

## Содержание

Данное руководство содержит сведения необходимые для ввода в эксплуатацию модуля процессора (преобразователя интерфейсов) МПИ ЛЯЮИ.467451.031 (в дальнейшем модуля).

Описаны особенности разработки и отладки программного обеспечения, приведены материалы необходимые для разработки дополнительных модулей расширения.

В руководстве не рассматриваются вопросы программирования и конфигурирования таких устройств как: таймер, контроллер прерываний, последовательные каналы, часы астрономического времени (RTC). На эти устройства приведены краткие справочные сведения.

## 1.2. Технические характеристики

Вычислительным ядром модуля являются:

- микропроцессор – AT91RM9200-180 МГц.
- оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) - 64 МБайт.
- Flash-диск - 8 Мбайт, встроенный Flash-BIOS.
- возможна установка карт памяти SD

### Последовательные каналы

«COM1» - RS-232C

- нуль-модемный, терминальный;
- скорость обмена данными до 115 кбит/с ;
- электростатическая защита.

«COM2» ... «COM5» - RS-485/RS-422

- дуплексный/полудуплексный;
- скорость обмена данными до 115 кбит/с;
- оптоизоляция 1500 В;

«локальная сеть»

- стандарт Ethernet 10/100 Мбит/сек.

### Электропитание

- напряжение питания - +5 +- 0,25 В;
- максимальный потребляемый ток – 1 А.

### Масса и габаритные размеры

Габаритные размеры модуля - 190 x 105 x 30,5 мм.

Масса модуля не более 0,15 кг.

Модуль по устойчивости к механическим воздействиям обыкновенного исполнения по ГОСТ 20397-82 выдерживает вибрацию частотой до 25 Гц с амплитудой не более 0,1 мм.

### 1.2.1. Условия эксплуатации

- диапазон рабочих температур: -10...+70 С°; -40...+85 С°.
- относительная влажность воздуха 40...90% при температуре +25 град.С без конденсации влаги;
- температура хранения -55...+85 град.С.

## 1.3. Состав изделия

Модуль поставляется с комплектом эксплуатационных документов.

## 1.4. Устройство и работа

### 1.4.1. Общее функциональное описание

#### 1.4.1.1. Микропроцессор

Вычислительным ядром модуля является интегрированный микропроцессор AT91RM9200 фирмы Atmel.

Микропроцессор объединяет в себе ядро архитектуры ARM920T ARM Thumb и периферийные устройства:

- 1) контроллер прерываний;
- 2) таймер;
- 3) контроллер прямого доступа к памяти;
- 4) сторожевой таймер (WATCHDOG);
- 5) порт Ethernet MAC 10/100 Base-T;
- 6) два порта USB 2.0 host;
- 7) логику управления энергопотреблением;

8) контроллер DRAM и FLASH памяти.

Подробные сведения о микропроцессоре содержатся в фирменном руководстве (Приложение А п.1).

#### 1.4.1.2. Оперативное запоминающее устройство ОЗУ

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) имеет объем 64 Мбайт. ОЗУ выполнено на 2-х микросхемах динамической памяти емкостью 16М x 16 бит.

#### 1.4.1.3. Постоянное запоминающее устройство ПЗУ

Для хранения программ и данных используется микросхема энергонезависимой Flash-памяти емкостью 8 Мбайт. Часть объема микросхемы используется для хранения базовой системы ввода/вывода (BIOS). Остальная часть используется для организации электронного диска, содержащего операционную систему Linux и программы и данные пользователя. Предусмотрена возможность установки Flash-карт формата «SD».

#### 1.4.1.4. Часы астрономического времени

Модуль имеет часы астрономического времени. Часы питаются от источника питания модуля.

#### 1.4.1.5. Последовательные каналы

Модуль имеет пять последовательных каналов передачи данных.

"COM1" - нульмодемный, асинхронный RS-232C. "COM1" используется для стандартного консольного ввода/вывода.

"COM2" ... «COM5» – дуплексный/полудуплексный оптоизолированный RS-485 / RS-422 со скоростью обмена до 115 кбит/с.

#### 1.4.1.9. Интерфейс Ethernet

Модуль имеет контроллер интерфейса Ethernet. Канал обеспечивает связь по протоколу 10/100 Fast Ethernet.

