FFDF	27
Порты Serial Mouse	28
Порт регистра команд / статуса RS232 #B3	28
Порт данных RS232 #93	29

Аппаратное прерывание RS232	30
Расширенная периферия	31
Часы реального времени + NVRAM	31
Порт AS RTC #FF (#BF)	31
Порт DS RTC #DF (#9F)	32
Порты ZX UNO	33
Порт регистра адреса ZX UNO #FC3B	33
Порт регистра данных ZX UNO #FD3B	34
Внутренний регистр данных UART #C6 (#C8 для UART2)	34
Внутренний регистр состояния UART #C7 (#C9 для UART2)	35
Звуковая подсистема	36
Порты Soundrive (Covox)	36
Порт Covox #FB	36
Порты Soundrive #0F, #1F, #3F, #4F, #5F	37
Порты TurboSound	38
Порт регистра адреса AY #FFFFD	38
Порт регистра данных AY #BFFD	39
Порт SAA1099 #FF	40

Введение

Компьютер Karabas-Pro, в целом, повторяет архитектуру железа Profi 5.06, а также имеет ряд специфических портов управления дополнительной периферией.

В зависимости от ревизии платы, Karabas-Pro имеет на борту 2 либо 6 МБ ОЗУ. На момент написания данного руководства, используется только 2МБ, причем первый мегабайт используется под ОЗУ, а во втором хранятся образы ПЗУ, которые при старте железки копируются в свободный мегабайт из [конфигурационного flash](#) и после старта платы доступны только для чтения.

Как и в компьютере Profi, в Karabas-Pro имеется стандартный спектрумовский видеорежим, так и режим расширенного экрана Profi, при этом включается альтернативный тактовый генератор. Оба видеорежима поддерживают [палитру](#) 3:3:3 (512 цветов) из 16 предустановленных цветов.

Периферия Karabas-Pro включает такие компоненты: [контроллер дисковода](#) на реальном чипе ВГ93, [Compact Flash](#) в режиме IDE, [SD-карта](#) по стандарту Z-контроллера, порт [kempston-джойстика](#) с поддержкой SEGA-геймпадов, [модуль ESP8266](#) для подключения к сети интернет, звуковые модули [Turbosound](#), [CovoX](#), [Sounddrive](#), [SAA1099](#), PS/2 мышь в виде [kempston-мыши](#), а также эмуляцию [COM-мыши](#) в упрощенном режиме последовательного порта. Имеется также доступ к встроенной конфигурационной [SPI-flash памяти](#) через параллельный интерфейс, [часам реального времени + NVRAM](#) (240 ячеек).

[Дополнительные порты](#), реализованные в проекте, поддерживают операционную систему PQ-DOS (которая пока находится в стадии активной разработки).

Данная документация содержит описание портов, реализованных в проекте. Руководство предназначено, в первую очередь, для разработчиков программного обеспечения, для этого по каждому порту описаны не только назначения каждого бита порта, но и правила дешифрации, а также доступность на чтение и запись.

Системные порты

Порт конфигурации #7FFD (#FD)

Порт #7FFD является стандартным портом конфигурации 128к машин (CMR0). При определенных условиях, порт также доступен по короткой адресации (#FD).

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и A(15:0)=7FFD

Короткая дешифрация (CSS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и A(15)=0 и A(1)=0

Условия записи в порт: CS и ~WR=0 и #7FFD(5)=0 и [#DFFD\(4\)=1](#)

Условия чтения порта: CS и ~RD=0 и A(15:0)=7FFD

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
SEGA0 SEGA1 SEGA2	■	■								●	Младшие биты адресов расширенной памяти (до 128к)	
	■	■								●		
	■	■						●				
POLEKR	■	■						●			Выбор положения раstra экрана Spectrum (DS80=0): 0 - seg 05; 1 - seg 07 Profi (DS80=1): 0 - экран точек SEG 04, атрибуты SEG38; 1 - экран точек SEG 06, атрибуты SEG 3A.	
ROM14	■	■				●					Переключение банка ПЗУ 0 – Spectrum 128 1 – Spectrum 48	
Запрет расширенной памяти (выше 128к)	■	■			●						Зашелку (1) можно снять только сбросом компа	
Управление памятью	■	■		●							Старшие биты адресов расширенной памяти (по стандарту pentagon-512)	
	■	■	●									

Порт конфигурации #DFFD

Порт #DFFD является стандартным портом конфигурации компьютера Profi (CMR1).

