

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научной работе и  
стратегическому развитию МФТИ

\_\_\_\_\_ Аушев Т.А.-Х.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор НГТУ

\_\_\_\_\_ Дмитриев С.М.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**ИНТЕГРИРОВАННЫЙ МОДУЛЬ**

Руководство по эксплуатации

НМРУ.466216.001РЭ

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий ЛМПАСВС

\_\_\_\_\_ Дроздов А.Ю.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**Представители**

**предприятия-разработчика**

Руководитель ЦЦТ НГТУ

\_\_\_\_\_ Рындык А.Г.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

\_\_\_\_\_ Мякинников А.В.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

\_\_\_\_\_ Сидоров С.Б.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

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

## Содержание

Содержание.....		2
Введение.....		3
1 Описание и работа.....		5
1.1 Назначение изделия .....		5
1.2 Технические характеристики.....		5
1.3 Состав изделия .....		6
1.4 Устройство и работа .....		7
1.5 Маркировка.....		20
1.6 Упаковка.....		20
2 Использование по назначению .....		22
2.1 Эксплуатационные ограничения .....		22
2.2 Подготовка изделия к использованию .....		22
2.3 Использование изделия .....		24
3 Техническое обслуживание.....		33
3.1 Общие указания.....		33
3.2 Меры безопасности.....		33
3.3 Консервация (расконсервация, переконсервация).....		33
4 Текущий ремонт .....		35

Перв. примен. НМРУ.466216.001

Справ. № НМРУ.62.05

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

4	Изм	НМРУ.62.05			
1	Все	НМРУ.62.01			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Фролов				
Провер.	Букварев				
Н. контр.	Кочубейник				
Утв.	Рындык				

<b>НМРУ 466216 001 РЭ</b>								
<i>Интегрированный модуль</i>	<i>Руководство по эксплуата-</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Лит.</td> <td style="width: 33%;">Лист</td> <td style="width: 33%;">Листов</td> </tr> <tr> <td>Ө   Ө<sub>1</sub>   А</td> <td>2</td> <td>39</td> </tr> </table>	Лит.	Лист	Листов	Ө   Ө <sub>1</sub>   А	2	39
Лит.	Лист	Листов						
Ө   Ө <sub>1</sub>   А	2	39						

5 Хранение .....	36
6 Транспортирование .....	37
7 Утилизация.....	38

Инв. № подл.	Подп. и дата				Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМРУ.466216.001РЭ	Лис
	3																

## Введение

Настоящее руководство по эксплуатации интегрированного модуля (ИМ) НМРУ.466216.001 на основе высокопроизводительных процессоров цифровой обработки сигнала (ВПЦОС) рассчитано на инженерно-технический и технический состав, занимающийся эксплуатацией ИМ.

К работе с ИМ допускаются лица, ознакомившиеся с настоящим руководством по эксплуатации и имеющие необходимые навыки программирования процессоров цифровой обработки сигналов. Для эффективного использования вычислительных возможностей изделия необходимы знания принципов построения многопоточных приложений, навыки многопоточного программирования и использования механизмов синхронизации и асинхронного обмена сообщениями. Кроме того, поскольку работа изделия подразумевает взаимодействие с ПК, необходимы навыки разработки прикладного ПО для ОС семейств Windows или Linux.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	НМРУ.466216.001РЭ					Лис
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение изделия

ИМ предназначен для параллельной обработки цифровых сигналов, поступающих от внешних устройств (радиолокационных систем, систем радиосвязи с интеллектуальными антеннами, систем радиоизмерений) с применением программного обеспечения (ПО), обеспечивающего функционирование и взаимодействие аппаратных средств ИМ.

## 1.2 Технические характеристики

Основные технические характеристики ИМ приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Технические характеристики интегрированного модуля

Наименование параметра (режим измерения)	Единицы измерения	Норма параметра			Температура окружающей среды, °С
		не менее	тип.	не более	
Габаритные размеры (ДхШхВ)	мм		300x175x 74		от минус 40 до +60
Масса	кг	3,1	3,2	3,3	
Количество кластеров	Ед.	1	-	5	
Количество ВПЦОС в кластере	Ед.	-	4	-	
Скорость обмена между ВПЦОС в кластере	Мбайт/с	100	-	-	
Скорость обмена между кластера- ми	Мбайт/с	25	-	-	
Напряжение источника питания, Vdd	В	22	27	30	

Инва. № подл.	Инва. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата
---------------	---------------	--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИМРУ.466216.001РЭ	Лис
						5

Продолжение таблицы 1

Мощность, потребляемая от сети электропитания	Вт	-	-	150	
---	----	---	---	-----	--

1.3 Состав изделия

Интегрированный модуль представляет собой моноблок с пассивным воздушным охлаждением, предназначенный для установки в целевое устройство (ЦУ) - аппаратный комплекс, в составе которого он будет эксплуатироваться.

Основными функциональными узлами ИМ являются submodule (четырёхпроцессорные вычислительные кластеры). В ИМ могут быть установлены от одного до пяти submodule. Установка submodule производится на предприятии-изготовителе ИМ.

ИМ может поставляться в одном из пяти вариантов исполнения, которые представлены в таблице 2. Варианты исполнения ИМ отличаются между собой количеством установленных submodule.

Таблица 2 – варианты исполнения ИМ

Вариант исполнения ИМ	Количество submodule
НМРУ.466216.001	5
НМРУ.466216.001-01	4
НМРУ.466216.001-02	3
НМРУ.466216.001-03	2
НМРУ.466216.001-04	1

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМРУ.466216.001РЭ	Лис
						6

Субмодуль состоит из 4 высокопроизводительных процессоров цифровой обработки и памяти.

Для взаимодействия ИМ с ПК, работающего под управлением ОС Windows или Linux предназначено прикладное программное обеспечение (далее ПрПО) МФАС.00008-01 12 01. Взаимодействие подразумевает возможность загрузки программных модулей (далее ПМод) с ПК на ИМ, запуск ПМод на исполнение, мониторинга процесса работы ПМод, а так же обмена данными между ПК и ИМ.

Работа с ПрПО осуществляется в соответствие с документами МФАС.00008-01 34 01 (руководство оператора) и МФАС.00008-01 33 01 (руководство программиста). Программное обеспечение поставляется отдельно.

#### 1.4 Устройство и работа

##### 1.4.1 Общее устройство

С внешними устройствами ИМ сопрягается посредством разъемного соединения содержащего вводы напряжения питания, вводы JTAG - интерфейса программирования ПЛИС, вводы JTAG-интерфейса, обеспечивающие связь процессоров ИМ через USB порт с ПК, а так же интерфейсы PCI Express и Ethernet 10/100, осуществляющие обмен данными между ИМ и ЭВМ. Тепловая мощность отводится системой теплопроводящих прокладок и рассеивается двумя ребренными радиаторами между которых закреплена несущая плата ИМ НМРУ.466216.003.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМРУ.466216.001РЭ	Лис
						7

## 1.4.2 Порты связи интегрированного модуля

На несущей плате ИМ размещена интерфейсная ПЛИС «Spartan 6», являющаяся связующим звеном между процессорными кластерами и ЭВМ (рисунок 1). Связь ПЛИС с процессорными кластерами осуществляется по link-каналам. Интерфейс link-канала включает шину данных (с разрядностью 1 или 4), тактовый сигнал и два сигнала управления. В таблице 3 в соответствии с рисунком 1 приведена архитектура соединения link-каналов несущей платы НМРУ.466216.003. Обозначение осуществляется по схеме: Sx\_Py\_Lz, где x – номер submodule (0 – 4); y – номер процессора на submodule (0 – 3); z – номер link-порта (0 – 3).

