

ПАО «Институт Электронных Управляющих Машин им. И.С. Брука»

**ПРОЦЕССОРНЫЙ МОДУЛЬ В ФОРМАТЕ COMExpress  
НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРА 1891BM11Я  
МП18**

Руководство по эксплуатации  
ЛЯЮИ.467144.077РЭ

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Перв. примен.  
ЛЯЮИ.467444.021

Справ. №

Данное руководство по эксплуатации распространяется на Процессорный модуль в формате COMExpress на базе микропроцессора 1891BM11Я МП18 ЛЯЮИ.467144.077 (в дальнейшем – МП18).

**Контактная информация**

Изготовитель ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»:

Почтовый адрес: Российская Федерация, 119334, Москва, ул. Вавилова, 24

Телефон: (495) 455-5781

Факс: (495) 455-5751

Электронная почта: [sales@ineum.ru](mailto:sales@ineum.ru)

Для получения информации о других продуктах, выпускаемых ПАО «ИНЭУМ им.И.С.Брука», посетите наш Интернет-сайт по адресу: <http://www.ineum.ru>

Техническая поддержка ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»: (495) 796-9451

Электронная почта технической поддержки: [support@ineum.ru](mailto:support@ineum.ru)

**Авторское право**

Это Руководство не может быть скопировано, воспроизведено, переведено или конвертировано в любую электронную или машиночитаемую форму без предварительного письменного разрешения ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука».

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Назарова		
Пров.		Прилипко		
Н.контр.		Жукова		
Утв.		Глухов		

<b>ЛЯЮИ.467144.077РЭ</b>				
Процессорный модуль в формате COMExpress на базе микропроцессора 1891BM11Я. МП18		Лит.	Лист	Листов
Руководство по эксплуатации			2	37
		ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука»		

## Содержание

Общие правила использования изделия .....	4
1 Введение .....	6
2 Основные технические характеристики .....	7
3 Комплектность .....	9
4 Функциональное описание .....	10
4.1 Особенности работы функциональных узлов .....	10
4.2 Возможности расширения .....	12
4.3 Периферийные устройства .....	13
4.3 Интерфейсы МП18 .....	16
4.4 Требования к электропитанию .....	20
5 Установка .....	21
5.1 Требования безопасности .....	21
5.2 Установка и демонтаж .....	21
5.3 Конфигурация МП18 .....	22
6 Программа начального старта «BOOT» (BIOS) .....	25
6.1 Программа начального старта «BOOT» (BIOS) МП18 .....	25
6.2 Диагностика и диалог .....	25
6.3 Основной диалог .....	26
6.4 Расширенный диалог .....	29
6.5 Диалог загрузки с использованием файла <i>boot.conf</i> .....	32
7 Дополнительная информация .....	34
7.1 Управление температурным режимом .....	34
7.2 Параметры входа в ОС Эльбрус .....	34
8 Транспортирование, распаковка и хранение .....	35
8.1 Транспортирование .....	35
8.2 Распаковка .....	35
8.3 Хранение .....	35

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Вз. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					<b>ЛЯЮИ.467144.077РЭ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

## Общие правила использования изделия

- Для сохранения гарантии продукт не должен подвергаться никаким переделкам и изменениям. Любые несанкционированные изменения и усовершенствования, кроме приведенных в настоящем Руководстве или полученных от службы технической поддержки ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука» в виде набора инструкций по их выполнению, аннулируют гарантию.
- Это устройство должно устанавливаться и подключаться только к системам, отвечающим всем необходимым техническим и климатическим требованиям. Это относится и к диапазону рабочих температур конкретной версии исполнения изделия. Также следует учитывать температурные ограничения батарей, установленных в изделии.
- Выполняя все необходимые операции по установке и настройке, следуйте инструкциям только данного Руководства.
- Сохраняйте оригинальную упаковку для хранения изделия в будущем или для транспортировки в гарантийном случае. В случае необходимости транспортировать или хранить МП упакуйте его так же, как он был упакован при получении.
- Проявляйте особую осторожность при обращении с изделием и при распаковке. Действуйте в соответствии с инструкциями раздела 5.

## Гарантийные обязательства

Изготовитель гарантирует соответствие изделия МП18 требованиям технических условий ЛЯЮИ.467144.077 ТУ «Процессорный модуль в формате COMExpress на базе микропроцессора 1891BM11Я. МП18» при соблюдении Потребителем условий эксплуатации, транспортирования, хранения, установки и монтажа, установленных эксплуатационными документами. Изготовитель гарантирует, что в поставляемых им изделиях не проявятся дефекты изготовления и применённых материалов при соблюдении норм эксплуатации и обслуживания в течение установленного на данный момент гарантийного срока. Обязательство Изготовителя по этой гарантии состоит в бесплатном ремонте или замене любого дефектного электронного компонента, входящего в состав возвращённого изделия. Изделия, вышедшие из строя по вине Изготовителя в течение гарантийного срока, будут отремонтированы бесплатно. В иных случаях Потребителю будет выставлен счёт из расчёта текущих ставок оплаты труда и стоимости расходных материалов.

## Право ограничения ответственности

Изготовитель не несет ответственности за ущерб, причиненный имуществу Потребителя вследствие отказа изделия в процессе его использования.

## Гарантийный срок

Гарантийный срок на изделия фирмы изготовителя составляет 36 месяцев с даты продажи (если иное не предусмотрено договором поставки).

Инв. № дубл	Вз. инв. №	Подп. и дата	<b>Гарантийные обязательства</b>								
			Изготовитель гарантирует соответствие изделия МП18 требованиям технических условий ЛЯЮИ.467144.077 ТУ «Процессорный модуль в формате COMExpress на базе микропроцессора 1891BM11Я. МП18» при соблюдении Потребителем условий эксплуатации, транспортирования, хранения, установки и монтажа, установленных эксплуатационными документами. Изготовитель гарантирует, что в поставляемых им изделиях не проявятся дефекты изготовления и применённых материалов при соблюдении норм эксплуатации и обслуживания в течение установленного на данный момент гарантийного срока. Обязательство Изготовителя по этой гарантии состоит в бесплатном ремонте или замене любого дефектного электронного компонента, входящего в состав возвращённого изделия. Изделия, вышедшие из строя по вине Изготовителя в течение гарантийного срока, будут отремонтированы бесплатно. В иных случаях Потребителю будет выставлен счёт из расчёта текущих ставок оплаты труда и стоимости расходных материалов.								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Право ограничения ответственности</b>					
						Изготовитель не несет ответственности за ущерб, причиненный имуществу Потребителя вследствие отказа изделия в процессе его использования.					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Гарантийный срок</b>					
						Гарантийный срок на изделия фирмы изготовителя составляет 36 месяцев с даты продажи (если иное не предусмотрено договором поставки).					
						<b>ЛЯЮИ.467144.077РЭ</b>					Лист
											4

## Ограничение гарантийных обязательств

Вышеобъявленные гарантийные обязательства не распространяются:

- на изделия (включая ПО), которые ремонтировались или в которые были внесены изменения персоналом, не представляющим Изготовителя. Исключение составляют случаи, когда Потребитель произвёл ремонт или внёс изменения в изделия строго в соответствии с инструкциями, предварительно согласованными и утверждёнными Изготовителем в письменной форме;
- на изделия, вышедшие из строя из-за недопустимого изменения (на противоположный) знака полярности источника питания, неправильной эксплуатации, транспортирования, хранения, установки, монтажа или несчастного случая.

## Порядок возврата изделий для проведения ремонта

Последовательность действий при возврате изделий для проведения ремонта:

- обратиться к Поставщику изделия за разрешением на возврат изделия;
- приложить к возвращаемому изделию акт установления неисправности по форме, принятой у Потребителя, с указанием перечня обстоятельств и признаков неисправности;
- поместить изделие в потребительскую тару Изготовителя (антистатическую упаковку (пакет) и картонную упаковку (коробку), в которой изделие находилось при поставке Потребителю. При отсутствии антистатической упаковки Потребитель лишается права на гарантийное обслуживание в одностороннем порядке;
- все расходы по доставке изделия Поставщику возлагаются на Потребителя.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

# 1 Введение

МП18 представляет собой «компьютер на модуле» – встраиваемый одноплатный компьютер промышленного назначения, выполненный в бескорпусном исполнении для использования в качестве мезонина, устанавливаемого на специализированных платах носителях.

МП18 предназначен для предоставления потребителям высокоинтегрированного решения на основе микропроцессорной платформы российского производства для использования в системах реального времени, контроля производства, высокоскоростного сбора и обработки данных, эксплуатирующихся и требующих высокой производительности, надежности и гибкости в поддержке различных интерфейсов расширения.

МП18 имеет следующую структуру каналов ввода-вывода:

- 2 Ethernet контроллера 10/100/1000 Mbit/s;
- 8 портов USB 2.0 с поддержкой скоростей HS, FS и LS;
- 4 порта SATA III;
- 2 порта UART (LVTTTL уровни);
- 2 видеовыхода HDMI;
- двухканальный интерфейс LVDS;
- интерфейс SPI;
- интерфейс I2C;
- интерфейс SMBus;
- интерфейс PCI Express Graphics x16 (возможны режимы 2x8 или 1x16);
- интерфейс PCI-express x4 (возможны режимы 4x1, 2x2 или 1x4);
- аудио ввод/вывод – HDAudio;
- 8 линий ввода/вывода общего назначения (IO);
- интерфейс модуля – COM Express Module Type 6.

Индикацию состояния изделия обеспечивают три светодиодных индикатора красного, зеленого и желтого цветов, управляемые программно.