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и A(15:0)=DFFD

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Условия чтения порта: CS и ~RD=0

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
Управление памятью	■	■								●	Старшие биты адресов расширенной памяти (по стандарту profi-1024)	
	■	■							●			
	■	■					●					
SCO	■	■					●				Выбор положения окна проецирования сегментов: 0 - окно номер 1 (#C000-#FFFF) 1 - окно номер 2 (#4000-#7FFF)	
NOROM	■	■				●					Отключение блокировки порта #7FFD и включение ПЗУ, помещая на его место ОЗУ из SEG 00	
CPM	■	■			●						1 - блокирует работу контроллера из ПЗУ TR-DOS и включает порты на доступ из ОЗУ (при ROM14 =0); При ROM14 =1 - мод. доступ к расширенной периферии	
SCR	■	■		●							1 - проецирует дополнительный экран (сегмент 06) в карту памяти процессора на место сегмента 02, при этом бит D3 #7FFD должен быть равен "1"	
DS80	■	■	●								1 - включает видеорежим расширенного экрана (с переключением тактового генератора) 0 = SEG 05 spectrum bitmap, 1 = profi bitmap SEG 06 & SEG 3a & SEG 04 & SEG 38	

Системный порт #FE

Порт #FE является стандартным встроенным портом ZX Spectrum, который отвечает за ввод с клавиатуры и магнитофона, а при чтении содержит байт бордюра и звук с магнитофонным выходом.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(0)=0

Условия записи в порт: CS по фронту ~WR

Условия чтения порта: CS и ~RD=0

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
BORDER		■								●	Цвет бордюра	
		■							●			
		■					●					
TAPEOUT		■				●					Магнитофонный выход	
SPEAKER		■			●						Бипер	
BX0		■	●								Младший бит синего компонента палитры 3:3:3	
KB(5:0)	■									●	Данные от выбранного полуряда клавиатуры + 5й бит расширенной клавиатуры profi	
	■								●			
	■						●					
	■					●						
	■				●							
	■			●								
TAPEIN	■			●							Сигнал с магнитофона	
PAL_DETECT	■		●								Сигнал нужен для определения софтом, реализована ли палитра в железе, а также типа палитры 3:3:2 (256 цветов) или 3:3:3 (512 цветов).	

Бит PAL_DETECT имеет логику [GX0](#) XOR [BX0](#) - записывая значения в GX0 и BX0, и сравнивая с ожидаемым результатом в тесте палитры, можно определить как наличие самой палитры, так и её тип (3:3:2 или 3:3:3).

Порт палитры #7E

Порт #7E служит для установки значения цвета ячейки палитры с адресом [BORDER\(3:0\)](#). Само значение, записываемое в палитру определяется инверсным текущим значением ША по адресу A(15:8) + [#FE\(7\)](#).

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(0)=0 и A(7)=0

Условия записи в порт: CS по фронту ~WR и [DS80](#)=1

Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание
GX2		■	•								Биты 2:0 зеленого цвета палитры
GX1		■		•							
GX0		■			•						
RX2		■				•					Биты 2:0 красного цвета палитры
RX1		■					•				
RX0		■						•			
BX2		■							•		Биты 2:1 синего цвета палитры
BX1		■								•	

Палитра 3:3:3 имеет 16 ячеек, в каждой из которых может быть установлен один из 512 цветов.

9-й бит палитры 3:3:3 (младший бит синего компонента) берется из порта [#FE](#) (бит 7).

При чтении из палитры, видеоконтроллер использует адрес ячейки палитры, который составляется из компонентов IGRB.

При сбросе компьютера палитра автоматически устанавливается (на уровне железа) в дефолтные цвета спектрумовской палитры.

Порт конфигурации #008В

Порт конфигурации #008В является дополнительным расширенным портом конфигурации. Используется в системе PQ-DOS.

Дешифрация (CS): A(15:0)=#008В и ~IORQ=0 и ~M1=1 и (([CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1) или (DOS=1 и [ROM14](#)=0))

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
ROM0	■	■								•	ROM64Kb PAGE bit 0 Change
ROM1	■	■							•		ROM64Kb PAGE bit 1 Change
ROM2	■	■					•				ROM64Kb PAGE bit 2 Change
ROM3	■	■				•					ROM64Kb PAGE bit 3 Change
ROM4	■	■			•						ROM64Kb PAGE bit 4 Change
ROM5	■	■		•							ROM64Kb PAGE bit 5 Change
ONROM	■	■	•								Принудительная активация сигнала DOS
UNLOCK_128	■	■	•								Разблокировка ПЗУ 128 для DOS

Порт конфигурации #018В

Порт конфигурации #018В является дополнительным расширенным портом конфигурации. Используется в системе PQ-DOS.