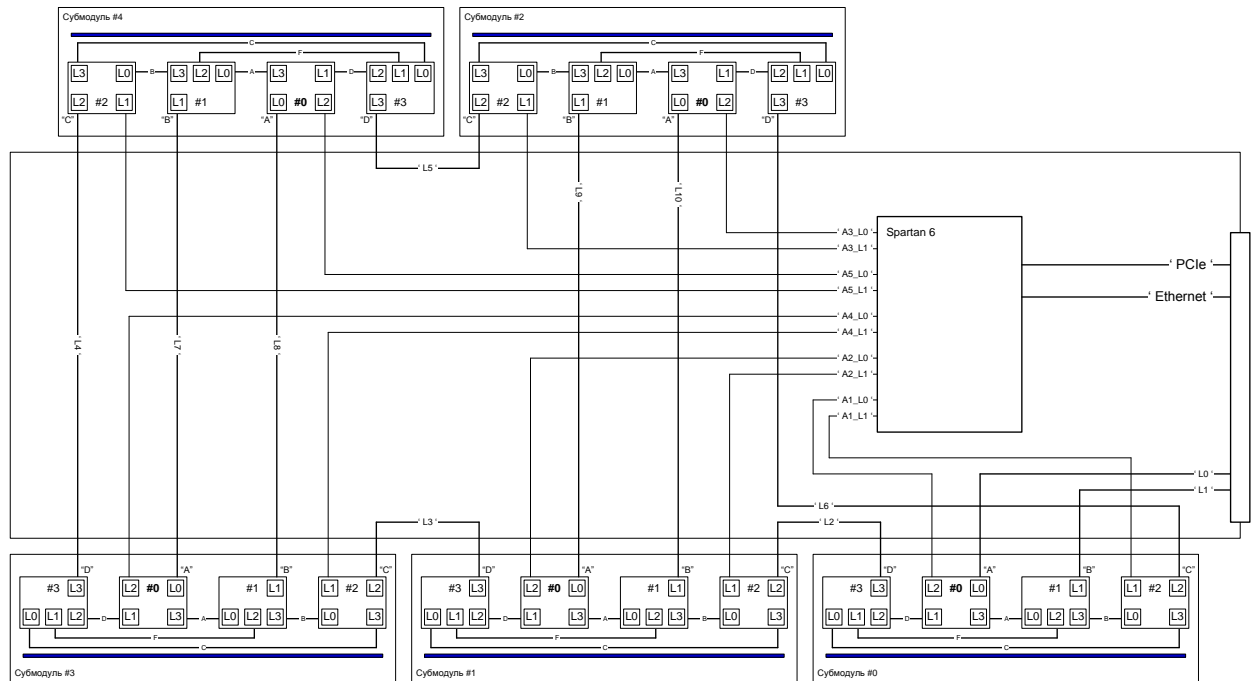


Рисунок 1 – Схема соединения link - каналов ИМ

Таблица 3 — Соединения link - каналов на несущей плате НМРУ.466216.003

Порт	Связан с	Разрядность (бит)	Примечание
S0_P0_L0	–	1	Внешний "L0"
S0_P0_L2	–	1	Spartan "A1_L0"

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМРУ.466216.001РЭ	Лис
											8



Продолжение таблицы 2

S0_P1_L1	–	1	Внешний "L1"
S0_P2_L1	–	1	Spartan "A1_L1"
S0_P2_L2	S2_P3_L3	4	L6
S0_P3_L3	S1_P2_L2	4	L2
S1_P0_L0	S2_P1_L1	4	L9
S1_P0_L2	–	1	Spartan "A2_L0"
S1_P1_L1	S2_P0_L0	4	L10
S1_P2_L1	–	1	Spartan "A2_L1"
S1_P2_L2	S0_P3_L3	4	L2
S1_P3_L3	S3_P2_L2	4	L3
S2_P0_L0	S1_P1_L1	4	L10
S2_P0_L2	–	1	Spartan "A3_L0"
S2_P1_L1	S1_P0_L0	4	L9
S2_P2_L1	–	1	Spartan "A3_L1"
S2_P2_L2	S4_P3_L3	4	L5
S2_P3_L3	S0_P2_L2	4	L6
S3_P0_L0	S4_P1_L1	4	L7
S3_P0_L2	–	1	Spartan "A4_L0"
S3_P1_L1	S4_P0_L0	4	L8
S3_P2_L1	–	1	Spartan "A4_L1"
S3_P2_L2	S1_P3_L3	4	L3
S3_P3_L3	S4_P2_L2	4	L4
S4_P0_L0	S3_P1_L1	4	L8
S4_P0_L2	–	1	Spartan "A5_L0"
S4_P1_L1	S3_P0_L0	4	L7
S4_P2_L1	–	1	Spartan "A5_L1"
S4_P2_L2	S3_P3_L3	4	L4
S4_P3_L3	S2_P2_L2	4	L5

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

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

HMPY.466216.001PЭ

### 1.4.3 Порты связи субмодуля

На рисунке 2 приведена схема соединения link портов субмодуля. Взаимодействие между процессорами субмодуля возможно через link порты LNK\_A, LNK\_B, LNK\_C, LNK\_D и LNK\_F. Внешние порты LNK0 и LNK1 предназначены для взаимодействия с ПЛИС Spartan 6 на базовой плате. С помощью внешних A, B, C, D link портов субмодуль может взаимодействовать с другими субмодулями, а также с другим ИМ.

В таблице 4 с учетом обозначений, принятых в разделе 1.4.2 а также рисунками 1 и 2, приведена архитектура соединения link-каналов субмодулей НМРУ.466216.002.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ИМРУ.466216.001РЭ	Лис
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