#### 1.4.1.10. Сторожевой таймер

Встроенный в микропроцессор сторожевой таймер позволяет запрограммировать 8 интервалов срабатывания в диапазоне от 80 мкс до 5 мин. Сторожевой таймер может генерировать сигнал сброса, немаскируемого (NMI) или обычного (IRQ) прерывания. Подробные сведения о конфигурировании сторожевого таймера в микропроцессоре содержатся в фирменном руководстве (Приложение А п.1).

#### 1.4.1.11. Системный «Сброс»

Аппаратный сброс процессора формируется супервизором при включении питания, при срабатывании сторожевого таймера или при нажатии кнопки "сброс".

#### 1.4.1.12. Индикация

Модуль имеет два программно управляемых светодиода (красный и зеленый) и восемь светодиодов, используемых для контроля работы последовательных каналов COM2 – COM5.

#### 1.4.1.13. Электропитание

Питание модуля осуществляется от одного источника напряжением +5 В.

#### 1.4.1.14. Системное программное обеспечение

Системное ПО включает в себя:

- базовую систему ввода/вывода (BIOS) со встроенным загрузчиком операционной системы (DarrenLoader+UBoot);

- операционную систему Linux.

Стандартный консольный ввод/вывод направляется в последовательный порт "COM1" с параметрами 115200,п,8,1.

### 1.4.2. Оперативная и постоянная память

### 1.4.2.1. Оперативное запоминающее устройство ОЗУ

Объем ОЗУ составляет 64 Мбайт.

### 1.4.2.2. Постоянное запоминающее устройство ПЗУ

В качестве ПЗУ используется микросхема Flash-памяти объемом 8 Мбайт.

В вилку XS3 может быть установлена карта памяти SD. Операционной системой она будет распознан как дисковое устройство.

### 1.4.3. Устройства ввода/вывода

Подробные сведения о назначении и конфигурировании внутренних регистров содержатся в фирменном руководстве по микропроцессору (см. Приложение А п.1).

\* **Внимание!** Прикладные программы не должны как-либо использовать эти регистры при работе.

### 1.4.7. Асинхронные последовательные каналы

Модуль имеет пять асинхронных последовательных каналов.

С программной точки зрения канал COM1 является недоступным. Он предназначен для консольного ввода-вывода и наладочных целей. Портам COM2 – COM5 соответствуют устройства Linux с именами ttyUSB0... ttyUSB3.

#### 1.4.7.1. COM1

Последовательный канал COM1 имеет интерфейс RS-232C.

Расположение сигналов на контактах разъема XP1++ приведено в таблице 6.

Таблица 6

№ контакта	Наименование сигнала
1	
2	
3	RxD
4	
5	TxD
6	
7	
8	
9	Общий
10	

#### 1.4.7.2. COM2 – COM5

Последовательные каналы COM2 – COM5 идентичны по своей реализации и имеют физический интерфейс RS-485/RS-422 с гальванической изоляцией.

Расположение сигналов интерфейсов RS-485/RS-422 на контактах разъемов XP3 (COM2), XP4 (COM3), XP6 (COM4) и XP7 (COM5) приведено в таблице 11.

Последовательные каналы могут работать в дуплексном и полудуплексном режиме. При работе в полудуплексном режиме приемник интерфейса RS-485 может быть всегда включен (работа с «эхом») или может выключаться на время передачи. Включение передатчика производится автоматически. Установка коммутационных переключателей для выбора режима «с эхом»-«без эхо» приведена в таблице 12.

Таблица 11

№ Конт.	Назначение
1, 2	LINE- при работе в полудуплексном режиме или TxD- при работе в дуплексном режиме
3, 4	LINE+ при работе в полудуплексном режиме или TxD+ при работе в дуплексном режиме
5, 6	RxD+ при работе в дуплексном режиме
7, 8	RxD- при работе в дуплексном режиме
9, 10	Изолированный «общий»

Таблица 12

COM-порт	Устанавливаемые переключатели		Примечание
	приемник всегда разрешен	приемник запрещен во время передачи	
COM2	ХТ14 – ХТ15	ХТ13 – ХТ14	
COM3	ХТ17 – ХТ18	ХТ16 – ХТ17	
COM4	ХТ34 – ХТ35	ХТ33 – ХТ34	
COM5	ХТ37 – ХТ38	ХТ36 – ХТ37	

Переключение режима работы последовательных каналов COM2 – COM5 производится с помощью коммутационных переключателей. Установка коммутационных переключателей приведена в таблице 13.