Дешифрация (CS): A(15:0)=#018В и ~IORQ=0 и ~M1=1 и (([CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1) или (DOS=1 и [ROM14](#)=0))

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
RAM0	■	■								●	RAM PAGE bit 0
RAM1	■	■							●		RAM PAGE bit 1
RAM2	■	■						●			RAM PAGE bit 2
RAM3	■	■					●				RAM PAGE bit 3
RAM4	■	■				●					RAM PAGE bit 4
RAM5	■	■			●						RAM PAGE bit 5
RAM6	■	■		●							RAM PAGE bit 6
RAM7	■	■	●								RAM PAGE bit 7

Порт конфигурации #028В

Порт конфигурации #028В является дополнительным расширенным портом конфигурации. Используется для форсированных включений и выключений аппаратных переключателей режимов системы.

Дешифрация (CS): A(15:0)=#028В и ~IORQ=0 и ~M1=1 и (([CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1) или (DOS=1 и [ROM14](#)=0))

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
HDD_OFF	■	■								●	Отключение HDD
HDD_TYPE	■	■							●		Режим HDD Profi / Nemo
TURBOFDC_OFF	■	■						●			Отключение Turbo FDC
FDC_SWAP	■	■					●				Меняет местами буквы дисководов
SOUND_OFF	■	■				●					Отключение звука
TURBO_MODE	■	■			●						Турбо режим
	■	■	●								
LOCK_DFFD	■	■	●								Блокировка порта DFFD

Устройства хранения данных

SD карта

Доступ к SD карте осуществляется по стандарту Z-controller через порты [#57](#), [#77](#). Однако, так как SD карта сидит на одной шине SPI вместе с конфигурационной SPI флешкой, есть дополнительное условие доступа к этим портам — бит 3 порта [#C7](#) должен быть 0.

Порт данных SD-карты #57

Порт #57 служит для обмена данными с SD картой.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и A(7:0)=#57

Условия записи в порт: CS и #C7(3)=0

		Биты данных									
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание
SD_DATA	■	■								●	Запись: отсылка байта в SD-карту по SPI, одновременно принятый байт можно в дальнейшем считать из этого же порта.
	■	■							●		
	■	■						●			
	■	■					●				
	■	■				●					
	■	■			●						
	■	■	●								
	■	■	●								

Порт управления SD-карты #77

Порт #77 служит для чтения и записи статусов при обмене данными с SD картой.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и A(7:0)=77

Условия записи в порт: CS и [#C7\(3\)=0](#)

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
SD_DETECT	■									0	0=SD-карта установлена	
SD_RO	■								0	0=SD-карта в режиме RW		
SD_POWER		■								•	0 – питание выключено, 1 – вкл.	
SD_CS		■							•		Управление сигналом CS карты	

SPI-flash

Доступ к SPI-flash осуществляется с помощью серии портов: [#C7](#), [#87](#), [#A7](#), [#E7](#), [#67](#). Так как устройство SPI-flash является последовательным, для эмуляции параллельного режима работы с ней пришлось изобретать велосипед с пачкой портов для задания адресов страницы, байта в странице, байта с данными, а также конфигурационного порта для управления разными режимами работы и чтением статусов выполнения асинхронных операций от флешки.

Порт управления SPI-flash #C7

Порт #C7 служит для управления чтением, записью и стиранием SPI флеш по псевдо-параллельному интерфейсу.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(7:0)=#C7 и [CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1 и [DS80](#)=1

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
FLASH_BUSY	■									●	1 – устройство занято, 0 – свободно	
FLASH_READY	■								●		1 – данные готовы, 0 – не готовы	
IS_FLASH_NOT_SD	■						●				1 – flash, 0 – sd	
FW_UPDATE_MODE	■					●					1- разрешены операции с чипом	
FLASH_RD		■							●		1 – инициирование цикла чтения	
FLASH_WR		■							●		1 – инициирование цикла записи	
IS_FLASH_NOT_SD		■					●				1 – режим flash, 0 – режим sd	
FW_UPDATE_MODE		■				●					1- разрешены операции с чипом	
FLASH_ER		■			●						1 – инициирование цикла очистки блока размером 64к	

Порт младшего байта адреса страницы SPI-flash #87

Порт #87 служит для задания младшего байта адреса страницы для операций чтения-записи-стирания SPI-flash.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(7:0)=#87 и [CPM=1](#) и [ROM14=1](#) и [DS80=1](#) и [#C7\(5\)=1](#)