Главным отличием изделия от аналогов является использование российских микропроцессора и контроллера периферийных интерфейсов вместо процессоров Intel, AMD, Freescale, Atmel и т.п. Это позволяет повысить информационную защищенность МП18 и использовать его в ответственных приложениях, важных для национальной безопасности.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Изн. № дубл	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЯЮИ.467144.077РЭ

## 2 Основные технические характеристики

- Процессор 1891BM11Я (Эльбрус-1С+), 1 ядро, тактовая частота 1000 МГц;
- Оперативная память – DDR3 SDRAM с ECC 4 Гбайта, напаянная;
- Видео – два HDMI, двухканальный LVDS (разрешение до 1920x1440);
- FLASH BIOS – 64 Mbit SPI-Flash;
- Интерфейс SATA III – SSD InnoDisk 16 Гбайт, четыре интерфейса на плате;
- 2 порта LAN Ethernet 10/100/1000 Мбит/с;
- 8 портов USB 2.0;
- 2 порта UART;
- 8 каналов IO, стандарт LVTTL;
- Память NVRAM 128 кбит;
- Часы реального времени с возможностью питания от литиевой батареи;
- Сторожевой таймер – внутренний, с возможностью программного управления;
- Индикация – три программно-управляемых светодиода;
- Программная совместимость с ОС «Эльбрус» с поддержкой реального времени;
- Электропитание от источника постоянного тока 12В±5%;
- Потребляемая мощность не более 40 Вт;
- Рабочая температура от минус 40 до плюс 50 °С;
- Влажность до 80% без конденсации;
- Устойчивость к синусоидальной вибрации 1g в диапазоне частот от 1 до 200 Гц;
- Средняя наработка на отказ не менее 10 000 часов;
- Масса не более 1,0 кг.

Внешний вид МП18 показан на рисунке 2.1.

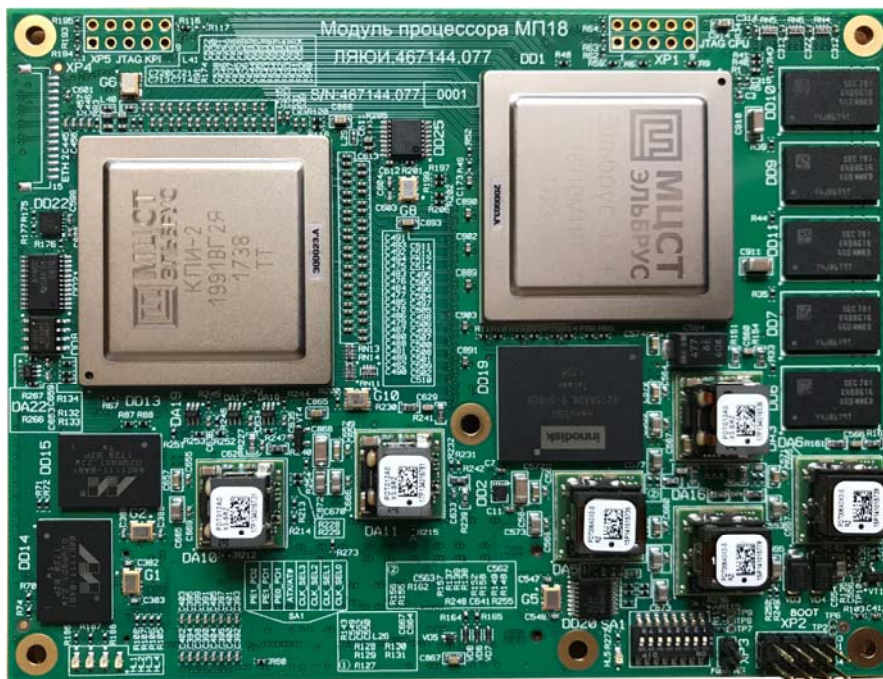


Рисунок 2.1 – Модуль процессора МП18

Расположение основных компонентов на печатной плате МП показано на рисунке 2.2

Ивл. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Ивл. № дубл	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЯЮИ.467144.077РЭ

Лист

7

(вид сверху).

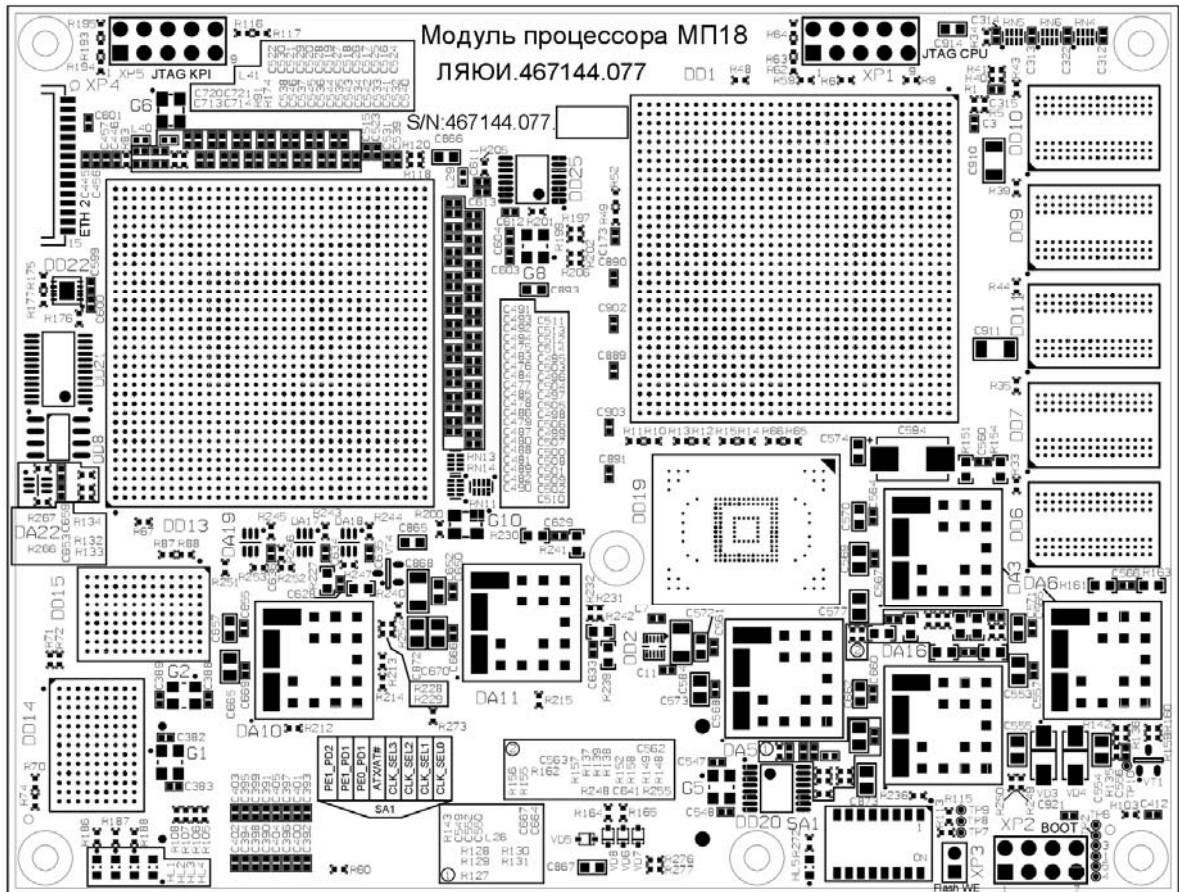


Рисунок 2.2 - Расположение основных компонентов МП18 (вид сверху)

Цоколевка интерфейсных разъемов приведена в соответствующих разделах данного Руководства.

**Примечание** - Рекомендуется во входных цепях электропитания МП использовать фильтры синфазных и паразитных помех, а также разрядники, защищающие от импульсных перенапряжений.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Инв. № дубл	Вз. инв. №	Подл. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
<p>ЛЯЮИ.467144.077РЭ</p>				<p>Лист 8</p>



### 3 Комплектность

Комплект поставки МП18 приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Комплект поставки МП18

Обозначение изделия	Наименование изделия	Назначение разъема	Количество
ЛЯЮИ.467144.077	Процессорный модуль в формате SOMExpress на базе микропроцессора 1891BM11Я МП18	–	1
ЛЯЮИ.467144.077ПС	Процессорный модуль в формате SOMExpress на базе микропроцессора 1891BM11Я МП18 Паспорт	–	1
	Оптический диск с ПО и документацией	–	1
	Упаковка	–	1

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЯЮИ.467144.077РЭ

Лист

9

## 4 Функциональное описание

Структурная схема Модуля процессорного МП18 показана на рисунке 4.1.