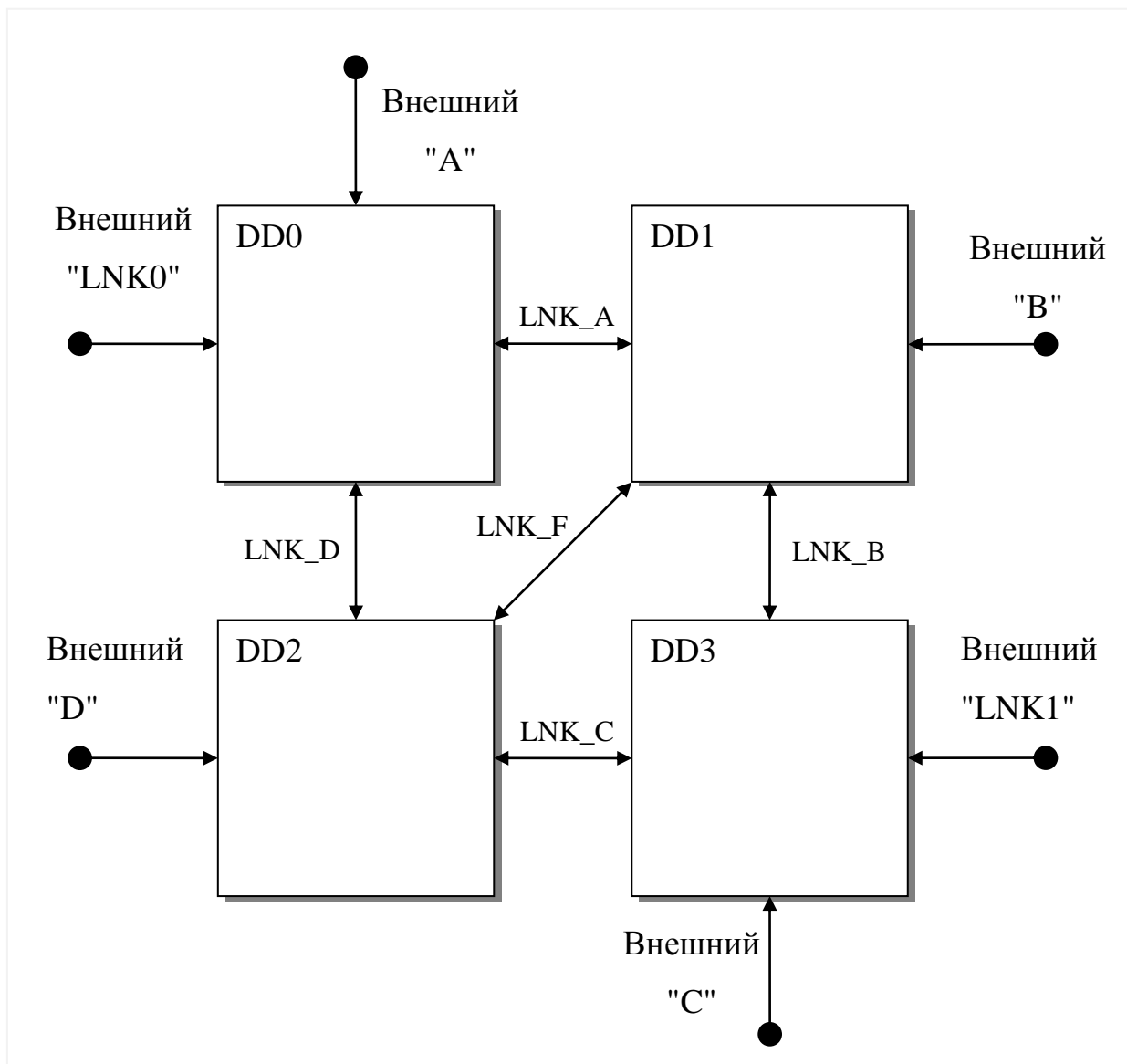


Рисунок 2 – Link порты submodule

Таблица 4 — Соединения link - каналов submodule HMPY.466216.002

Порт	Связан с	Разрядность (бит)	Примечание
Sx_P0_L0	–	4	Внешний "А"
Sx_P0_L1	Sx_P3_L2	4	LNK_D
Sx_P0_L2	–	1	Внешний "LNK0"
Sx_P0_L3	Sx_P1_L0	4	LNK_A
Sx_P1_L0	Sx_P0_L3	4	LNK_A
Sx_P1_L1	–	4	Внешний "В"
Sx_P1_L2	Sx_P3_L1	4	LNK_F
Sx_P1_L3	Sx_P2_L0	4	LNK_B

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

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

HMPY.466216.001PЭ

Лис

11

Продолжение таблицы 4

Sx_P2_L0	Sx_P1_L3	4	LNK_B
Sx_P2_L1	–	1	Внешний "LNK1"
Sx_P2_L2	–	4	Внешний "C"
Sx_P2_L3	Sx_P3_L0	4	LNK_C
Sx_P3_L0	Sx_P2_L3	4	LNK_C
Sx_P3_L1	Sx_P1_L2	4	LNK_F
Sx_P3_L2	Sx_P0_L1	4	LNK_D
Sx_P3_L3	–	4	Внешний "D"

1.4.4 Сигналы прерывания

В таблице 5 показано использование сигналов прерываний IRQ ВПЦОС и сигналов прямой адресации памяти DMA.

Таблица 5 — Сигналы IRQ и DMA ВПЦОС

	Вход	Сигнал на входе	Примечание
DSP 0	DMAR0_A	"1"	не используются
	DMAR1_A	"1"	
	DMAR2_A	"1"	
	DMAR3_A	"1"	
	IRQ0_A	"1"	не используется
	IRQ1_A	FLAG1_D	
	IRQ2_A	FLAG1_B	
	IRQ3_A	FLAG1_C	
DSP 1	DMAR0_B	"1"	не используются
	DMAR1_B	"1"	
	DMAR2_B	"1"	
	DMAR3_B	"1"	
	IRQ0_B	"1"	не используется
	IRQ1_B	FLAG1_A	
	IRQ2_B	FLAG2_D	

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

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

HMPY.466216.001PЭ

Лис

12

Продолжение таблицы 5

	IRQ3_B	FLAG2_C	
DSP 2	DMAR0_C	"1"	не используются
	DMAR1_C	"1"	
	DMAR2_C	"1"	
	DMAR3_C	"1"	
	IRQ0_C	"1"	не используется
	IRQ1_C	FLAG2_A	
	IRQ2_C	FLAG2_B	
	IRQ3_C	FLAG3_D	
DSP 3	DMAR0_D	HOST	
	DMAR1_D	"1"	не используются
	DMAR2_D	"1"	
	DMAR3_D	"1"	
	IRQ0_D	"1"	не используется
	IRQ1_D	FLAG3_A	
	IRQ2_D	FLAG3_B	
	IRQ3_D	FLAG3_C	

В таблице 6 показаны связи link - каналов submodule с сигналами запросов на прерывания и прямой доступ к памяти.

Обозначение запросов прерываний осуществляется по схеме Sx\_Py\_Iw (таблица 6), где x – номер submodule (0 – 5); y – номер процессора на submodule (0 – 3); w – номер запроса прерывания IRQ (0 – 3).

Таблица 6 — Входы прерываний IRQ

Порт	Связан с	Сигнал по схеме	Примечание
Sx_P0_I0	–	IRQ0_A	не используется
Sx_P0_I1	Sx_P3_F1	FLAG1_D	
Sx_P0_I2	Sx_P1_F1	FLAG1_B	
Sx_P0_I3	Sx_P2_F1	FLAG1_C	
Sx_P1_I0	–	IRQ0_B	не используется

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Продолжение таблицы 6

Sx_P1_I1	Sx_P0_F1	FLAG1_A	
Sx_P1_I2	Sx_P3_F2	FLAG2_D	
Sx_P1_I3	Sx_P2_F2	FLAG2_C	
Sx_P2_I0	–	IRQ0_C	не используется
Sx_P2_I1	Sx_P0_F2	FLAG2_A	
Sx_P2_I2	Sx_P1_F2	FLAG2_B	
Sx_P2_I3	Sx_P3_F3	FLAG3_D	
Sx_P3_I0	–	IRQ0_D	не используется
Sx_P3_I1	Sx_P0_F3	FLAG3_A	
Sx_P3_I2	Sx_P1_F3	FLAG3_B	
Sx_P3_I3	Sx_P2_F3	FLAG3_C	

Для расширения возможностей синхронизации процессоров при выполнении программ, на каждом submodule реализована схема связей между портами ввода-вывода процессоров и линиями запросов прерывания. Данная схема приведена в таблице 7.