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
FLASH_PAGE_LO W		■								●	Младший байт адреса выбора страницы SPI-flash	
		■								●		
		■						●				
		■					●					
		■			●							
		■		●								
		■	●									
	■	●										

Порт старшего байта адреса страницы SPI-flash #A7

Порт #A7 служит для задания старшего байта адреса страницы для операций чтения-записи-стирания SPI-flash.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(7:0)=#A7 и [CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1 и [DS80](#)=1 и [#C7\(5\)](#)=1

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
FLASH_PAGE_HI GH		■								●	Старший байт адреса выбора страницы SPI-flash
		■							●		
		■					●				
		■				●					
		■			●						
		■		●							
		■	●								
		■	●								

Порт адреса байта в странице SPI-flash #67

Порт #67 служит для задания адреса байта в установленной странице для операций чтения-записи-стирания SPI-flash.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(7:0)=#67 и [CPM=1](#) и [ROM14=1](#) и [DS80=1](#) и [#C7\(5\)=1](#)

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
FLASH_ADDR		■								●	Адреса байта в странице SPI-flash
		■								●	
		■						●			
		■					●				
		■			●						
		■		●							
		■	●								
	■	●									

Порт байта данных в странице SPI-flash #E7

Порт #E7 служит для чтения-записи байта данных в установленной странице SPI-flash.

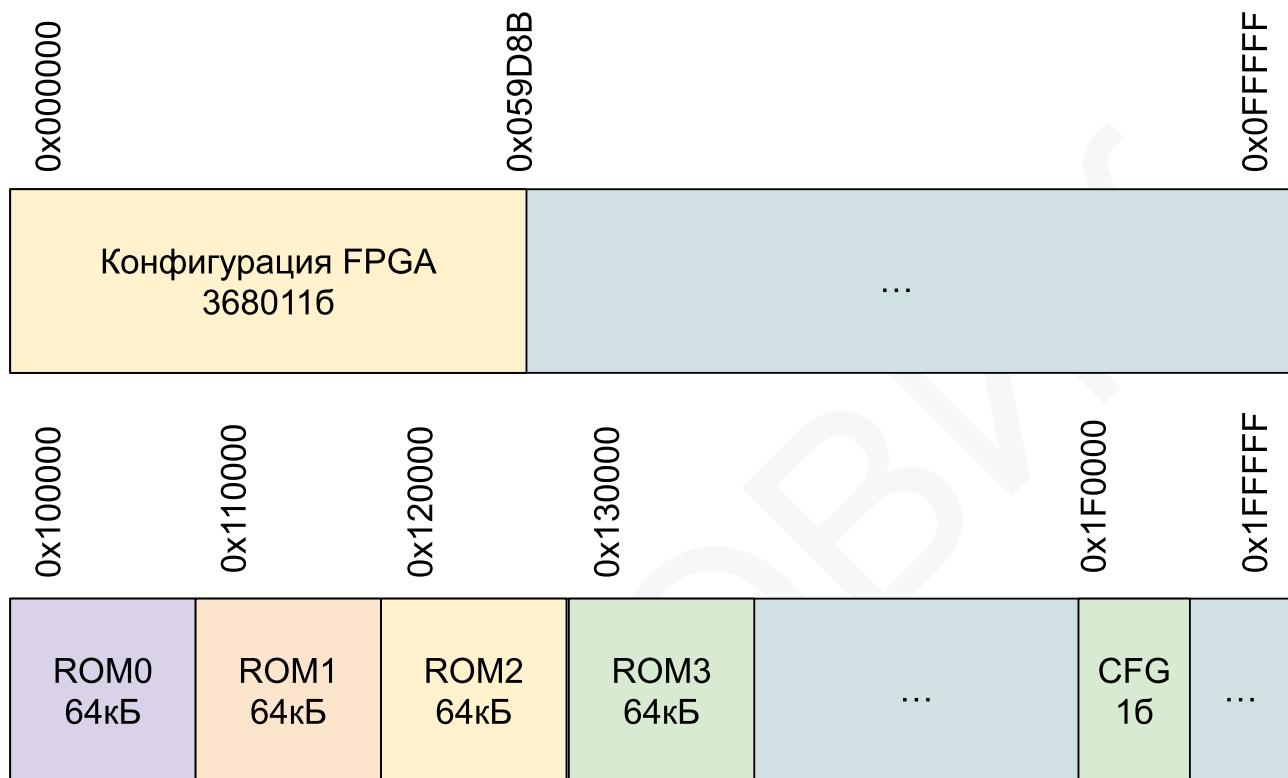
Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(7:0)=#E7 и [CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1 и [DS80](#)=1 и [#C7\(5\)](#)=1

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
FLASH_DATA	■	■								●	Байт данных в странице SPI-flash
	■	■							●		
	■	■						●			
	■	■					●				
	■	■				●					
	■	■		●							
	■	■	●								
	■	■	●								

Структура SPI-flash памяти



Конфигурационный битстрим начинается с адреса 0x000000 и имеет длину 368011 байт для Altera Cyclone IV EP4CE6, EP4CE10, а также для Altera Cyclone III EP3C5, EP3C10.