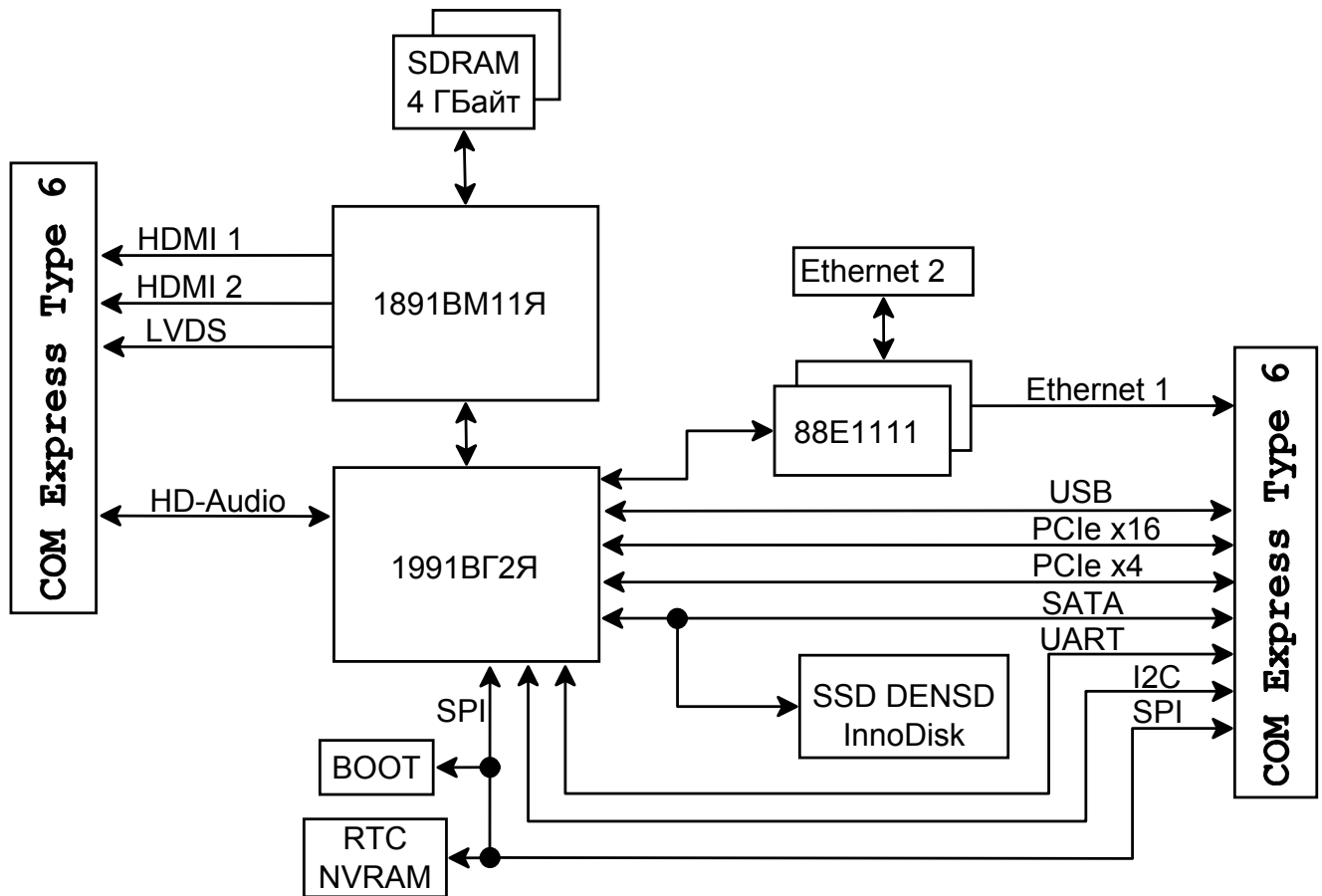


Рисунок 4.1 - Структурная схема МП18

### 4.1 Особенности работы функциональных узлов

#### – Процессор 1891BM11Я

Микропроцессор 1891BM11Я – высокопроизводительный экономичный микропроцессор для встраиваемых решений, изготовленный по технологии 40 нм. Он содержит одно ядро на архитектуре «Эльбрус» на базе широкого командного слова (VLIW) с тактовой частотой ядра 1000 МГц и графическое ядро с тактовой частотой 800 МГц с поддержкой OpenGL 2.1 и OpenCL 1.1. В процессор интегрирован двухканальный контроллер памяти DDR3-1600 и канал ввода-вывода для подключения южного моста КПИ-2. Микропроцессор разработан и производится ЗАО «МЦСТ».

Основные технические характеристики микропроцессора 1891BM11Я приведены в таблице 4.1.

#### – КПИ2 1991BG2Я

Высокоинтегрированный контроллер периферийных интерфейсов, включающий в себя стандартную периферию.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

– **SDRAM**

На плату модуля запаяно 4GB DDR3 SDRAM с ECC. Установка модуля расширения памяти не предусмотрена.

Таблица 4.1 - Технические характеристики микропроцессора 1891ВМ6Я.

Наименование параметра	Значение
Тактовая частота	1000 МГц
Число ядер CPU	1
Пиковая производительность микросхемы, Gflops (32 разряда, одинарная точность)	24
Кэш-память 1 уровня (на ядро, данных + команд)	64 КБ+ 128 КБ
Кэш-память 2 уровня	2048 КБ
Число ядер GPU	1
Пиковая производительность графического ядра, Gflops (32 разряда, одинарная точность)	28
Пропускная способность канала ввода-вывода (дуплекс)	16ГБ/сек
Тип памяти	DDR3-1600 ECC
Количество каналов памяти	2
Скорость обмена с памятью	51,2 ГБ/с
Технологический процесс	40 нм
Корпус	HFCBGA/1156
Площадь кристалла	122 кв. мм.
Количество транзисторов	375 млн.
Температурный диапазон	-60... +85
Максимальная потребляемая мощность	7 Вт

– **BOOT**

Для хранения BOOT-программы (BIOS) используется микросхема Flash 128Mbit на шине SPI.

– **RTC**

Часы реального времени подключены по шине SPI. Работоспособность часов при отключенном питании обеспечивается литиевой батареей, устанавливаемой на плату носитель модуля. Настройки BIOS Setup (BOOT) сохраняются в NVRAM.

– **NVRAM**

Энергонезависимая память 128Кбит, используется для хранения настроек BIOS SETUP (BOOT).

– **Ethernet контроллер КПИ**

Модуль имеет два Gigabit Ethernet интерфейса, реализованных на связке КПИ2+PHY Marvell 88E1111.

– **USB 2.0**

Модуль имеет 8 каналов USB 2.0.

– **SATA III**

Один интерфейс используется для подключения запаянного на плату однокристалльного SSD-накопителя. Четыре интерфейса для подключения накопителей выведены на разъем COM Express.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Изн. № дубл	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист 11

– **Video**

Два порта HDMI предназначены для подключения мониторов, поддерживаемые максимальные разрешения (1920x1440 60Hz).

Интерфейс LVDS Dual Channel позволяет напрямую подключать к модулю ЖК-матрицы.

– **UART**

Два канала UART выведены на разъемы COM Express.

– **SPI**

Интерфейс реализован в КПИ. Поддерживается микросхема NVRAM (расположена на плате). Максимальная тактовая частота – 25МГц. Для внешних устройств поддерживается режим работы SPI Mode 0.

– **I2C**

Модуль поддерживает интерфейсы I2C и SMBus. Интерфейсы реализованы в КПИ. Для интерфейса I2C поддерживаются частоты работы 100 кГц и 400 кГц.

– **HD-Audio**

Интерфейс реализован в КПИ.

– **Индикация**

Светодиодные индикаторы выведены на край платы МП18. Описание индикаторов приведено в таблице 4.2:

Таблица 4.2 – Описание индикаторов

Мнемоника	Контакт GPIO	Описание
HL1	GPIO_0	Пользовательский программно управляемый, зеленый.
HL2	GPIO_1	Пользовательский программно управляемый, красный.
HL3	GPIO_2	Пользовательский программно управляемый, желтый.

– **Watchdog**

Таймер аппаратного сброса реализован в КПИ. Управление watchdog-ом осуществляется стандартными средствами ОС Эльбрус.

– **IO**

Линии ввода/вывода общего назначения.

– **Сброс и мониторинг питания**

Сигнал сброса микропроцессора формируется от следующих источников:

- от схемы контроля питания при включении;
- от сторожевого таймера;
- программно по команде из ОС.

#### 4.2 Возможности расширения

Сам по себе модуль представляет законченное процессорное ядро встраиваемой системы и не предусматривает возможностей расширения.

Модуль предназначен для установки на платы-носители, обеспечивающие подачу на модуль необходимых напряжений питания, подключения внешних периферийных устройств (диски, дисплеи, клавиатура и т.д.).

Функционал модуля может быть расширен путем установки на плате-носителе дополнительных контроллеров, подключенных к шинам PCI Express, USB, SPI, I2C и SMBus.

Ивл. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Ивл. № дубл	Подп. и дата
--------------	--------------	------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						12

### 4.3 Периферийные устройства

#### Часы реального времени (RTC)

В состав модуля входят часы реального времени с питанием от батареи. Они выполняют функции хронометрирования, программируемую функцию выдачи периодического прерывания и календарь на 100 лет.

Доступ к RTC осуществляется при помощи утилиты ОС Эльбрус:

```
hwclock
```

#### Энергонезависимая память (NVRAM)

На плате находится энергонезависимая последовательная память NVRAM (16 Кбайт) для хранения служебной информации.

Доступ к NVRAM осуществляется средствами ОС «Эльбрус»

```
/sys/class/spi_master/spi0/device/spi0.1/nvram
```

#### Контроллеры Ethernet

МП18 имеет два интерфейса Ethernet.

Взаимодействие с интерфейсами происходит через имена *eth0* и *eth1*.

Настройка параметров интерфейсов Ethernet осуществляется средствами ОС Эльбрус в соответствии с принятыми в ОС Linux правилами.

#### USB

МП18 имеет восемь каналов интерфейса USB.

#### SATA

МП имеет пять каналов интерфейса SATA.

Первый канал используется для взаимодействия с припаянным на печатную плату МП твердотельным накопителем (SSD) емкостью 16 Гбайт, используемым в качестве системного диска.

Каналы со второй по пятый выведен на стандартный разъем COM Express Type 6, установленный на печатной плате.

Доступ к устройствам SATA из ОС Эльбрус осуществляется по именам:

– для встроенного SSD: */dev/sda*

– для внешних дисков SATA: */dev/sdb*, */dev/sdc*, */dev/sdd* и */dev/sde*

#### Video

Видео подсистема МП18 построена на встроенном видеоконтроллере процессора Эльбрус-1С+. Обеспечивается вывод видеоизображения на мониторы с HDMI и ЖК-панели с интерфейсами LVDS или LVDS Dual Channel. Возможно подключение только двух мониторов одновременно. Максимальное разрешение выводимого изображения – 1920x1440 точек при частоте смены кадров 60 Гц, 16 мил. цветов.