Таблица 7 — Выходы портов ввода-вывода «FLAG»

Порт	Связан с	Сигнал по схеме	Примечание
Sx_P0_F0	TP xx	DSPA_LOAD	для контроля
Sx_P0_F1	Sx_P1_I1	FLAG1_A	
Sx_P0_F2	Sx_P2_I1	FLAG2_A	
Sx_P0_F3	Sx_P3_I1	FLAG3_A	
Sx_P1_F0	TP xx	DSPB_LOAD	для контроля
Sx_P1_F1	Sx_P0_I2	FLAG1_B	
Sx_P1_F2	Sx_P2_I2	FLAG2_B	
Sx_P1_F3	Sx_P3_I2	FLAG3_B	
Sx_P2_F0	TP xx	DSPC_LOAD	для контроля
Sx_P2_F1	Sx_P0_I3	FLAG1_C	
Sx_P2_F2	Sx_P1_I3	FLAG2_C	
Sx_P2_F3	Sx_P3_I3	FLAG3_C	

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

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

HMPY.466216.001PЭ

Продолжение таблицы 7

Sx_P3_F0	XP3	DSP_LOAD	внешний выход
Sx_P3_F1	Sx_P0_I1	FLAG1_D	
Sx_P3_F2	Sx_P1_I2	FLAG2_D	
Sx_P3_F3	Sx_P2_I3	FLAG3_D	

### 1.4.5 Начальная инициализация процессоров

На рисунке 3 изображены основные связи управления питанием ИМ. Подключение внешнего питания ИМ осуществляется через разъем MQLF-28.

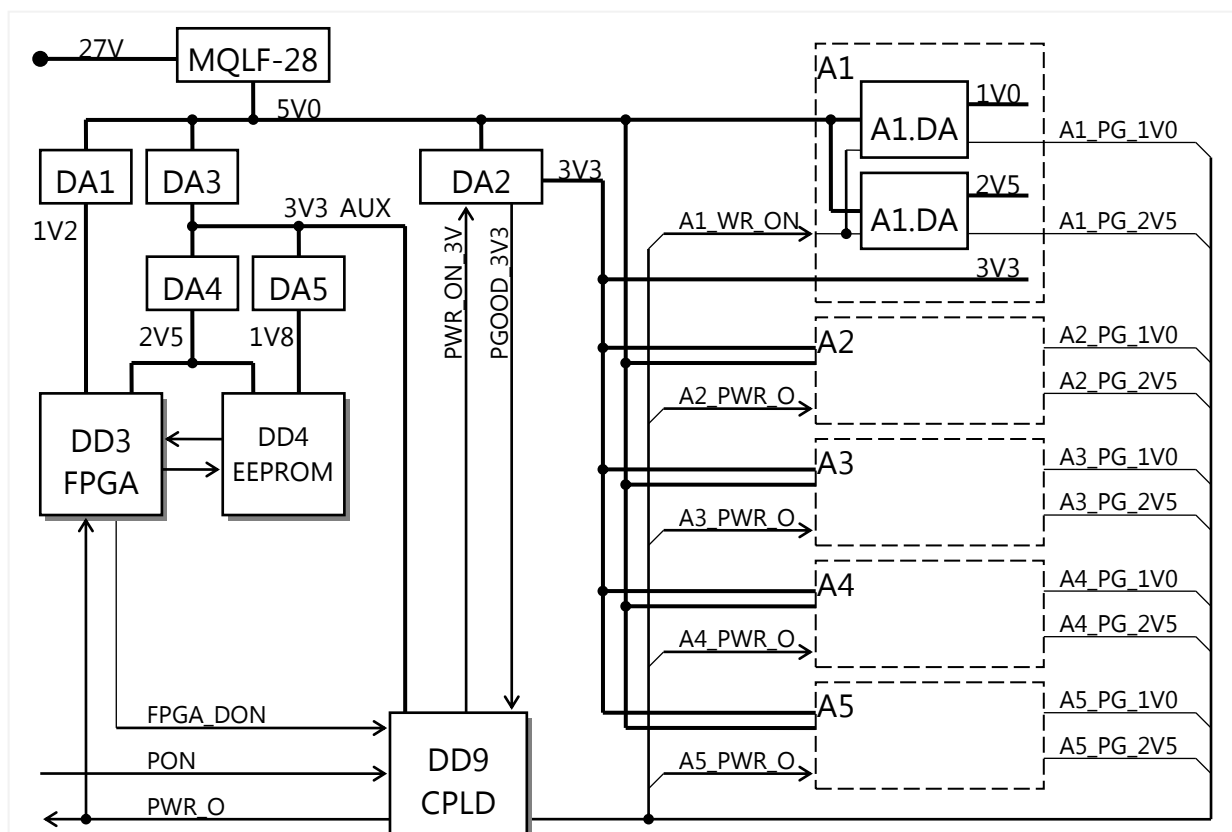


Рисунок 3 – Связи управления питанием ИМ

На рисунке 4 приведена диаграмма напряжений в различных точках ИМ при выполнении процедуры корректного включения и выключения питания.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инва. № подл.	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата	