Образы 4-х банков ПЗУ, которые копируются в ОЗУ при старте платы, начинаются с адреса 0x100000. Каждый ромбанк имеет длину 64кБ.

По адресу 0x1F0000 находится байт конфигурации, в котором содержится информация о ревизии платы, тип установленного на плате ЦАП и дополнительные фичи платы. Байт конфигурации доступен внутри дизайна для внутренних нужд и никак не проецируется наружу в виде отдельных портов для чтения. Байт конфигурации прошивается в SPI-flash на этапе сборки платы и далее не меняется.

Байт конфигурации SPI-flash

		Биты данных									
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание
DAC TYPE	■									●	Тип ЦАП на плате: 0 - TDA1543 1 - TDA1543A
	■								0		зарезервировано
TAPE IN	■						●				Наличие магнитофонного входа на плате: 0 - нет входа 1 - имеется вход
	■						0				зарезервировано
BOARD TYPE	■				●						Тип платы: 0 - ревизия Е, Ё 1 - ревизия І (только для 6МБ версии)
RAM TYPE	■			●							Количество ОЗУ: 0 - 2МБ 1 - 6МБ
	■		0								зарезервировано
	■	0									зарезервировано

Пример версий плат на основании данных в битах 5-2:

- 0000: ревизия А,В,С,Д
- 0001: ревизия DS
- 1001: ревизия Е (Ё)
- 1101: ревизия І

Валидные значения байта конфигурации для текущей линейки плат:

- 0x00 - ревизия А с TDA1543
- 0x01 - ревизия А с TDA1543A
- 0x04 - ревизия DS с TDA1543
- 0x05 - ревизия DS с TDA1543A
- 0x24 - ревизия Е с TDA1543
- 0x25 - ревизия Е с TDA1543A
- 0x34 - ревизия І с TDA1543
- 0x35 - ревизия І с TDA1543A

Порты IDE HDD (CF)

Порты для доступа к CF-карте реализованы по стандарту Профи через серию портов **#xxEB**, **#xxCB**, **#xxAB**. XX в данном случае — определяется состоянием старшего байта ША (значимыми являются адресные линии A(10:8), которые напрямую подключены к CF-карте на ее адресные линии выбора регистра A(2:0)).

Дешифрация (CS): A(7:0) и ~IORQ=0 и (([CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1) или (DOS=1 и [ROM14](#)=0))

Порт	R	W	Назначение
#06AB		■	Системный регистр управления IDE
#01CB	■		Регистр ошибок
#02CB	■		Регистр счетчика секторов
#03CB	■		Регистр номера сектора
#04CB	■		Регистр младшего байта номера цилиндра
#05CB	■		Регистр старшего байта номера цилиндра
#06CB	■		Регистр номера головы
#07CB	■		Регистр состояния
#01EB		■	Регистр свойств
#02EB		■	Регистр счетчика секторов
#03EB		■	Регистр номера сектора
#04EB		■	Регистр младшего байта номера цилиндра
#05EB		■	Регистр старшего байта номера цилиндра
#06EB		■	Регистр номера головы
#07EB		■	Регистр команд
#00CB	■		Регистр данных младший байт
#00EB		■	Регистр данных младший байт

Порты FDD

Порты FDD доступны как в короткой адресации, так и в длинной. Так называемый стандартный и расширенный режимы периферии. Режимы выбираются комбинацией битов ROM14 (7FFD(4)) и CPM (DFFD(5)). Значения стандартных портов, при ROM14=0 & CPM=0, описываются без скобок. Значения расширенных портов, при ROM14=1 & CPM=1 и ROM14=0 & CPM=1 соответственно, описываются в скобках.