Стандарт выходов DDIx – HDMI.

Поддерживаемые конфигурации: HDMI + HDMI, HDMI + LVDS, HDMI, LVDS.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. изн. №	Изн. № дубл	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ

LVDS может работать в одноканальном или двухканальном режиме. Соответствие каналов LVDS четным и нечетным точкам растра указано на рис. 4.2, где L0 = LVDS\_A, L1 = LVDS\_B.

в двухканальном режиме данные выводятся в каналы L0 и L1 согласно таблице (координатой (0,0) обозначен левый верхний пиксель ЖК-панели, разрешение панели по горизонтали – X пикселей, по вертикали – Y пикселей):

(0,0) L0	(0,1) L1	(0,2) L0	(0,3) L1	(0,4) L0	...
(1,0) L0	(1,1) L1	(1,2) L0	(1,3) L1	...	
(2,0) L0	(2,1) L1	(2,2) L0	...		
(3,0) L0	(3,1) L1	...			
(4,0) L0	...				
...					(Y-1, X-1)

Рисунок 4.2. Соответствие каналов LVDS четным и нечетным точкам растра

### UART

На разъем COM Express Type 6 M.2 выведены два последовательных канала.

Первый канал используется Программой начальной загрузки BOOT и ОС Эльбрус в качестве системной консоли. Подключение каких-либо периферийных устройств к этому каналу не рекомендуется!

Второй канал может быть использован для взаимодействия с внешними устройствами пользователя. В зависимости от конфигурации пользовательского программного и аппаратного обеспечения может потребоваться конфигурация последовательного канала средствами программы BOOT в соответствии с разделом 6.

Доступ к каналам из программ, работающих в среде ОС Эльбрус, осуществляется по именам:

- первый канал: */dev/ttyS0*
- второй канал: */dev/ttyS1*

### SPI

Модуль имеет возможность обмена по интерфейсу SPI с тремя устройствами: BOOT, RTC/NVRAM и внешнее устройство. Обмен с внешним устройством возможен по протоколу SPI Mode 0.

Нумерация устройств на шине SPI:

- BOOT – устройство «0»;
- RTC/NVRAM – устройство «1»;
- внешнее – устройство «2».

### I2C

КПИ имеет четыре независимых канала I2C.

Первый канал используется для внутренних нужд модуля (память SPD, термодатчики и т.п.) и не доступен для пользователя.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Изн. № дубл	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ

Второй канал реализует шину SMBus (см. ниже).

Третий канал используется для подключения внешних устройств через разъем COM Express Type 6.

## HD-AUDIO

К модулю возможно подключение аудио кодека по звуковому интерфейсу HDA.

## Индикация

На плате МП установлены светодиоды зеленого, красного и желтого цвета, доступные для управления пользовательскими программами.

Управление светодиодами осуществляется через механизм sysfs `/sys/class/gpio` ОС Эльбрус.

Инициализация светодиодов:

```
echo 0 > /sys/class/gpio/export
echo 1 > /sys/class/gpio/export
echo 2 > /sys/class/gpio/export
echo out > /sys/class/gpio/gpio0/direction
echo out > /sys/class/gpio/gpio1/direction
echo out > /sys/class/gpio/gpio2/direction
```

Включение светодиодов:

```
echo 0 > /sys/class/gpio/gpioX/value
```

 – включить светодиод, где X – номер GPIO (0...2)

Выключение светодиодов:

```
echo 1 > /sys/class/gpio/gpioX/value
```

 – выключить светодиод где X – номер GPIO (0...2)

## Сторожевой таймер (Watchdog)

Сторожевой таймер реализован в КПИ2 как устройство на шине PCI. Включение сторожевого таймера и управление им осуществляется в ОС «Эльбрус» через устройство `/dev/watchdog`. Принципы работы с устройством `/dev/watchdog` полностью соответствуют общепризнанным принципам для ОС Linux и описаны в единой документации на ядро ОС Linux kernel.org в соответствующем разделе (`doc/Documentation/watchdog/watchdog-api.txt`).

## Вводы-выводы общего назначения (IO)

МП18 имеет возможность осуществлять ввод-вывод до восьми дискретных сигналов, доступных для пользовательских программ.

Управление сигналами осуществляется через механизм sysfs `/sys/class/gpio` ОС Эльбрус. GPIO соответствует GPIO\_8, GPI1 – GPIO\_9, GPI2 – GPIO\_10, GPI3 – GPIO\_11. GPO0...GPO3 – соответствуют GPIO\_12...GPIO\_15.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Все сигналы GPI и GPO могут быть настроены как входы или выходы.

Инициализация сигналов ввода-вывода (на примере GPIO):

```
echo 8 > /sys/class/gpio/export
echo out > /sys/class/gpio/gpio8/direction      – настройка как вывод
или
echo in > /sys/class/gpio/gpio8/direction      – настройка как ввод

echo 0 > /sys/class/gpio/gpio8/value           – вывод логического «0»
echo 1 > /sys/class/gpio/gpio8/value           – вывод логической «1»

cat /sys/class/gpio/gpio8/value               – чтение состояния ввода
```

### Батарея

В МП18 нет собственной батареи. Литиевая батарея на 3,0 В для питания часов реального времени подключается через разъем COM Express Type 6. Используйте RENATA CR2032 или совместимые модели. Возможна работа без батареи, без батареи питания данные часов могут быть недостоверными.

### Устройства на внутренней локальной шине SMBus

МП18 имеет шину SMBus, обеспечивающую функции мониторинга системы. Эта шина использует интерфейс I2C, к ней подключена микросхема температурного мониторинга CPU, КПИ2 и печатной платы МП18.

Температурный монитор может по запросу предоставлять информацию программным средствам контроля текущего состояния системы, это обеспечивает работу модуля в безопасном температурном режиме. Доступ к информации о температуре осуществляется через механизм sysfs `/sys/class/hwmon` ОС Эльбрус. Для работы температурного монитора необходимо присутствие в системе модуля ядра `lm63` (`modprobe lm63`). Настройка модулей ядра для автоматического запуска осуществляется в ОС «Эльбрус» в соответствии с правилами Debian.

Для автоматизации выдач показаний температуры в консоль в ОС присутствует соответствующий скрипт, позволяющий получать данные о температуре процессора и КПИ-2.

Чтение информации о температуре:

```
/mcst/bin/CNTR_TMPRT -da -t1
```

Где параметр `-t` указывает интервал времени для повторного запроса. В данном случае – 1 с.

### 4.3 Интерфейсы МП18

Все внешние интерфейсы модуля МП18 выведены через разъем COM Express Type 6. Распределение сигналов приведено в таблице 4.3.

Дополнительно к этому разъему на модуле установлен разъем XP4 на который выведен интерфейс MDI второго канала Ethernet. Распределение сигналов приведено в таблице 4.4.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ



**ВНИМАНИЕ!** Интерфейсы MDI не изолированные, для подключения к каналам Ethernet необходимо использовать внешние развязывающие трансформаторы.

Таблица 4.3 – Распределение сигналов на разъеме COM Express Type 6

№ конт.	Ряд А	Ряд В	Ряд С	Ряд D
1	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
2	GBE0_MDI3-	GBE0_ACT#	GND	GND
3	GBE0_MDI3+	NU	NU	NU
4	GBE0_LINK100#	NU	NU	NU
5	GBE0_LINK1000#	NU	GND	GND
6	GBE0_MDI2-	NU	NU	NU
7	GBE0_MDI2+	NU	NU	NU
8	GBE0_LINK#	NU	GND	GND
9	GBE0_MDI1-	NU	NU	NU
10	GBE0_MDI1+	NU	NU	NU
11	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
12	GBE0_MDI0-	PWRBTN#	NU	NU
13	GBE0_MDI0+	SMB_CK	NU	NU
14	GBE0_CTREF	SMB_DAT	GND	GND
15	SUS_S3#	NU	NU	DDI1_CTRLCLK_AUX+
16	SATA0_TX+	SATA1_TX+	NU	DDI1_CTRLCLK_AUX-
17	SATA0_TX-	SATA1_TX-	RSVD	RSVD
18	SUS_S4#	SUS_STAT#	RSVD	RSVD
19	SATA0_RX+	SATA1_RX+	NU	NU
20	SATA0_RX-	SATA1_RX-	NU	NU
21	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
22	SATA2_TX+	SATA3_TX+	NU	NU
23	SATA2_TX-	SATA3_TX-	NU	NU
24	SUS_S5#	PWR_OK	DDI1_HPD	RSVD
25	SATA2_RX+	SATA3_RX+	NU	RSVD
26	SATA2_RX-	SATA3_RX-	NU	DDI1_PAIR0+
27	NU	WDT (всегда 0)	RSVD	DDI1_PAIR0-
28	SATA_ACT#	NU	RSVD	RSVD
29	AC/HDA_SYNC	NU	NU	DDI1_PAIR1+
30	AC/HDA_RST#	AC/HDA_SDIN0	NU	DDI1_PAIR1-
31	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
32	AC/HDA_BITCLK	NU	DDI2_CTRLCLK_AUX+	DDI1_PAIR2+
33	AC/HDA_SDOUT	I2C_CK	DDI2_CTRLCLK_AUX-	DDI1_PAIR2-

Инв. № подл.	Подл. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ЛЯЮИ.467144.077РЭ