Таблица 13

COM-порт	Устанавливаемые переключатели		Примечание
	полудуплексный (RS-485)	дуплексный (RS-422)	
COM2	ХТ19 – ХТ21	ХТ19 – ХТ22	
COM3	ХТ20 – ХТ23	ХТ20 – ХТ24	
COM4	ХТ39 – ХТ41	ХТ39 – ХТ42	
COM5	ХТ40 – ХТ43	ХТ40 – ХТ44	

Установка переключателей для включения «терминаторов» приведена в таблице 14.

Таблица 14

COM-порт	Устанавливаемые переключатели		Примечание
	полудуплексный (RS-485)	дуплексный (RS-422)	
COM2	ХТ25 – ХТ29	ХТ25 – ХТ29, ХТ26 – ХТ30	
COM3	ХТ27 – ХТ31	ХТ27 – ХТ31, ХТ28 – ХТ32	
COM4	ХТ45 – ХТ49	ХТ45 – ХТ49, ХТ46 – ХТ50	
COM5	ХТ47 – ХТ51	ХТ47 – ХТ51, ХТ48 – ХТ52	

Для индикации наличия обмена по последовательным каналам используются светодиодные индикаторы VD2 – VD9 в соответствии с маркировкой на плате модуля.

Работа с последовательными каналами возможна только средствами операционной системы Linux, установленной в модуле (устройства /dev/ttyUSBX).

Для корректной работы последовательных каналов необходимо, чтобы были установлены следующие переключатели:

ХТ6-ХТ8  
ХТ5-ХТ7  
ХТ9-ХТ11  
ХТ10-ХТ12.

#### 1.4.8. Часы астрономического времени

Доступ к часам астрономического времени (RTC) возможен только средствами операционной системы Linux, установленной в модуле. Модуль не оборудован элементами автономного питания. Таким образом, системные часы должны быть синхронизированы с внешним источником времени каждый раз после загрузки ОС Linux.

#### 1.4.9. сторожевой таймер (Watchdog)

Сторожевой таймер (СТ) предотвращает зависание программы из-за неверной работы процессора. Программное конфигурирование сторожевого таймера производится средствами операционной системы Linux, установленной в модуле.

#### 1.4.11. Электропитание

Питание модуля производится от источника постоянного тока напряжением +5В +5%.  
Входное напряжение поступает на модуль через клеммный соединитель XS2.  
Источник питания должен обеспечивать ток не менее 1 А.

## 1.4.12. Габаритный чертеж модуля

На рисунке 2 приведен габаритный чертеж модуля.

## 1.5. Маркировка

1.5.1. Маркировка модуля наносится на печатную плату методом шелкографии.

1.5.2. Транспортная маркировка наносится в соответствии с конструкторской документацией.

## 1.6. Упаковка

Модуль упаковывается во влагозащитную транспортную тару и уплотняется так, чтобы исключить возможность его смещения во время транспортирования.

Модуль должен упаковываться в закрытых вентилируемых помещениях с температурой окружающего воздуха от 15 до 40 °С и относительной влажностью до 80 %.