Порт	R	W	Назначение
#1F (#83) (#1F)	■	■	Регистр команд/состояния ВГ93
#3F (#A3) (#3F)	■	■	Регистр дорожки ВГ93
#5F (#C3) (#5F)	■	■	Регистр сектора ВГ93
#7F (#E3) (#7F)	■	■	Регистр данных ВГ93
#FF (#3F) (#BF)	■	■	Системный регистр ВГ93 (RQ93)

Системный регистр ВГ93 (RQ93)

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
DRQ	■			●							Состояние сигнала DRQ от ВГ93
INTRQ	■		●								Состояние сигнала INTRQ от ВГ93
DRIVE (0)		■							●		Выбор дисковода bit 0
DRIVE (1)		■						●			Выбор дисковода bit 1
RESET	■						●				0 - сброс ВГ93
HRDY		■					●				1 – HRDY 0 - эмуляция сигнала IP
SIDE		■				●					Выбор стороны дисковода 0 - 1 сторона 1 - 0 сторона
~DDEN		■			●						0-двойная плотность записи (MFM) 1 - одинарная плотность записи (FM)

Устройства ввода

Порт Kempston Joystick #1F

Порт Kempston Joystick обслуживает как стандартный 5-кнопочный механический манипулятор типа Atari, так и SEGA Joypad (при этом задействованы все 8 бит порта).

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и A(7:0)=#1F и [CPM](#)=0 и DOS=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
JOY_RIGHT	■									●	Кнопка вправо
JOY_LEFT	■							●			Кнопка влево
JOY_DOWN	■						●				Кнопка вверх
JOY_UP	■					●					Кнопка вниз
JOY_FIRE	■				●						Кнопка огонь
JOY_FIRE2	■			●							Дополнительный огонь SEGA
JOY_A	■		●								Кнопка A SEGA
JOY_B	■	●									Кнопка B SEGA

Порты Kempston Mouse

Порты Kempston Mouse предназначены для поддержки манипуляторов типа «мышь». Порты представлены набором 3х портов #FADF, FBDF, #FFDF. Опросом PS/2 мыши занимается контроллер Atmega328, по внутренней шине AVR-FPGA приходят значения координат X,Y, Z и состояния кнопок.

Порт кнопок мыши и оси Z (колесика) #FADF

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(15:0)=#FADF и [CPM](#)=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
MOUSE_BTN_R	■									●	Правая кнопка мыши
MOUSE_BTN_L	■								●		Левая кнопка мыши
MOUSE_BTN_M	■							●			Средняя кнопка мыши
	■						1				Четвертная кнопка мыши
MOUSE_Z	■				●						Ось Z (колесико)
	■			●							
	■		●								
	■	●									

Порт оси X мыши #FBDFДешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(15:0)=#FBDF и [CPM](#)=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
MOUSE_X	■									●	Байт данных с координатами по оси X мыши
	■								●		
	■						●				
	■				●						
	■			●							
	■		●								
	■	●									
	■										

Порт оси Y мыши #FFDFДешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(15:0)=#FFDF и [CPM](#)=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
MOUSE_Y	■									●	Байт данных с координатами по оси Y мыши
	■								●		
	■						●				
	■				●						
	■			●							
	■		●								
	■	●									
	■		●								

Порты Serial Mouse

RS232 мышь эмулируется в упрощенном режиме - эмулируется часть последовательного интерфейса (микросхемы K580BB51) — порт регистра команд (запись) и порт регистра статуса (чтение) #B3 и порт данных #93. Также для правильной работы последовательной мыши используется аппаратное прерывание.

Порт регистра команд / статуса RS232 #B3

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(7:0)=#B3 и (([CPM](#)=0 и [ROM14](#)=1) или (DOS=1 и [ROM14](#)=0))

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
TX_EN		■								●	1 – разрешение передачи
DTR		■							●		1 – готовность передачи
RX_E		■					●				1 – разрешение приема
SBRK		■					●				1 – конец передачи (SBRK), 0 – нормальная работа передачи
ER		■				●					1 – установка статуса ошибок в исходное состояние
RTS		■			●						1 – передача разрешена
IR		■		●							1 – сброс в исходное состояние
EH		■	●								1 – режим поиска синхро символов
TX_RDY	■							●			1 – готовность передатчика
RX_RDY	■							●			1 – готовность приемника
TX_E	■						●				1 – конец передачи
PE	■					●					1 – ошибка четности
OE	■				●						1 – переполнение буфера
FE	■				●						1 – ошибка стоп-бита
SYNDET	■			●							1 – синхросимвол найден
DSR	■		●								1 – готовность терминала

Порт данных RS232 #93

В порт данных RS232 попадают данные в формате мыши Microsoft Mouse в виде последовательности из 3х байт. Координаты по оси X и Y являются знаковыми, от -128 до +127. Первый байт в последовательности маркируется 6-м битом. 7-й бит не используется. Идентификатор мыши не шлется.

В режиме записи впорт есть возможность установить флаг включения аппаратного прерывания.