№ конт.	Ряд А	Ряд В	Ряд С	Ряд D
34	NU	I2C_DAT	NU	NU
35	THRMTRIP#	NU	RSVD	RSVD
36	USB6-	USB7-	NU	DDI1_PAIR3+
37	USB6+	USB7+	NU	DDI1_PAIR3-
38	USB_6_7_OC#	USB_4_5_OC#	NU	RSVD
39	USB4-	USB5-	NU	DDI2_PAIR0+
40	USB4+	USB5+	NU	DDI2_PAIR0-
41	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
42	USB2-	USB3-	NU	DDI2_PAIR1+
43	USB2+	USB3+	NU	DDI2_PAIR1-
44	USB_2_3_OC#	USB_0_1_OC#	NU	DDI2_HPD
45	USB0-	USB1-	RSVD	RSVD
46	USB0+	USB1+	NU	DDI2_PAIR2+
47	VCC_RTC	EXCD1_PERST#	NU	DDI2_PAIR2-
48	EXCD0_PERST#	NU	RSVD	RSVD
49	NU	SYS_RESET#	NU	DDI2_PAIR3+
50	NU	CB_RESET#	NU	DDI2_PAIR3-
51	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
52	NU	NU	PEG_RX0+	PEG_TX0+
53	NU	NU	PEG_RX0-	PEG_TX0-
54	GPI0	GPO1	TYPE0# (всегда OPEN)	NU
55	NU	NU	PEG_RX1+	PEG_TX1+
56	NU	NU	PEG_RX1-	PEG_TX1-
57	GND	GPO2	TYPE1# (всегда OPEN)	TYPE2# (всегда GND)
58	PCIE_TX3+	PCIE_RX3+	PEG_RX2+	PEG_TX2+
59	PCIE_TX3-	PCIE_RX3-	PEG_RX2-	PEG_TX2-
60	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
61	PCIE_TX2+	PCIE_RX2+	PEG_RX3+	PEG_TX3+
62	PCIE_TX2-	PCIE_RX2-	PEG_RX3-	PEG_TX3-
63	GPI1	GPO3	RSVD	RSVD
64	PCIE_TX1+	PCIE_RX1+	RSVD	RSVD
65	PCIE_TX1-	PCIE_RX1-	PEG_RX4+	PEG_TX4+
66	GND	WAKE0#	PEG_RX4-	PEG_TX4-
67	GPI2	NU	RSVD	GND
68	PCIE_TX0+	PCIE_RX0+	PEG_RX5+	PEG_TX5+
69	PCIE_TX0-	PCIE_RX0-	PEG_RX5-	PEG_TX5-

Инв. № подл.	Подл. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подл. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист 18

№ конт.	Ряд А	Ряд В	Ряд С	Ряд D
70	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
71	LVDS_A0+	LVDS_B0+	PEG_RX6+	PEG_TX6+
72	LVDS_A0-	LVDS_B0-	PEG_RX6-	PEG_TX6-
73	LVDS_A1+	LVDS_B1+	GND	GND
74	LVDS_A1-	LVDS_B1-	PEG_RX7+	PEG_TX7+
75	LVDS_A2+	LVDS_B2+	PEG_RX7-	PEG_TX7-
76	LVDS_A2-	LVDS_B2-	GND	GND
77	LVDS_VDD_EN	LVDS_B3+	RSVD	RSVD
78	LVDS_A3+	LVDS_B3-	PEG_RX8+	PEG_TX8+
79	LVDS_A3-	LVDS_BKLT_EN	PEG_RX8-	PEG_TX8-
80	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
81	LVDS_A_CK+	LVDS_B_CK+	PEG_RX9+	PEG_TX9+
82	LVDS_A_CK-	LVDS_B_CK-	PEG_RX9-	PEG_TX9-
83	LVDS_I2C_CK	LVDS_BKLT_CTRL	RSVD	RSVD
84	LVDS_I2C_DAT	VCC_5V_SBY	GND	GND
85	GPI3	VCC_5V_SBY	PEG_RX10+	PEG_TX10+
86	NU	VCC_5V_SBY	PEG_RX10-	PEG_TX10-
87	NU	VCC_5V_SBY	GND	GND
88	PCIE_CLK_REF+	NU	PEG_RX11+	PEG_TX11+
89	PCIE_CLK_REF-	NU	PEG_RX11-	PEG_TX11-
90	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
91	SPI_POWER (+3.3B)	NU	PEG_RX12+	PEG_TX12+
92	SPI_MISO	NU	PEG_RX12-	PEG_TX12-
93	GPO0	NU	GND	GND
94	SPI_CLK	NU	PEG_RX13+	PEG_TX13+
95	SPI_MOSI	NU	PEG_RX13-	PEG_TX13-
96	NU	NU	GND	GND
97	TYPE10# (всегда OPEN)	SPI_CS# (CS2-КПИ-2)	RSVD	RSVD
98	SER0_TX	NU	PEG_RX14+	PEG_TX14+
99	SER0_RX	NU	PEG_RX14-	PEG_TX14-
100	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)
101	SER1_TX	FAN_PWNOUT	PEG_RX15+	PEG_TX15+
102	SER1_RX	FAN_TACHIN	PEG_RX15-	PEG_TX15-
103	NU	NU	GND	GND
104	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл	Вз. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ

№ конт.	Ряд А	Ряд В	Ряд С	Ряд D
105	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V
106	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V
107	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V
108	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V
109	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V	VCC_12V
110	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)	GND (FIXED)

Таблица 4.4 – Распределение сигналов второго канала Ethernet.

Pin #	Назначение
1	GBE1_CTREF
2	GND
3	GBE1_MDI0+
4	GBE1_MDI0-
5	GBE1_MDI1+
6	GBE1_MDI1-
7	GBE1_MDI2+
8	GBE1_MDI2-
9	GBE1_MDI3+
10	GBE1_MDI3-
11	GND
12	GBE1_LINK#
13	GBE1_LINK100#
14	GBE1_LINK1000#
15	GBE1_ACT#

#### 4.4 Требования к электропитанию

В таблице 4.5 приведены величины максимально допустимых напряжений на линиях питания, превышение которых может привести к повреждению МП18. Рекомендуется в цепях электропитания МП18 использовать фильтры синфазных и парафазных помех, а также разрядники, защищающие от импульсных перенапряжений.

Таблица 4.5 – Требования к электропитанию.

Напряжение (V)	Минимальное (V)	Максимальное (V)	Ток потребления МАХ (А)
+12	11.4	12.6	3.2
+5_SB	4.5	5.5	0.5

Модуль МП18 может использовать как два питающих напряжения – +12В и +5В\_SB (дежурное), так и только одно – напряжение +12В. При питании от одного номинала +12В модуль самостоятельно формирует необходимое ему напряжение для питания схем дежурного режима.

Модуль поддерживает работу в двух режимах питания – АТ (включение при подаче питания) и АТХ (управление питанием системой SPMC модуля). В режиме АТХ поддерживается управление сигналами PWRBTN#, SUS\_STAT#, SUS\_S3#, PWR\_OK, SUS\_S5#.

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Вз. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ЛЯЮИ.467144.077РЭ</b>

## 5 Установка

При установке необходимо строго соблюдать приведенные ниже правила и процедуры для того, чтобы избежать повреждения МП18, подключаемого оборудования, а также травм персонала.

### 5.1 Требования безопасности

При обращении с МП18 следуйте требованиям безопасности, описанным в данном разделе. ПАО «ИНЭУМ им. И.С.Брука» не несет ответственности за любые повреждения, возникшие в результате несоблюдения этих требований.

#### Внимание!

Выключите источник питания перед подключением МП18 и/или внешнего оборудования. Нарушение этого правила может создать угрозу Вашему здоровью и жизни, а также привести к повреждению МП18 или внешнего оборудования.

Время запуска источника питания не должно превышать 200 миллисекунд. После выключения источника не допускается повторное включение МП18 ранее, чем через 10 секунд.

МП18 имеет элементы, чувствительные к воздействию электростатических зарядов. Во избежание повреждения модуля соблюдайте меры предосторожности:

- снимите с одежды и тела статический заряд;
- не прикасайтесь к электронным компонентам и контактам разъемов МП18.

### 5.2 Установка и демонтаж

Будьте осторожны при обращении с МП18. Теплораспределительная пластина МП18 может сильно нагреваться. Не прикасайтесь к ней и радиатору при работе МП18.

МП18 **запрещено** накрывать тканью или какими-либо иными материалами и предметами, так как это будет препятствовать отводу тепла от МП18 и может привести к его повреждению!

#### Порядок установки

Для установки МП18 выполните следующие действия:

- убедитесь, что соблюдены требования безопасности, изложенные выше;
- перед установкой убедитесь, что МП18 имеет необходимую конфигурацию. Информация по конфигурированию периферийных устройств МП18 приведена ниже в последующих главах данного раздела;
- установите МП18 на носитель, соответствующий спецификации PICMG® COM.0 R2.1 COM Express Module Base Specification для модулей Type 6. Убедитесь, что МП надежно закреплен;
- установите на теплораспределительную пластину МП18 систему охлаждения. МП18 спроектирован в расчете на применение внешней системы охлаждения, имеющей тепловое сопротивление не более 0,2 °С/Вт и способной рассеивать не менее 40 Вт тепла при внешней температуре 50 °С;
- убедитесь, что источник питания выключен;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- аккуратно подключите кабели от источника питания и внешнего оборудования к разъемам на плате носителя МП18 и, при необходимости, к разъему ХР4 на плате МП18. Убедитесь, что все подсоединенные кабели надежно зафиксированы;
- включите источник питания;
- загорятся светодиоды HL4 и HL5, показывающие наличие напряжений питания +12V и +5V\_SB. Через 45-60 секунд должна завершиться загрузка ОС Эльбрус.

### Порядок демонтажа

Для отключения МП18 выполните следующие действия:

- убедитесь, что соблюдены требования безопасности, изложенные выше;
- убедитесь, что источник питания выключен;
- аккуратно отсоедините от МП18 кабель к разъему ХР4 (если используется);
- снимите МП18 с носителя, на который он установлен;
- упакуйте МП18 в транспортировочную тару или иначе распорядитесь им по Вашему усмотрению.