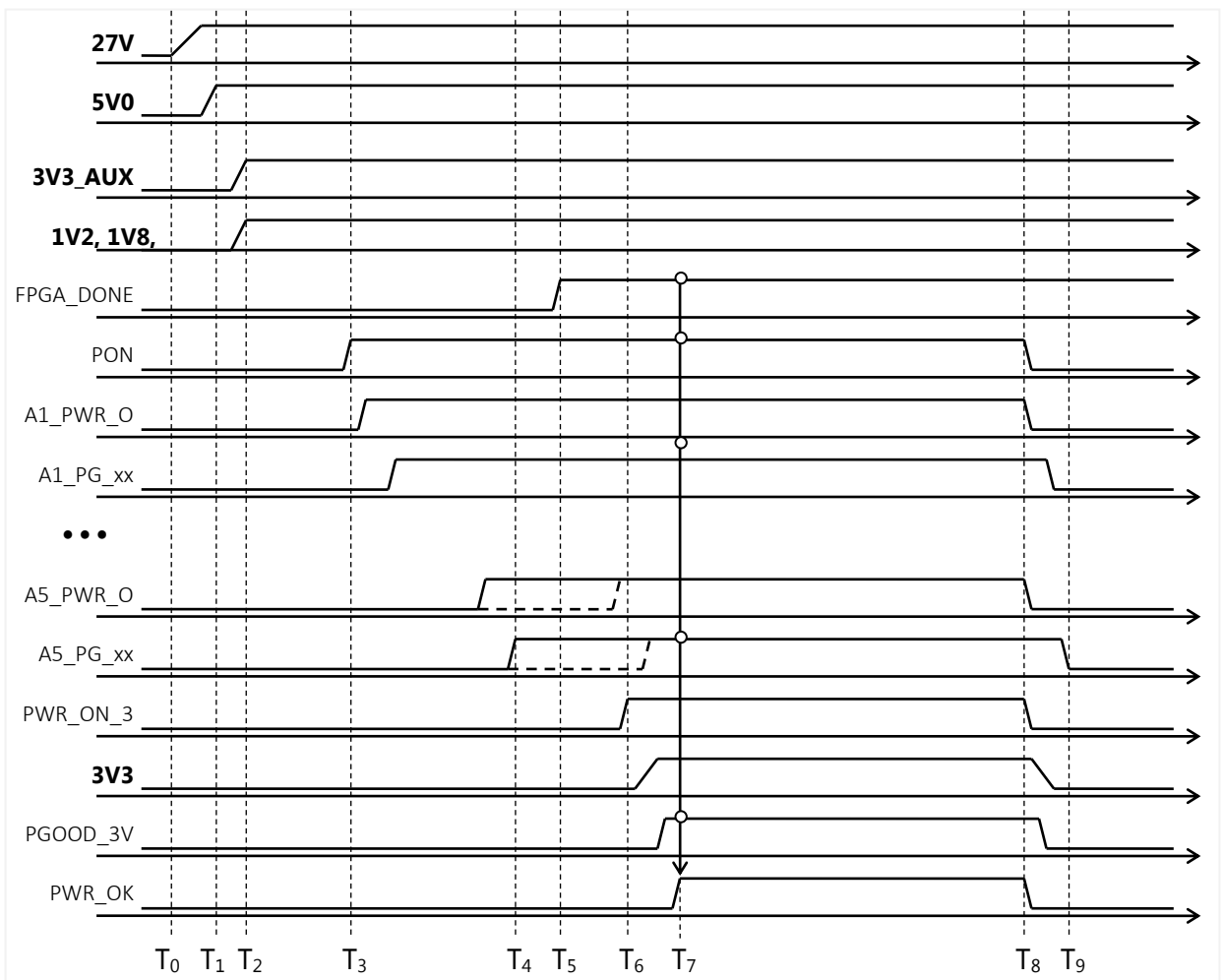


Рисунок 4 – Диаграмма подачи питания на элементы ИМ

- T<sub>0</sub> – на интегрированный модуль подается внешнее питание +27В;
- T<sub>1</sub> – напряжение на выходе модуля MQLF-28 достигает номинального значения +5В;
- T<sub>2</sub> – напряжения источников питания базовой платы (3V3\_AUX, 2V5, 1V8, 1V2) достигают номинальных значений;  
запускается процесс конфигурирования FPGA DD3 из конфигурационной памяти FLASH DD4;
- T<sub>3</sub> – активизируется внешний управляющий сигнал PON (включение питания submodule), в результате чего контроллер питания CPLD DD9 формирует последовательность управляющих сигналов на submodule A1\_PWR\_ON ... A5\_PWR\_ON;

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

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



T<sub>4</sub> – завершается включение питания submodule, сигнал A5\_PG\_xx становится высоким уровнем;

T<sub>5</sub> – завершается конфигурирование FPGA DD3, сигнал FPGA\_DONE становится высоким уровнем;

**Примечание.** Сигнал FPGA\_DONE может установиться в интервале от T<sub>5</sub> до T<sub>7</sub>.

T<sub>6</sub> – включается питание 3V3 для submodule;

T<sub>7</sub> – конфигурирование FPGA DD3 завершено (FPGA\_DONE=1);

питание submodule включено (PON=1);

питающие напряжения submodule имеют номинальные значения (Ax\_PG\_xx = 1);

питание 3V3 имеет номинальное значение (PGOOD\_3V3=1).

При выполнении этих условий последовательность включения питания завершается, сигнал PWR\_OK становится высоким уровнем.

T<sub>8</sub> – выключение питания модулей, сигнал PON – низкий уровень;

T<sub>9</sub> – все питающие напряжения submodule сняты.

На рисунке 5 показана схема конфигурирования submodule, а на рисунке 6 – временная диаграмма сигналов при конфигурировании.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					Лис
					HMPY.466216.001PЭ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

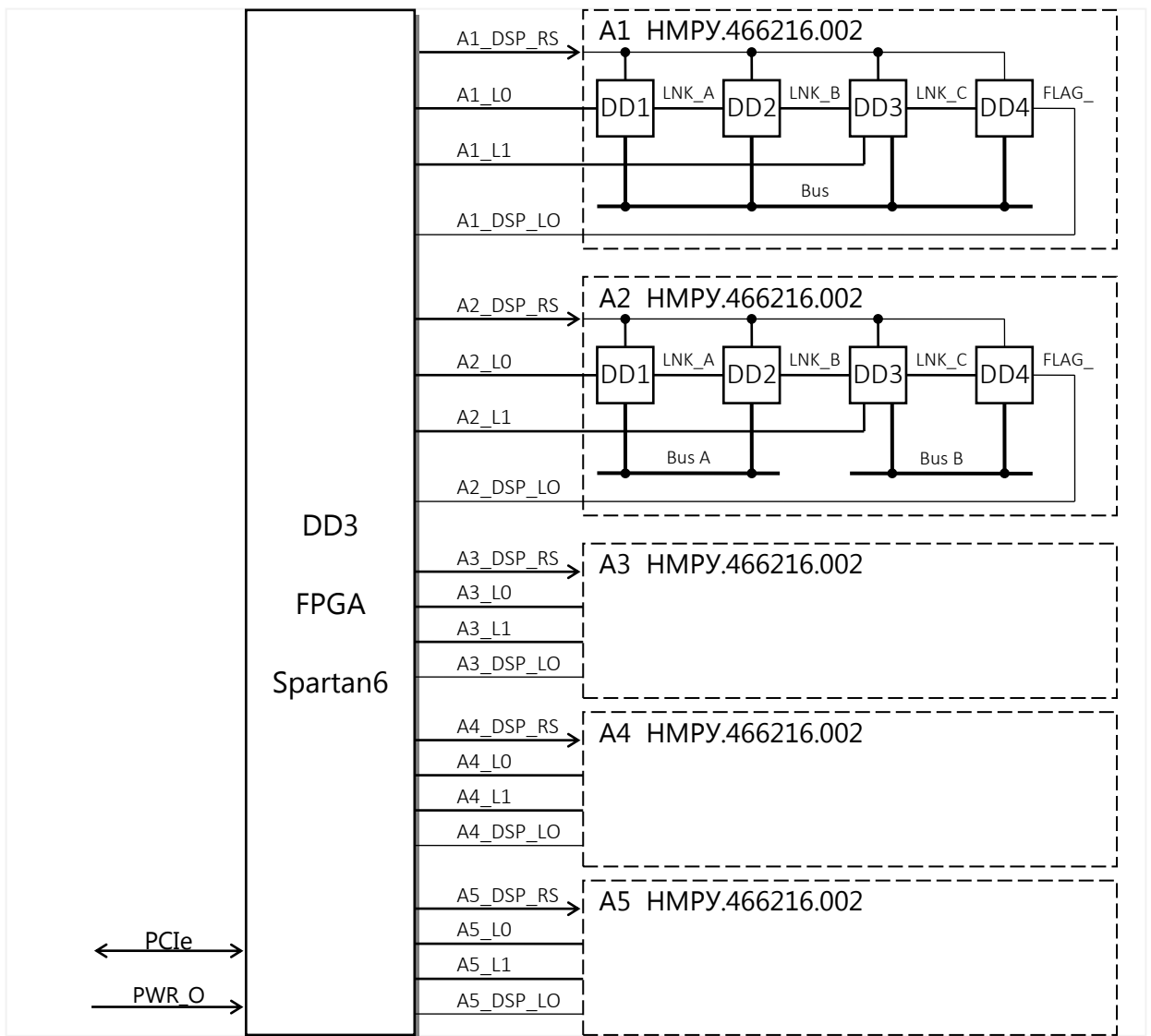


Рисунок 5 – Схема конфигурирования субмодулей

Инва. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инва. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инва. № подл.	Инва. № подл.
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
	Дата