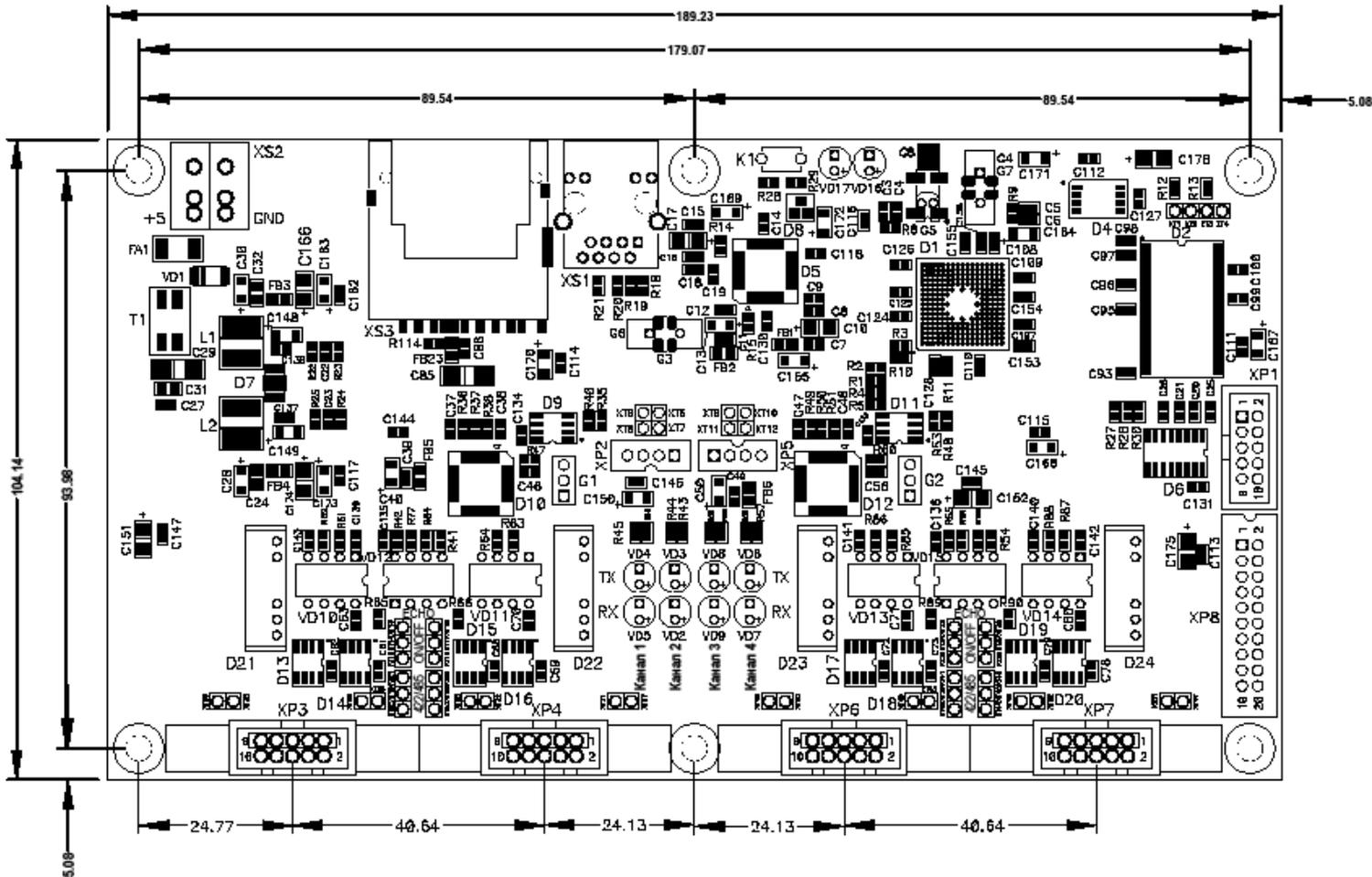


Рис.2 Габаритный чертеж модуля МПИ-4-1.