### 5.3 Конфигурация МП18

МП18 имеет два вида конфигурации: аппаратную и программную.

Аппаратная конфигурация включает в себя:

- установку режима питания АТ/АТХ;
- установку режимов работы интерфейсов PCExpress;
- установку тактовой частоты процессора;
- разрешение/запрет программной перезаписи flash-памяти BIOS.

Программная конфигурация включает в себя:

- выбор «загрузочного» дискового накопителя;
- установку IP-адресов интерфейсов Ethernet;
- сброс настроек BIOS к заводским установкам.

Работы по аппаратному конфигурированию МП18 производятся на демонтированном МП18. Программное конфигурирование – на установленном.

#### Установка режима питания АТ/АТХ

Убедитесь, что соблюдены требования безопасности, изложенные выше.

Для выбора режима питания АТ (включение МП18 при подаче питания) установите переключатель 5 (АТХ/АТ#) на наборе переключателей SA1 (см. рисунок 2.2) в положение «ON».

Для выбора режима АТХ переключатель должен быть выключен. При этом включение/выключение МП18 производится сигналом «PWRBTN#» интерфейса COM Express.

#### Установка режимов работы интерфейсов PCExpress

Выбор и установка режимов работы интерфейсов PCExpress производится при помощи переключателей 6...8 на наборе переключателей SA1 (см. рисунок 2.2) в соответствии с таблицей 5.1.

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Вз. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>ЛЯЮИ.467144.077РЭ</b>	Лист 22

Таблица 5.1 - Переключатели выбора режимов работы интерфейсов PCIeexpress

Режим	Порт		
	PEG	PCIe_1	
	пер. 6 (PE0_PD1)	пер.7 (PE1_PD1)	пер.8 (PE1_PD2)
1 x16	OFF*	–	–
2 x8	ON	–	–
1 x4	–	OFF*	OFF*
2 x2	–	ON	OFF
4 x1		–	ON

\* - установлено при поставке, – - не имеет значения

### Установка тактовой частоты процессора

Выбор и установка тактовой частоты процессора производится при помощи переключателей 1...4 на наборе переключателей SA1 (см. рисунок 2.2) в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.2 - Переключатели выбора тактовой частоты процессора

Частота	Переключатели			
	пер. 4 (CLK_SEL3)	пер. 3 (CLK_SEL2)	пер. 2 (CLK_SEL1)	пер. 1 (CLK_SEL0)
500	ON	ON	ON	ON
550	ON	ON	ON	OFF
600	ON	ON	OFF	ON
650	ON	ON	OFF	OFF
700	ON	OFF	ON	ON
750	ON	OFF	ON	OFF
800*	ON	OFF	OFF	ON
850	ON	OFF	OFF	OFF
900	OFF	ON	ON	ON
950	OFF	ON	ON	OFF
1000	OFF	ON	OFF	ON
1050	OFF	ON	OFF	OFF
1100	OFF	OFF	ON	ON
1150	OFF	OFF	ON	OFF
1200	OFF	OFF	OFF	ON
1250	OFF	OFF	OFF	OFF

\* - установлено при поставке

**ВНИМАНИЕ!** Не рекомендуется изменять установленное при поставке значение. При установке иного значения возможна неустойчивая работа модуля.

### Разрешение/запрет программной перезаписи BIOS

Для разрешения программной перезаписи микросхемы BIOS необходимо установить перемычку XP3 (см. рисунок 2.2). При снятой перемычке запись в микросхему BIOS возможна только с помощью технологического оборудования, программная запись запрещена.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Изн. № дубл	Подп. и дата
--------------	--------------	------------	-------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						23

### **Выбор «загрузочного» дискового накопителя**

Изменить выбранный «загрузочный» дисковый накопитель, а также изменить параметры загрузки ОС, можно с помощью команды 'с' Основного диалога Программы начального старта (BIOS).

### **Установка IP-адресов интерфейсов Ethernet**

Установка IP-адресов интерфейсов Ethernet осуществляется в соответствии с правилами конфигурирования сетевых интерфейсов ОС Linux Debian и может быть выполнено различными способами: корректировкой текстовыми редакторами конфигурационных файлов (файлы в каталоге /etc/sysconfig/network-devices/), утилитами текстового режима или утилитами графического режима. После изменения настроек для их применения необходимо перезагрузить сетевую подсистему выполнив команду */etc/init.d/network restart*. Для выполнения команды необходимы права суперпользователя.

### **Сброс настроек BIOS к заводским установкам**

Для сброса настроек BIOS, сохраненных в энергонезависимой памяти, в состояние «по умолчанию», необходимо сразу после включения питания МП18 нажать и удерживать нажатой клавишу 'ESC' на клавиатуре терминала, подключенного к последовательному порту SER1 (через плату-носитель) как указано в подразделе 6.1.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



## 6 Программа начального старта «BOOT» (BIOS)

### 6.1 Программа начального старта «BOOT» (BIOS) МП18

Программа начального старта «BOOT» (BIOS) МП18 предназначена для:

- первоначального тестирования и инициализации аппаратных компонентов МП18;
- запуска операционных систем, предусмотренных для исполнения на МП18.

Общая схема работы BIOS состоит в следующем:

- старт всех центральных процессоров (ЦП) с точки запуска с заикливанием всех ЦП, кроме ведущего, до разрешения продолжить работу от этого главного процессора;
- исполнение теста по включению питания или общему сбросу POST (Power On Self Test);
- инициализация диагностических устройств;
- сканирование и инициализация оперативной памяти;
- сканирование и инициализация PCI-устройств;
- инициализация устройств загрузки и файловых систем на них;
- инициализация клавиатуры и видеосистемы;
- организация диалогового интерфейса с пользователем;
- анализ конфигурационных параметров в энергонезависимой памяти (NVRAM) и в конфигурационном файле на одном из устройств загрузки
- загрузка файла с исполняемым кодом целевой программы, с одного из устройств загрузки;
- подготовка к передаче управления загруженному коду.
- передача управления и старт всех ожидающих процессоров в нормальном случае, либо останов в случае неисправной конфигурации аппаратуры.

Обеспечивается запуск основной операционной системы «Эльбрус».

Файлы кодов ОС могут быть расположены на жестких и флэш-дисках, на CD-ROM, на USB-накопителе или подкачиваться из локальной сети Ethernet по протоколу ATA over Ethernet (AoE).

Файлы кодов ОС на жестких и флэш-дисках и USB-накопителях должны храниться на разделе диска, размеченного как файловая система ext2 или ext3 с типом таблицы разделов MS-DOS. Файлы на CD-ROM хранятся в файловой системе ISO 9660.

Разметка дисков, предоставляемых сервером по протоколу AoE должна удовлетворять ранее описанным требованиям для дисков.

### 6.2 Диагностика и диалог

Программа начального старта выводит информационные сообщения в последовательный порт, а с момента инициализации видеокарты дублирует их на монитор.

После включения питания или перезагрузки МП18 программа начального старта начинает базовое тестирование и инициализацию доступной аппаратуры. По мере последовательного тестирования устройств выдаются информационные сообщения. В случае успешного тестирования выдается следующее сообщение и начинается обратный отсчет:

Ивл. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Ивл. № дубл	Подп. и дата	Лист

CPU#00: Autoboot in xx sec, PRESS ANY KEY TO DISABLE IT

Здесь xx – число оставшихся до начала работы секунд.

После завершения обратного отсчета произойдет запуск программы по установленным в энергонезависимой памяти и конфигурационном файле параметрам. Чтобы изменить параметры запуска, надо прервать отсчет нажатием клавиши пробела, войдя тем самым в диалоговый режим.

Для ввода может использоваться терминал, подключенный к последовательному порту и клавиатура, а для вывода - терминал, подключенный к последовательному порту и монитор.

Ввод и вывод производится через оба имеющихся последовательных порта в полудуплексном режиме. Т.е. ввод возможен через любой из них, а вывод идет в оба одновременно.

Для обмена информацией по последовательному порту, к МП18 должен быть подключен знаковый терминал или эмулятор терминала со следующими настройками:

скорость - 115200 бит/сек,

кадр - 8 бит

четность - нет,

стоп-бит - 1,

регулировка потока - нет.

Основной задачей BIOS является загрузка ОС Эльбрус.

Загрузку можно произвести по одной из четырех схем:

1) Автоматизированная загрузка:

Дождаться конца таймера обратного отсчета. В этом случае будет произведена загрузка заранее выбранной программы, с параметрами, хранящимися в энергонезависимой памяти либо в файле *boot.conf* (при его наличии) (метка, указанная как default; в соответствии с п. 6.5). Приоритетом обладает загрузка по параметрам, указанным в файле *boot.conf*. В этом случае из энергонезависимой памяти берется только значение номера устройства загрузки.

2) Прервать таймер обратного отсчета и нажать клавишу 's'. В этом случае загрузка произойдет по параметрам, взятым из энергонезависимой памяти. Содержимое файла *boot.conf* приниматься в расчет не будет.

*Примечание - Значение параметра command\_string не сохраняется в энергонезависимой памяти, поэтому для этого параметра будет установлено фиксированное значение.* (в соответствии п. 6.3)

3) Прервать таймер обратного отсчета и, нажав клавишу 'c', изменить параметры, взятые из энергонезависимой памяти (в соответствии п. 6.3). Потом, нажав клавишу 's', загрузить программу.

4) Прервать таймер обратного отсчета и, войдя в диалог загрузки с использованием конфигурационного файла *boot.conf* ('b' основного режима или *#boot* расширенного), загрузить одну из меток файла *boot.conf* (в соответствии с п. 6.5)

### 6.3 Основной диалог

Основной диалог позволяет изменять основные параметры загрузки и старта программ.