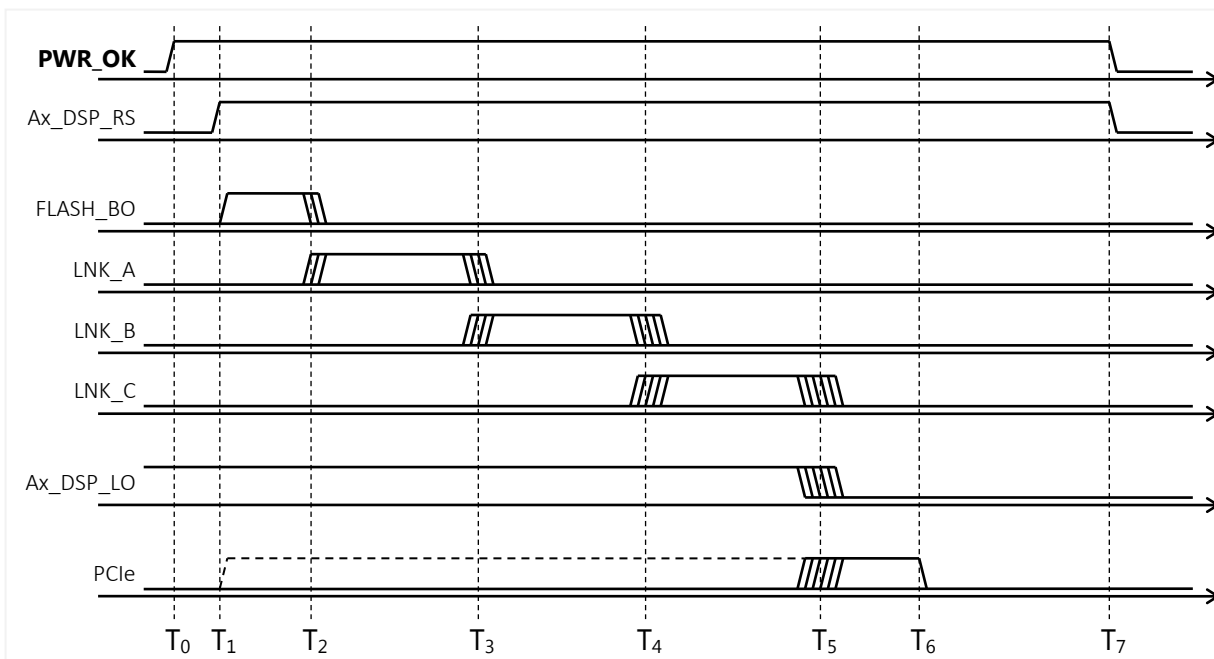


Рисунок 6– Временная диаграмма конфигурирования submodule

T<sub>0</sub> – с контроллера питания DD9 поступает активный (высокого уровня) сигнал PWR\_OK;

T<sub>1</sub> – деактивируются (становятся высоким уровнем) сигналы сброса процессоров submodule (Ax\_DSP\_RST), во всех установленных submodule;

независимо от варианта исполнения, начинается загрузка процессоров DD1 из Flash-памяти;

T<sub>2</sub> – загрузка процессоров DD1 завершается, производится копирование загруженного программного кода в процессоры DD2 по каналам LNK\_A;

T<sub>3</sub> – загрузка процессоров DD2 завершается, производится копирование загруженного программного кода в процессоры DD3 по каналам LNK\_B;

T<sub>4</sub> – загрузка процессоров DD3 завершается, производится копирование загруженного программного кода в процессоры DD4 по каналам

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

Изн. № подл.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
--------------	------	----------	-------	------

HMPY.466216.001PЭ

LNK\_C;

T<sub>5</sub> – завершается загрузка процессоров DD4 всех установленных submodule, в результате чего submodule формируют сигнал Ax\_DSP\_LOAD низкого уровня (программный сброс флага FLAG\_0 процессоров DD4);

по каналу PCIe выполняется конфигурирование submodule;

T<sub>6</sub> – завершение конфигурирования системы, нормальная работа;

T<sub>7</sub> – выключения питания submodule, активация сигналов сброса процессоров (Ax\_DSP\_RST – низкий уровень).

### 1.5 Маркировка

Маркировка ИМ соответствует требованиям ГОСТ 26828-86, нанесена на боковую поверхность несмываемой белой краской и включает:

- обозначение ИМ;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя или месяц выпуска;
- год изготовления или шифр, его заменяющий.

На транспортной таре в соответствии с ГОСТ 14192-96 наносятся несмываемой краской основные, дополнительные и информационные надписи, а также манипуляционные знаки, означающие: ХРУПКОЕ, БЕРЕЧЬ ОТ ВЛАГИ, БЕРЕЧЬ ОТ ИЗЛУЧЕНИЯ, СОХРАНЯТЬ ГЕРМЕТИЧНОСТЬ УПАКОВКИ, БЕРЕЧЬ ОТ СОЛНЕЧНЫХ ЛУЧЕЙ.

### 1.6 Упаковка

Упаковка ИМ выполненная в соответствии с ГОСТ 23170-78, для категории КУ-4 и механических условий транспортирования Ж.

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

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

НМРУ.466216.001РЭ

Упаковывание производится в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 15 до 40 °С и относительной влажности воздуха до 80% при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

Упаковывание ИМ выполняется согласно данным и техническим требованиям упаковочного чертежа.

Интегрированный модуль герметично упаковывается в воздушно-пузырьковую пленку и укладывается в транспортную тару - ящик из листовых древесных материалов III типа на 16 планках с применением фанеры на боковых и торцевых стенках и фанеры на дне и крышке по ГОСТ 5959-80. В ящик также укладываются уплотняющие опорные вкладыши из пенопласта, которые являются амортизационным материалом и заполняют все свободное пространство.

Товаросопроводительная документация вкладывается в ящик.

Масса транспортной тары не превышает 3 кг.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМРУ.466216.001РЭ	Лис
												21

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

Эксплуатация ИМ осуществляется в соответствии с видом климатического исполнения УХЛ 4.2.

### 2.2 Подготовка изделия к использованию

#### 2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия

При подготовке ИМ к работе и при его эксплуатации необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

а) к обслуживанию и ремонту допускаются лица, прошедшие технический инструктаж и изучившие настоящее руководство по эксплуатации;

б) при обслуживании и эксплуатации запрещается:

– производить внутренний осмотр и ремонт элементов работающего ИМ;

– касаться контактных групп и неизолированных токоведущих проводников;

– включать ИМ в работу без тщательного осмотра и проверки всех элементов, если он был отключен по причине неисправности;

– работать с ИМ при отсутствии заземления корпуса;

– включать и эксплуатировать неисправный ИМ;

– извлекать и вставлять ИМ при включенном источнике питания.

Систематически необходимо проводить контроль состояния заземляющего проводника, а также надежность его подключения к корпусу ИМ.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подп. и дата
---------------	--------------	--------------	---------------	--------------

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

НМРУ.466216.001РЭ

### 2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра

ИМ не допускается к дальнейшей эксплуатации, если при его внешнем осмотре обнаружены следующие дефекты:

- механические повреждения корпуса;
- контактные разъемы имеют видимые разрушения или загрязнения;
- внутри корпуса находятся незакрепленные предметы (определяется на слух при наклонах корпуса).