### 1.4.12. Сборочный чертеж модуля

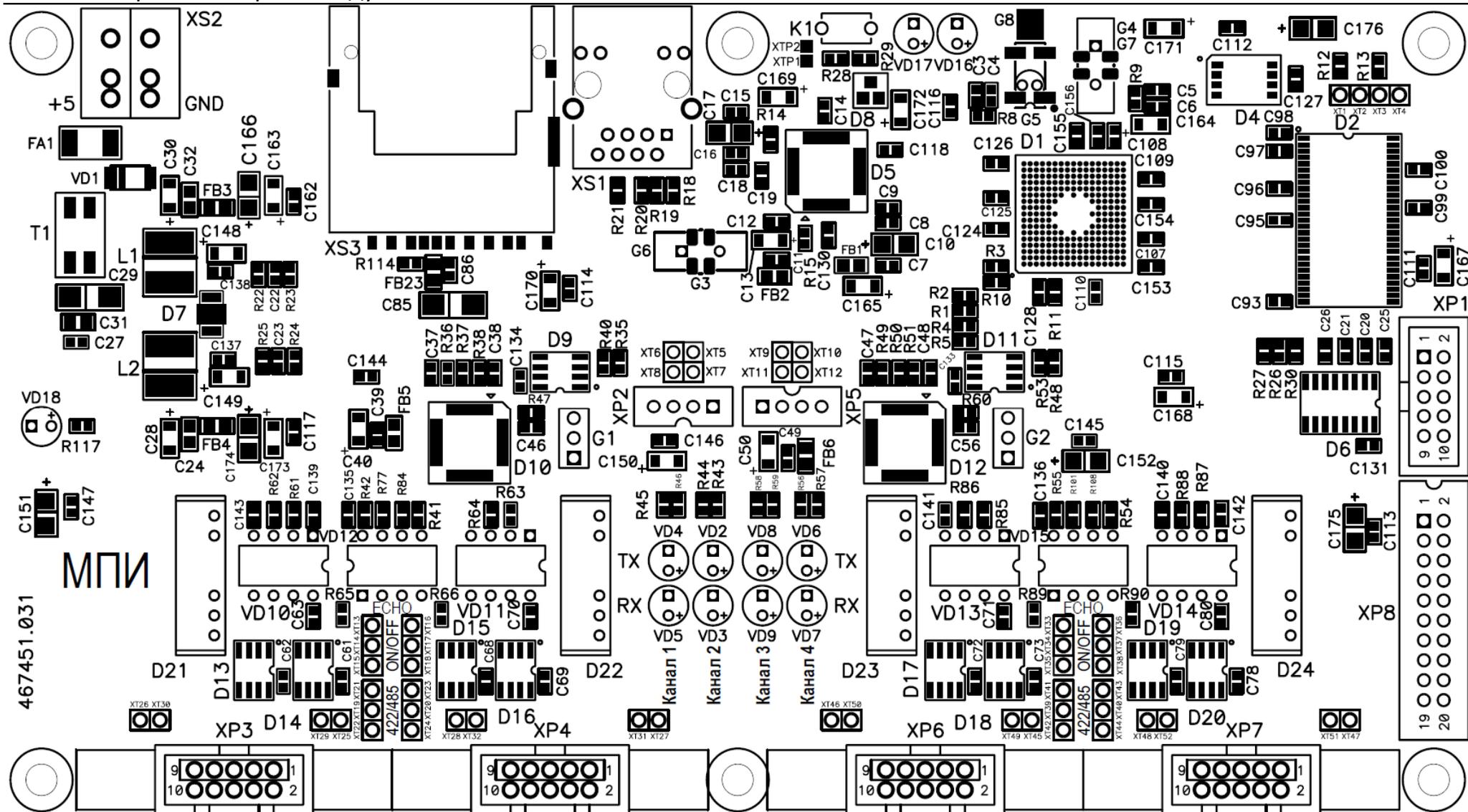


Рисунок 3. Сборочный чертеж

## 2. Использование по назначению

### 2.1. Подготовка изделия к использованию

Для того, чтобы начать работать с модулем, необходимо выполнить следующие действия:

- 1) подключить кабель последовательного канала ЛЯЮИ.685611.075 для обеспечения консольного ввода/вывода;
- 2) запустить на ПК эмулятор терминала и настроить параметры COM-порта (1.4.1.14). Расположение разъемов и коммутационных элементов показано на рисунке 3.

### 2.2. Подключение питания

Подключите провода от источника питания к разъему XS2 модуля, соблюдая полярность, согласно рисунку 3.

Источник питания должен обеспечивать ток не менее 1 А.

### 2.3. Подключение кабеля последовательного канала

Подключите к разъему XP1 кабель ЛЯЮИ.685611.075.

Разъем последовательного канала RS-232C ПК соедините с помощью нуль-модемного кабеля с кабелем ЛЯЮИ.685611.075.

### 2.4. Диагностические сообщения

Для вывода диагностических сообщений используются светодиоды VD16 и VD17 (см. рисунок 2).

Светодиод VD16 показывает загрузку процессора: чем чаще моргает светодиод – тем выше загрузка процессора. Управление светодиодом происходит средствами ядра операционной системы Linux.