Основной диалог начинается с вывода сообщений

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. изн. №	Изн. № дубл	Подп. и дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## BOOT SETUP

Press command letter, or press 'h' to get help

и приглашения

:

Запуск команд основного диалога осуществляется вводом следующих сообщений из одного символа - нажатием так называемых "горячих клавиш":

- 'h' - Вывод помощи по командам основного диалога
- 'c' - Режим изменения параметров загрузки и старта
- 'u' - Вывод существующих на данный момент параметров на монитор
- 'd' - Вывод имеющихся у ПК-3 дисков (устройств для загрузки) на монитор
- 'm' - Сохранение выбранных параметров в энергонезависимую память
- 'p' или 's' - Загрузка и старт выбранного файла с кодом программы
- 'b' - Режим старта с использованием конфигурационного файла
- '`' или '~' - Вход в расширенный диалог

Команда 'c' изменяет параметры загрузки и старта. Сначала она выводит текущие параметры в виде:

### CHANGE BOOT PARAMETERS

Current Settings:

drive\_number: '0'  
partition\_number: '0'  
command\_string: "  
filename: '/linux.e3m'  
initrdfilename: "  
autoboot in: '0'

To advance to next setting press ENTER. To skip setting press ESC

Далее команда 'c' позволяет поочередно изменить выведенные параметры. Для изменения параметра нужно ввести его значение (строку для параметров command\_string, filename, initrdfilename и число для прочих параметров) и нажать клавишу 'Enter'. Нажатие клавиши 'Enter' без значения устанавливает параметром пустую строку или ноль соответственно. Нажатие клавиши 'Esc' оставляет прежнее значение параметра.

Для облегчения ввода параметров filename и initrdfilename поддержан поиск по начальным буквам имени файла:

Если в разделе, заданном (drive\_number, partition\_number), существует файловая система типа ext2 (или ext3), или ISO 9660 для CD\_ROM, то, нажав клавишу 'Tab' в поле ввода параметра filename или initrdfilename, можно получить оглавление корневого каталога. Далее, вводя слоги файловых имен по частям и нажимая клавишу 'Tab', можно получить в поле ввода основной слог полностью, и, таким образом, удобно выбрать нужный файл.

Параметры загрузки и старта:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ				Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

drive\_number – номер устройства загрузки

partition\_number – номер раздела на выбранном устройстве загрузки

command\_string – командная строка, передаваемая ядру ОС

filename – полное имя файла загружаемой программы относительно корня раздела

initrdfilename – имя файла initrd (может использоваться для старта ядра ОС)

autoboot in – время задержки перед стартом загружаемой программы в секундах

*Примечания:*

1 Содержимое параметра command\_string не сохраняется в энергонезависимой памяти. При каждой загрузке для этого параметра будет установлено фиксированное значение “root=/dev/hda3 console=tty0 console=ttyS0,115200”. В случае, если необходима автоматизированная загрузка с использованием этого параметра, со значением отличным от фиксированного — рекомендуется пользоваться схемами запуска с использованием конфигурационного файла *boot.conf*.

2 Местонахождение файлов, используемых BIOS.

Под полным именем файла подразумевается путь к файлу и собственно имя файла, т.е. строка вида “/boot/linux.0”

При вводе полного имени файла следует учитывать, что под корнем “/” понимается корень выставленного раздела partition\_number. ОС может видеть этот-же файл по другому пути, если корень раздела partition\_number будет смонтирован во внутреннюю папку файловой системы. Обычно корень раздела, используемого BIOS, смонтирован в папку “/boot”. Для приведенного выше примера полное имя файла в ОС будет “/boot/boot/linux.0”

Команда 'u' обеспечивает вывод параметров загрузки и старта.

Команда 'm' обеспечивает сохранение измененных параметров в энергонезависимую память.

*Примечание:* Содержимое параметра command\_string не сохраняется в энергонезависимой памяти.

Команды 'r' или 's' обеспечивают загрузку и старт выбранного файла с кодом программы.

Команда 'b' инициирует диалог загрузки с использованием конфигурационного файла *boot.conf* (аналогично команде *boot* расширенного диалога). Файл ищется на диске *drive\_number*. Параметр *drive\_number* хранится в энергонезависимой памяти либо изменяется командой 'c'. Если диска *drive\_number* нет или в его корневом разделе нет файла *boot.conf*, команда 'b' не выполняет никаких действий.

Описание диалога загрузки с использованием *boot.conf* смотри в п. «Диалог загрузки с использованием файла *boot.conf*».

Команды '~' и '~!' обеспечивают вход в расширенный диалог.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. изн. №	Изн. № дубл	Подп. и дата	Команда 'u' обеспечивает вывод параметров загрузки и старта.  Команда 'm' обеспечивает сохранение измененных параметров в энергонезависимую память. <i>Примечание:</i> Содержимое параметра <u>command_string</u> не сохраняется в энергонезависимой памяти.  Команды 'r' или 's' обеспечивают загрузку и старт выбранного файла с кодом программы.  Команда 'b' инициирует диалог загрузки с использованием конфигурационного файла <i>boot.conf</i> (аналогично команде <i>boot</i> расширенного диалога). Файл ищется на диске <i>drive_number</i> . Параметр <i>drive_number</i> хранится в энергонезависимой памяти либо изменяется командой 'c'. Если диска <i>drive_number</i> нет или в его корневом разделе нет файла <i>boot.conf</i> , команда 'b' не выполняет никаких действий.  Описание диалога загрузки с использованием <i>boot.conf</i> смотри в п. «Диалог загрузки с использованием файла <i>boot.conf</i> ».  Команды '~' и '~!' обеспечивают вход в расширенный диалог.	
						Изм.
					ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						28

## 6.4 Расширенный диалог

Расширенный диалог позволяет:

- устанавливать и изменять пароль;
- устанавливать специфические для функционирования машины флаги;
- перезагружать МП18;
- загружать целевые программы с использованием конфигурационного файла *boot.conf*.

Расширенный диалог активируется командами ' ` ' или ' ~ ' основного диалога.

При входе в расширенный диалог появляется вывод вида

```
ENHANCED CMD MODE
```

```
Enter command, 'help' to get help, or Esc to exit
```

и появляется приглашение

```
#
```

Выход из него в основной диалог выполняется при нажатии клавиши 'Esc'.

Команды расширенного диалога состоят из одного или нескольких слов, определяющих задаваемый параметр, и собственного этого параметра. Исполнение введенной команды производится при нажатии клавиши 'Enter'.

Для облегчения ввода этих команд поддержан поиск по начальным буквам слов команды и клавише 'Tab'. Например, для ввода команды *help*, выводящей список всех доступных команд расширенного диалога, достаточно набрать 'h' и нажать 'Tab'.

При вводе и редактировании команд поддержана возможность использования клавиш 'Home', 'End', управляющих стрелок влево-вправо для перемещения курсора, стрелок вверх-вниз для выбора ранее набранных команд.

Расширенный диалог является самодокументированным: при вводе какой-либо команды и нажатии 'Tab' — будет выведена краткая справка по команде.

Ниже дается описание основных команд расширенного диалога.

### **Команда *help***

*help* - выводит помощь и список всех имеющихся команд

### **Команда *boot***

*boot* [*drive\_number*] - инициирует диалог загрузки с использованием конфигурационного файла *boot.conf* (п. «Диалог загрузки с использованием файла *boot.conf*»).

### **Команды *set* и *get***

Команды *set* и *get* устанавливают и показывают значение параметров.

Команда *set* состоит из одного или нескольких слов, определяющих устанавливаемый параметр и собственного значения этого параметра. Большинство команд *set* имеет парную команду *get*, которая обеспечивает вывод текущего значения соответствующего параметра. Команда *get* состоит из одного или нескольких слов, определяющих считываемый параметр. Ниже приводится описание этих команд.

*set boot\_device* <*drive\_number*> - устанавливает устройство загрузки (действие команды аналогично заданию *drive\_number* из основного диалога в процессе исполнения команды 'c')

Изн. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Изн. № дубл	Подп. и дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

*get boot\_device* - выводит текущее устройство загрузки.

*get drives* - выводит информацию об обнаруженных дисках и об имеющихся на них файловых системах. Пример вывода:

```
# get drives
```

```
CPU#00: Drive [5]: IDE - PCI BUS[0]:DEV[7]:FUNC[1], PIIX4 IDE Secondary Slave.
```

```
CPU#00: Partition [0]: Linux EXT3
```

```
CPU#00: Partition [2]: Whole disk
```

Для просмотра каталогов файловых систем в обнаруженных разделах следует выйти в основной диалог и использовать команду 'c' этого диалога.

*set password enable* - устанавливает новый пароль на установку параметров загрузки и запуск загрузки файла на исполнение. Эта команда инициирует диалог, позволяющий сделать попытку установки пароля не более трех раз. В случае ошибочного ввода пароля три раза подряд, машина блокируется. Повторить попытку ввода пароля можно будет только после аппаратной перезагрузки (нажатием кнопки reset или выкл/вкл питания). Диалог этой команды и последующих команд *set* является самодокументированным. В случае успешной установки выдается сообщение вида

```
Password succesfully enabled
```

Появление других сообщений говорит о невыполнении команды по указанной в сообщении причине.

*set password disable* - отменяет пароль. В случае успешной отмены выдается сообщение вида

```
Password successfully disabled
```

*set password change* - изменяет пароль. В случае успешной отмены выдается сообщение вида

```
Password successfully changed
```

*set password mode <1 | 0>* задает защищаемые паролем действия:

0 - только изменение параметров загрузки.

1 - загрузку файла на исполнение и изменение параметров загрузки.