### 2.2.3 Правила и порядок осмотра рабочих мест

Помещение, предназначенное для размещения аппаратуры АПС, должно удовлетворять следующим условиям:

- температура окружающей среды должна поддерживаться в пределах от 10 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 25 °С;
- категория зоны для размещения аппаратуры должна соответствовать требованиям взрывобезопасности на размещаемую аппаратуру.

### 2.2.4 Указания по включению и проверке

Установить ИМ в ЦУ, в составе которого он будет эксплуатироваться, подать напряжение питания на ИМ. Отключение производить в обратном порядке.

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

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

НМРУ.466216.001РЭ

## 2.3 Использование изделия

### 2.3.1 Порядок эксплуатации ПО ИМ

Вычислительная система, в состав которой входит ИМ, представляет собой управляющую машину с присоединенными к ней одним или несколькими интегрированными модулями. Соединение может использовать интерфейс Ethernet и (или) PCI-Express. Конструкция управляющей машины, источника питания и интерфейсных соединительных кабелей может быть различной для различных целевых устройств. В качестве управляющей машины (хоста) выступает персональный компьютер под управлением ОС Linux или Windows. Интегрированные модули соединяются с хостом по каналам Ethernet и (или) PCI-Express. ВПЦОС могут взаимодействовать друг с другом с помощью Link-портов.

Для конфигурирования и загрузки программных модулей в ИМ, мониторинга состояния ИМ, а так же обмена данными между ПК и ИМ предусмотрено прикладное программное обеспечение.

При эксплуатации ИМ исполнения от НМРУ.466216.001-01 до НМРУ.466216.001-04 изменяется вычислительная мощность ИМ. Причем ПрПО определяет количество submodule и конфигурирует ИМ для работы в соответствии с его исполнением при подключении нового ИМ или при начальной загрузке ОС. В остальном использование ИМ различных исполнений особенностей не имеет

#### 2.3.1.1 Установка и настройка ПрПО

Для установки ПрПО в ОС Linux используется система управления

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

НМРУ.466216.001РЭ

Лис

24



пакетами dpkg (применимо для ветки Debian и аналогичных). ПрПО поставляется в виде deb-пакет `soft-im_<version>_<platform>.deb`, где `version` и `platform` – номер версии и имя аппаратной платформы.

В процессе установки из пакета копируются на машину пользователя следующие файлы:

```

/usr/share/doc/soft-im
/usr/share/doc/soft-im/copyright
/usr/share/doc/soft-im/changelog.Debian.gz
/usr/include/soft-im/lib_control_im.hpp
/usr/src/soft-im/int_module_drv.ko
/usr/lib/libcontrolIM.so
/usr/bin/configuratorIM
    
```

Таким образом, устанавливается библиотека `libcontrolIM.so`, утилита `configuratorIM` и модуль ядра обеспечивающий взаимодействие высокоуровневой библиотеки с PCI устройством.

Для установки данного пакета необходимо выполнить следующий приказ в режиме администратора:

```
sudo dpkg -i soft-im_<version>_<platform>.deb
```

Для удаления пакета необходимо выполнить следующий приказ в режиме администратора:

```
sudo dpkg -r soft-im
```

После установки ПрПО не требует дополнительной настройки.

Для установки ПрПО в ОС Windows 7 используется программный инсталлятор `setup.exe`. Для запуска инсталляции ПрПО необходимо запустить `setup.exe`

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМРУ.466216.001РЭ	Лис
						25

### 2.3.1.2 Выполнение программы

#### 2.3.1.2.1 Получение доступа к кластеру

Выделение ИМ и установка связи осуществляется посредством вызова функции AllocCluster. В случае успеха функция возвращает указатель на структуру TCluster, которая в дальнейшем будет использована для управления и обмена данными с выделенным ИМ.

#### 2.3.1.2.2 Загрузка исполняемых файлов в ВПЦОС ИМ

Для загрузки бинарных файлов в память ВПЦОС в ПрПО предусмотрена функция LoadMainExecutable. Данная функция разбирает исполняемый файл в формате ELF копируя в память ВПЦОС те секции, наличие которых в памяти ВПЦОС необходимо для корректной работы программы.

#### 2.3.1.2.3 Запуск приложений на ИМ и управление выполнением приложений

После загрузки приложения в память ВПЦОС, приложение должно быть запущено на исполнение. Для запуска приложения предусмотрена функция RunProg, которая запускает программу на ВПЦОС с определенного адреса. Адрес старта программы приложение получает в результате разбора исполняемого файла, форматом ELF предусмотрено поле, содержащее начальный адрес приложения.

Для запуска приложения на каждом ВПЦОС предусмотрена программа - интерпретатор команд, обрабатывающая команды с хоста. Команды с хоста загружаются в буфер команд (БК) – специальную область памяти ВПЦОС. Интерпретатор команд с заданной периодич-

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

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

ностью опрашивает состояние буфера и, в случае, если от Хоста пришла команда, выполняет команду. Допустимы следующие команды:

- CMD\_SUSPEND - остановить работу процессора (перейти в режим "Останов");
- CMD\_RESUME - продолжить работу процессора с места, на котором была ранее прервана команда (перейти в режим "работа программы");
- CMD\_START\_AT - запустить программу на исполнение с адреса, который располагается в БК в ячейке, следующей за командой.

Функция RunProg записывает команду START\_AT с заданным в ELF-файле адресом, инициируя, тем самым, запуск программы на ВПЦОС.

#### 2.3.1.2.4 Обмен данными между ИМ и хостом

Для обмена данными приложения с ИМ в ПрПО предусмотрены функции обмена сообщениями SendDataMsg (отправка сообщения) и WaitDataMsg (ожидание сообщения). Приложение на ПК обменивается сообщениями с определенным ВПЦОС.

#### 2.3.1.2.5 Окончание работы приложения на ИМ, остановка и перезапуск ИМ

Для остановки работы приложения на ИМ используется функция StopProc, которая отправляет ВПЦОС команду остановки процессора. После остановки, ВПЦОС переходит в режим ожидания команд с хоста. В этом режиме имеется возможность повторно загрузить в ИМ и запустить новые приложения.