	Биты данных							
#	7	6	5	4	3	2	1	0
1	x	1	L	R	Y7	Y6	X7	X6
2	x	0	X5	X4	X3	X2	X1	X0
3	x	0	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Y0

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(7:0)=#93 и (([CPM](#)=0 и [ROM14](#)=1) или (DOS=1 и [ROM14](#)=0))

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

			Биты данных								Описание
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
MS_DATA	■									●	Байт данных от мыши
	■								●		
	■						●				
	■					●					
	■				●						
	■			●							
	■		●								
		■								●	
INT_EN										●	1 - Включение аппаратного прерывания RS232

Аппаратное прерывание RS232

В компьютере Karabas-Pro, так же как и в PROFI 2+, в связи с добавлением новой аппаратуры, система прерываний была расширена. В режиме IM0, IM2 программист должен учитывать следующие особенности:

кроме прерывания от кадровой синхронизации (50 Герц) должна осуществляться обработка прерываний от коммуникационного порта (RST20H - прием, RST28H - передача) и от аппаратных часов (RST30H), в системе обработка этих прерываний осуществляется драйверами коммуникационного порта и аппаратных часов;

Соответственно, если включен (=1) бит 0 порта [#93](#), то при наступлении следующих событий:

- RX_RDY=1 и RX_EN=1
- TX_RDY=1 и TX_E=0 и TX_EN=1

Формируются RST20H (11100111) или RST28H (11101111) в цикле подтверждения прерывания.

Расширенная периферия

Часы реального времени + NVRAM

На реальном железе часы реального времени реализованы на микросхеме mc146818, которая имеет параллельный интерфейс. В компьютере karabas-pro используется эмуляция данной микросхемы через связку чипа DS1307 по i2c шине с AVR, а далее через связку AVR-FPGA. Некоторые моменты упрощены или отсутствуют, некоторые наоборот, расширены. Например, вместо 56 байт NVRAM доступно 240 байт.

Параллельный безвейтовый доступ осуществляется через 2 порта — порт адресного регистра (AS) и порт регистра данных (DS). AS доступен по портам [#FF](#) и [#BF](#), а DS доступен по портам [#DF](#), [#9F](#). Порты доступны только в режиме расширенной периферии profi.

Порт AS RTC #FF (#BF)

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и (A(7:0)=#FF или A(7:0)=#BF) и (([CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1) или ([DOS](#)=1 и [ROM14](#)=0))

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

		Биты данных										Описание
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0		
RTC_AS	■									●		Регистр адреса микросхемы RTC
	■								●			
	■						●					
	■					●						
	■				●							
	■			●								
	■		●									
	■	●										

Порт DS RTC #DF (#9F)

Порт DS доступен как на чтение, так и на запись.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и (A(7:0)=#DF или A(7:0)=#9F) и (([CPM](#)=1 и [ROM14](#)=1) или (DOS=1 и [ROM14](#)=0))

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
RTC_DS	■	■									• Регистр данных микросхемы RTC
	■	■							•		
	■	■						•			
	■	■					•				
	■	■				•					
	■	■			•						
	■	■	•								
	■	■	•								

Порты ZX UNO

Для реализации UART по стандарту ZX UNO для доступа к набортному модулю ESP8266 на скорости 115200 реализованы такие порты ZX UNO: [#FC3B](#) — регистр адреса, [#FD3B](#) — регистр данных. Дальнейшее общение с UART происходит через внутренние регистры порта #FC3B.

Порт регистра адреса ZX UNO #FC3B

Регистр адреса #FC3B служит для установки и чтения адреса одного из 256 внутренних регистров. Для UART реализованы только 2 таких регистра: [#C6](#) — регистр данных UART, [#C7](#) — регистр статистики UART. В платах, на которых установлен более емкий чип Altera EP4CE10, например, доступен второй UART, который выведен на гребенку. Доступ к UART2 осуществляется через внутренние порты [#C8](#), [#C9](#).

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(15:0)=#FC3B

Условия записи впорт: CS и ~WR=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
UNO_ADDR_REG	■	■								●	Адрес внутреннего регистра ZX UNO, с которым происходит работа
	■	■							●		
	■	■						●			
	■	■					●				
	■	■				●					
	■	■			●						
	■	■	●								
	■	■	●								

Порт регистра данных ZX UNO #FD3B

Регистр адреса #FD3B служит для установки и чтения байта данных из предустановленного регистра.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(15:0)=#FD3B

Условия записи в порт: CS и ~WR=0

Условия чтения из порта: CS и ~RD=0

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
UNO_DATA_REG	■	■								●	Байт данных внутреннего регистра ZX UNO	
	■	■							●			
	■	■						●				
	■	■					●					
	■	■				●						
	■	■		●								
	■	■	●									
	■	■	●									

Внутренний регистр данных UART #C6 (#C8 для UART2)

При чтении — является аккумулятором, содержит принятый по UART байт данных.