*get password status* - выводит значение статуса пароля (включен - выключен) и защищаемые паролем действия. Пример выдачи:

```
# set password mode 1
```

```
# get password status
```

```
Status : Disabled
```

```
Check mode: Load and Modify
```

```
# set password mode 0
```

```
# get password status
```

Инд. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инд. № дубл	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
											30

Status : Disabled  
Check mode: Modify

set *test\_mem* <0 | 1> - устанавливает флаг тестирования оперативной памяти.

0 — выключено тестирование памяти после каждого старта машины

1 — включено тестирование памяти после каждого старта машины

*get test\_mem* - выводит значение этого флага тестирования оперативной памяти.

*set drive\_init\_delay* <delay> - устанавливает задержку перед началом инициализации дисков. Может использоваться в случае, если имеющиеся в ПК-3 жесткие диски не успевают раскрутиться. Чаще всего, показателем этого является то, что файловая система на дисках не видна по включению питания, но появляется при перезагрузке.

<delay> - значение задержки в секундах. Поддерживаются значения: 0, 1, 2, 3, 6, 10, 20, 30.

*get drive\_init\_delay* - выводит текущее значение задержки.

*set memory limit* <size> - устанавливает программное ограничение на объем определяемой памяти. Это ограничение будет также передаваться и в ОС.

<size> - желаемый объем ограничения памяти. 0 - отмена ограничения. Установленное ограничение вступит в силу после перезагрузки.

*get memory limit* - выводит текущее значение ограничения на объем найденной памяти.

*get memory regions* - выводит карту памяти ПК-3

*set serial\_num* <works\_num> - позволяет установить серийный номер машины (из трех цифр)

<works\_num> - заводской номер машины (8 цифр), из которого будет получен серийный.

*get serial\_num* - выводит установленный серийный номер машины.

### Команда *reset*

*reset* - производит перезагрузку машины.

### Команда *set mb\_version*

*set mb\_version* <*code*> - устанавливает код, идентифицирующий специфику конструкции данной материнской платы - разводку прерываний шины PCI и номер слота PCI, в котором находится южный мост. В соответствии с этой информацией выполняется конфигурирование инициализация PCI устройств. Далее эта информация передается загружаемой операционной системе. После смены значения параметра требуется перезагрузка.

*get mb\_version* — выводит код идентификации материнской платы.

Подп. и дата	
Инв. № дубл	
Вз. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ

**ВНИМАНИЕ:** МП18 ПОСТАВЛЯЮТСЯ С ПРЕДУСТАНОВЛЕННЫМ ПАРАМЕТРОМ mb\_version. ОБЫЧНО ОН НЕ ПОДЛЕЖИТ ЗАМЕНЕ.

Остальные команды используются для тонкой настройки машины и, в общем случае, используются только на заводе-изготовителе.

### 6.5 Диалог загрузки с использованием файла *boot.conf*

Команда *boot* [boot\_conf\_drive] расширенного диалога, либо 'b' основного, инициирует диалог загрузки с использованием конфигурационного файла *boot.conf* (см. далее), который должен лежать в нулевом разделе диска с номером boot\_conf\_drive в корневом разделе, т. е. иметь адрес *'/boot.conf'*. Если команда была набрана без задания параметра boot\_conf\_drive, то вместо него будет использован параметр drive\_number из энергонезависимой памяти.

Диалог выводит приглашение вида

boot#

После вывода данного приглашения можно ввести название метки, заданной в файле *boot.conf*, для запуска по параметрам из данной метки либо нажать Enter, для запуска по параметрам из метки, заданной как default.

Для задания загружаемого файла по такому конфигурационному файлу необходимо:

- ввести имя метки (нажатие 'Tab' выведет список меток или дополнит название по первым буквам).
- подтвердить имя метки, загрузку и запуск файла нажатием 'Enter'.

При нажатии 'Enter', без указания имени метки, программа начального старта попыбует найти метку, указанную как default, и загрузить её.

При загрузке по истечению срока обратного отсчета и наличии в корне диска файла *boot.conf* программа начального старта попыбует найти метку, указанную как default, и загрузить её.

Вводимое имя метки должно соответствовать одной из меток, указанных в параметре label=... конфигурационного файла - *image* или *vmlinux* в показанном примере.

В целом, команда *boot* [drive\_number] расширенного диалога аналогична команде основного диалога 'b' и отличается тем, что используется явно заданный ее параметром drive\_number диск. Если этого диска нет или в его корневом разделе нет файла *boot.conf*, команда не выполняет никаких действий.

#### Структура файла *boot.conf*

Стандартный файл *boot.conf* должен иметь вид:

```
default=image  
timeout=10
```

```
#first label
```

```
label=image
```

Ивл. № дубл	Вз. инв. №	Подп. и дата	Ивл. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
										32



```
partition=0
drive=0
image=/boot/image
cmdline=first cmdline
```

#second label

```
label=vmlinux
partition=0
drive=1
image=/boot/vmlinux
cmdline=second cmdline
```

Таким образом, основой организации файла *boot.conf* являются метки (label). Каждая метка содержит в себе набор параметров, используемых для загрузки.

В настоящее время имена параметров *boot.conf* и основного диалога не одинаковы. Следует учитывать следующее соответствие (слева – имя параметра основного диалога, справа - соответствующее ему имя параметра *boot.conf*):

```
drive number - drive
partition number - partition
command string - cmdline
filename - image
initrdfilename - initrdfilename
autoboot in - timeout
```

Значение времени задержки перед стартом загружаемой программы timeout является общим для всех меток и указывается в начале файла.

**ВНИМАНИЕ:** КАЖДЫЙ ПАРАМЕТР ВНУТРИ МЕТКИ ДОЛЖЕН БЫТЬ ОПРЕДЕЛЕН ТАБУЛЯЦИЕЙ, НАПРИМЕР:

```
label=image
<tab>partition=0
...
```

BIOS не дает возможность менять содержимое конфигурационного файла, таким образом, файл должен быть настроен заранее, например можно сначала загрузить операционную систему по гарантированно рабочим параметрам, и там исправить/дополнить *boot.conf*.

При отсутствии какого-либо параметра в метке (partition, image) параметр будет браться из энергонезависимой памяти.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## 7 Дополнительная информация

### 7.1 Управление температурным режимом

Процессоры 1891ВМ11Я находятся в напряженном тепловом режиме. Это требует специальных мер для поддержания температуры кристалла процессора в пределах допустимых значений.

Структуру управления температурным режимом МП18 можно представить в виде определенных функций, целью которых является защитить процессор. Использование схем термоконтроля позволяет процессору поддерживать безопасную рабочую температуру с помощью специальных программных драйверов и процедур обработки прерываний.

Функции термозащиты процессора:

Технология «Catastrophic shutdown detector» в случае отказа системы охлаждения обеспечивает отключение процессора, если температуру кристалла не удастся удержать любым из средств пассивного или активного регулирования температуры равной 105°C. Эта функция всегда активна, чтобы обеспечить защиту процессора в любом случае. После срабатывания «Catastrophic shutdown detector» процессорный модуль переходит в режим Soft-Off (S5). Для повторного старта модуля необходимо произвести цикл включения-выключения питания. Если при этом перегрев не устранен, то «Catastrophic shutdown detector» сработает снова.

Внешний температурный монитор (LM96163С) предназначен для сбора информации о температурах поверхности платы и ядра КПИ2. Эти данные могут быть использованы управляющей программой для того, чтобы предпринять необходимые меры. При дальнейшем повышении температуры до критического значения (+110 °С для процессора) последует аппаратное отключение ядра микропроцессора.

Чтение значений температур производится скриптом:

```
/mcst/bin/CNTR_TMPRT -da -t1
```

Где параметр *-t* указывает интервал времени для повторного запроса. В данном случае – 1 с.

Если МП18 работает в нормальных для него условиях с достаточной циркуляцией окружающего воздуха, то в использовании функций управления температурным режимом нет необходимости. Но когда параметры окружающей среды не являются оптимальными, необходимо использовать функции управления температурным режимом для обеспечения стабильной работы.

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Поскольку ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука» не несет ответственности за повреждения МП18 и другого оборудования, вызванные перегревом процессора, то пользователям МП18 и разработчикам систем на его основе настоятельно рекомендуется убедиться в соответствии условий эксплуатации допустимым для МП18 пределам.

### 7.2 Параметры входа в ОС Эльбрус

Для входа в диалоговый режим ОС Эльбрус необходимы имя пользователя (login) и пароль.

Login по умолчанию – root

Пароль по умолчанию – f2line. (с точкой в конце)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ	Лист
											34

## 8 Транспортирование, распаковка и хранение

### 8.1 Транспортирование

МП18 должны транспортироваться в отдельной упаковке предприятия-изготовителя, состоящей из индивидуального антистатического пакета и картонной коробки в закрытом транспорте (автомобильном, железнодорожном, авиационном в отапливаемом и герметизированном отсеке).

МП18 в упаковке должны транспортироваться в соответствии с правилами, перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования, упакованные МП18 не должны подвергаться толчкам, падениям, ударам, воздействию атмосферных осадков.

### 8.2 Распаковка

Распаковку МП18, находившихся при температуре ниже 0 °С, необходимо производить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав их в не распакованном виде в нормальных климатических условиях в течение 24 ч.

Запрещается размещение упакованных МП18 вблизи источника тепла.

При распаковке МП18 необходимо соблюдать все меры предосторожности, обеспечивающие их сохранность, а также товарный вид потребительской тары предприятия-изготовителя.

При распаковке необходимо проверить МП18 на отсутствие внешних механических повреждений после транспортирования.

### 8.3 Хранение

Хранение МП18 должно осуществляться в отапливаемых и не отапливаемых закрытых помещениях в соответствии с ГОСТ В 9.003-80 (место хранения 3, условия хранения 3)

Инв. № подл.	Подп. и дата	Вз. инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛЯЮИ.467144.077РЭ				Лист
									35