### 2.5. Обмен файлами между модулем и ПК

Обмен файлами между модулем и ПК осуществляется при помощи средств операционной системы Linux, установленной в модуле, по протоколу ftp. ПК должен выступать в качестве сервера ftp.

### 2.6. Системное ПО модуля

Загрузка модуля в штатном режиме состоит из 3-х этапов:

- 1) Начальный загрузчик (Darrell's loader)
- 2) Загрузчик U-boot
- 3) Ядро ОС Linux с файловой системой.

Начальный загрузчик (Darrell's loader) может быть через отладочный COM1 порт с использованием X-modem протокола. В случае отсутствия возможности использовать сам darrell's loader для загрузки себя можно загрузить установив перемычку на плате (XT3-XT4). Процессор в этом случае сам начнет принимать darrell's loader по X-modem через отладочный порт.

Первично U-boot может быть загружен с помощью соответствующего пункта меню в darrell's loader через X-modem. В последствии U-boot может быть перезаписан собственными средствами загрузчика. Для этого необходимо его загрузить через сеть с использованием протокола ftp (еаезище 20200000 u-boot.bin) и записать на flash командой sr.b (адреса загрузки компонент ОС выводятся в приветственном сообщении u-boot). Более подробно с синтаксисом команд u-boot можно ознакомиться на сайте (<http://www.denx.de/wiki/U-Boot/>).

Ядро ОС с включенной в него файловой системой загружается также средствами u-boot через ftp и далее записывается на flash по соответствующему адресу.

При необходимости flash память можно защитить от записи установкой перемычки XT1-XT2.

## 3. Техническое обслуживание

В течение всего срока службы модуль не требует технического обслуживания.

## 4. Распаковка

4.1. Распаковка модуля должна производиться в помещении при температуре воздуха не ниже 15 °С и относительной влажности не более 70 %.

4.2. Распаковку модулей, находившихся при температуре ниже 0 °С, необходимо производить в отапливаемом помещении, предварительно выдержав в нормальных условиях в течение 24 часов.

4.3. Запрещается размещение упакованных модулей вблизи источника тепла.

4.4. При распаковке необходимо соблюдать все меры предосторожности, обеспечивающие сохранность изделий.

4.5. Во время распаковки необходимо проверить внешний вид модулей на отсутствие повреждений после транспортирования.

## 5. Хранение

### 5.1. Условия хранения изделия

5.1.1. Модули в упаковке должны храниться в закрытом вентилируемом и отапливаемом помещении при температуре воздуха от 5 до 40 °С, относительной влажности воздуха не более 80%.

5.1.2. Срок хранения (сохраняемость) модулей без переконсервации не должен превышать 12 месяцев.

5.1.3. Магнитные носители информации рекомендуется хранить в отдельном помещении с кондиционированием, позволяющим исключить резкие изменения условий хранения.

5.1.4. Недопустимо воздействие на магнитные носители солнечного света, теплового потока. Должно быть исключено воздействие ферромагнитных масс и сильных электромагнитных полей.

### 5.2. Способы утилизации

Специальных требований по утилизации не предъявляется.

## 6. Транспортирование

6.1. Для транспортирования модули должны быть упакованы в транспортную тару предприятия-изготовителя.

6.2. Транспортирование модулей допускается автомобильным, железнодорожным, авиационным (в отапливаемых герметизированных отсеках) видами транспорта на любые расстояния.

6.3. Транспортирование модулей допускается при следующих условиях:

1) температура окружающего воздуха от -50 до +60 °С;

2) относительная влажность до 95 % при температуре 30 °С;

3) атмосферное давление от 84 до 107 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.).

Допускаются ударные нагрузки не более 15 г при длительности ударного ускорения  $10 \pm 15$  мс.

6.4. Размещение и крепление транспортной тары должны обеспечивать устойчивость их положения, исключать смещения и удары при транспортировании.

6.5. При погрузке и транспортировании должны строго выполняться требования предупредительных надписей на таре и не должны допускаться толчки и удары, которые могут отразиться на сохранности и работоспособности устройств системы.

## Приложение А

### Литература

1. Atmel Co., AT91RM9200 Datasheet ARM920T-based microcontroller, Rev. 09-Jul-09