При записи в регистр — является буфером для отправки данных через UART.

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
UART_DATA_REG	■	■								●	Байт данных UART	
	■	■							●			
	■	■						●				
	■	■					●					
	■	■				●						
	■	■			●							
	■	■	●									
	■	■	●									

Внутренний регистр состояния UART #C7 (#C9 для UART2)

Содержит флаги состояния модуля UART. Доступен только на чтение.

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
RX_RECV	■									●	Флаг наличия данных для чтения
TX_BUSY	■								●		Флаг занятости UART при передаче данных
	■							0			
	■						0				
	■					0					
	■			0							
	■	0									

Звуковая подсистема

Порты Soundrive (Covox)

Помимо стандартного порта Covox [#FB](#), в компьютере Karabas-Pro реализованы также порты Soundrive в виде набора однотипных портов [#0F](#), [#1F](#), [#3F](#), [#4F](#), [#5F](#), через которые с помощью ЦАП выводится многоканальный стерео-звук.

Микширование каналов осуществляется таким образом:

- левый: #0F, #1F, #3F, #FB

- правый: #4F, #5F, #FB

Порт Covox #FB

Дешифрация (CS): DOS=0 и [CPM](#)=0 и ~IORQ=0 и A(7:0)=#FB

Запись в порт: CS и ~WR=0

Группа	R	W	Биты данных								Описание
			7	6	5	4	3	2	1	0	
COVOX_DATA		■								●	Байт звуковых данных для Covox
		■							●		
		■						●			
		■				●					
		■			●						
		■		●							
		■	●								
	■	●									

Порты Soundrive #0F, #1F, #3F, #4F, #5F

Дешифрация (CS): DOS=0 и [CPM](#)=0 и ~IORQ=0 и A(7:0)=#0F (#1F/#3F/#4F/#5F)

Запись в порт: CS и ~WR=0

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
SNDRIVE_DATA	■									●	Байт звуковых данных для порта Soundrive
	■								●		
	■						●				
	■					●					
	■				●						
	■			●							
	■		●								
	■	●									

Порты TurboSound

Порты TurboSound реализованы стандартными портами **#FFFF** для задания адреса регистра AY и портом **#BFFD** — для задания данных, посылаемых в регистр AY.

Выбор одного из двух чипов TurboSound осуществляется путем обращения к одному из несуществующих регистров AY: для выбора 0 чипа используется регистр **#FF**, для выбора 1-го чипа используется регистр **#FE**.

Порт регистра адреса AY #FFFF

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и A(15)=1 и A(1)=0

Запись в порт: CS и ~WR=0

Чтение из порта: CS и ~RD=0

		Биты данных										
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	Описание	
AY_REG		■								●	Установка адреса регистра звукового чипа AY	
		■							●			
		■						●				
		■					●					
		■				●						
		■			●							
		■	●									
		■	●									
AY_REG	■								●	Чтение содержимого регистра AY		
	■								●			
	■							●				
	■						●					
	■					●						
	■				●							
	■		●									
	■	●										

Порт регистра данных AY #BFFD

Порт доступен только на запись байта данных в выбранный регистр текущего чипа TurboSound, заданный через порт [#FFFFD](#).

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и ~M1=1 и A(14)=0 и A(1)=0

Запись в порт: CS и ~WR=0

Группа	Биты данных										Описание
	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
AY_DATA		■								●	Пересылка данных в выбранный регистр звукового чипа AY
		■							●		
		■						●			
		■					●				
		■				●					
		■			●						
		■		●							
		■	●								

Порт SAA1099 #FF

Доступ к звуковому чипу SAA1099 осуществляется через порт #FF, только в режиме записи. Куда пишутся данные, в регистр адреса или в регистр данных обусловлено битом ША A(8). При A(8)=1 — в чип пишется адрес, при A(8)=0 — в чип пишутся данные.

Дешифрация (CS): ~IORQ=0 и A(7:0)=#FF и DOS=0

Запись в порт: CS и ~WR=0

		Биты данных								Описание	
Группа	R	W	7	6	5	4	3	2	1	0	
SAA_DATA		■								●	Данные для записи в порт SAA1099
		■							●		
		■						●			
		■					●				
		■				●					
		■			●						
		■		●							
		■	●								