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

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

НМРУ.466216.001РЭ

### 2.3.1.3 Сообщения оператору

#### 2.3.1.3.1 Сообщения драйвера PCI-E

При работе с ОС Linux драйвер работает в режиме ядра, сообщения драйвера выдаются не на консоль, а в лог файл ОС /var/log/syslog. Сообщения драйвера могут содержать численные параметры, которые обозначены следующим образом: N – целое десятичное число, X – шестнадцатеричное число, P – указатель. Сообщения драйвера перечислены ниже:

- imdev: module removed - модуль ядра удалён из ядра;
- imdev: got minor N - устройство зарегистрировано с младшим номером N;
- imdev: creating MISC device: error. res: N - ошибка регистрации MISC устройства, N - код ошибки функции misc\_register;
- imdev: registering PCI device: error. res: N - ошибка регистрации PCI устройства, N - код ошибки функции pci\_register\_driver;
- imdev: read\_data: error - could not copy from user space - ошибка копирования данных из usermode памяти в kernelmode память при чтении данных, генерируется функцией copy\_from\_user;
- imdev: read\_data: error - could not copy to user space - ошибка копирования данных из kernelmode памяти в usermode память при чтении данных, генерируется функцией copy\_to\_user;
- imdev: write\_data: error - could not copy from user space - ошибка копирования данных из usermode памяти в kernelmode память при записи данных, генерируется функцией copy\_from\_user;
- imdev: pci\_enable\_device() failed, not attaching - ошибка выполнения функции pci\_enable\_device;

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

Изн.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

- imdev: pci\_request\_regions() failed, not attaching - ошибка выполнения функции pci\_request\_regions;
- imdev: failed to map bar of device - ошибка копирования BAR'ов в память ОС, генерируется функцией pci\_iomap;
- imdev: device PCI at P - BAR расположен в памяти ОС по адресу P;
- imdev: read\_data: address: X - относительный адрес по которому осуществляется чтение;
- imdev: read\_data: data: X – считаны данные X;
- imdev: write\_data: address: X - в ИМ по относительному адресу X происходит запись;
- imdev: write\_data: data: X – в ИМ записываются данные X.

В ОС Windows сообщения драйвера уровня ядра выводятся в стандартный поток вывода ошибок (stderr).

Сообщения драйвера перечислены ниже:

- “Failed to set the driver name for WDC library.” - Ошибка установки имени драйвера
- “Failed to initialize the WDC library” – ошибка инициализации драйвера
- “Failed to uninit the WDC library” – ошибка отключения драйвер
- “IMDEVICE\_DeviceOpen: Error - NULL device information struct pointer” - ошибка: нулевой указатель на структуру устройства
- “Failed allocating memory for IMDEVICE device context” – ошибка выделения памяти для контекста устройства
- “Failed opening a WDC device handle” – ошибка открытия PCI устройства
- “IMDEVICE\_DeviceClose: Error - NULL device handle” - ошибка: нулевой указатель на PCI - устройство
- “Failed closing a WDC device handle “ – ошибка прекращения доступа к PCI устройство.

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

### 2.3.1.3.2 Сообщения драйвера Ethernet

Библиотека коммуникаций по Ethernet сообщений не выводит. В случае ошибки, библиотека возвращает значение исключения, которые обрабатываются высокоуровневой библиотекой.

### 2.3.1.3.3 Сообщения высокоуровневой библиотеки

Высокоуровневая библиотека в случае ошибки обращения к драйверу PCI-E может выдавать сообщения:

ioctl error: N – ошибка обращения к драйверу, N – код возникшей ошибки.

## 2.3.2 Порядок контроля работоспособности в составе целевого устройства

### 2.3.2.1 Проверка совместимости по стандартным интерфейсам

2.3.2.1.1 Производится установка ИМ в ЦУ. Исполнение ИМ, устанавливаемого в ЦУ, количество ИМ, а так же способ установки и фиксации ИМ выбирают в соответствии с руководством эксплуатации ЦУ.

2.3.2.1.2 Производится включение ПК, входящего в состав ЦУ, выбор ОС (если предусмотрено руководством эксплуатации ЦУ), после чего необходимо дождаться загрузки операционной системы.

2.3.2.1.3 Подается напряжение питания на ИМ.

Инв. № подл.	Подп. и дата					ИМРУ.466216.001РЭ	Лис
	Инв. № дубл.						30
	Взам. инв. №						
	Подп. и дата						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2.3.2.1.4 С помощью программы «Конфигуратор ИМ» ИМ присваивается адрес устройства.

2.3.2.1.5 На ПК ЦУ запускается тестовая программа (МФАС.00008-01 34 01 пп. 3.5.1). Программа тестирования представляет собой исполняемый файл с именем monitorIM (для ОС Linux) или monitorIM.exe для ОС Windows. Для тестирования подключения ИМ по Ethernet программа запускается с параметром monitorIM –Eth IPnum. В случае отсутствия соединения по интерфейсу Ethernet или в случае отсутствия установленных submodule в окне тестовой программы напротив каждого процессора будет выставлена единица. В случае исправной работы Ethernet интерфейса и хотя бы одного установленного submodule тестовая программа напротив каждого процессора submodule выставит ноль.

2.3.2.1.6 На ПК ЦУ запускается тестовая программа (МФАС.00008-01 34 01 п. 3.5.1). Программа тестирования представляет собой исполняемый файл с именем monitorIM (для ОС Linux) или monitorIM.exe для ОС Windows. Для тестирования подключения ИМ по PCI Express программа запускается с параметром monitorIM –PCI. В случае отсутствия соединения по интерфейсу PCI Express или в случае отсутствия установленных submodule в окне тестовой программы напротив каждого процессора будет выставлена единица. В случае исправной работы PCI Express интерфейса и хотя бы одного установленного submodule тестовая программа напротив каждого процессора submodule выставит ноль.

2.3.2.1.7 Производится снятие напряжения питания с ИМ.

2.3.2.1.8 Объект испытаний считается выдержавшим проверку, если выполняется соединение между персональным компьютером ЦУ и ИМ по интерфейсам PCI Express и Ethernet.

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

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

НМРУ.466216.001РЭ

2.3.2.2 Проверка загрузки и управления ИМ в нормальных условиях эксплуатации

5.3.2.2.1 Выполняются п. 2.3.2.1.1 – 2.3.2.1.8

5.2.6.2 Производится мониторинг аппаратной платформы согласно МФАС.00008-01 34 01 п. 3.5.1.

5.2.6.3 Объект испытаний считается выдержавшим проверку, если в результате выполнения программы напротив каждого процессора submodule программа выдаст ноль.

### 2.3.3 Меры безопасности при использовании изделия

К эксплуатации ИМ допускается инженерно-технический и технический состав, занимающийся эксплуатацией ИМ и ознакомившийся с настоящим руководством по эксплуатации.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	НМРУ.466216.001РЭ					Лис
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



### 3 Техническое обслуживание

#### 3.1 Общие указания

При проведении внешнего осмотра проверяется отсутствие механических повреждений и дефектов, которые могут повлиять на работу ИМ.

При длительной эксплуатации надо проводить периодический осмотр и удалять пыль продуванием.

Необходимо следить за чистотой разъемов, не допуская загрязнения штырей и гнезд.

ТО производится с периодичностью в 6 месяцев.

#### 3.2 Меры безопасности

К техническому обслуживанию ИМ допускается инженерно-технический и технический состав, занимающийся эксплуатацией ИМ и ознакомившийся с настоящим руководством по эксплуатации.

ТО производится при снятом с ИМ напряжении питания.

#### 3.3 Консервация (расконсервация, переконсервация)

Поверхность ИМ, подлежащего консервации, очищают от грязи. Наружные металлические не окрашенные (не токонесущие) части покрывают смазкой Литол-24.

Срок хранения законсервированного изделия составляет 10 лет.

Расконсервация производится в хорошо проветриваемом помещении и заключается в удалении консервирующей смазки ветошью смоченной в растворителе Уайт-спирит ГОСТ 3134-78.

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

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

НМРУ.466216.001РЭ

Переконсервацию изделий проводят в случае обнаружения дефектов противокоррозионной защиты при контрольных осмотрах в процессе хранения или по истечении сроков защиты, за исключением случаев, когда пере-консервация не допускается.

Для переконсервации изделий используют варианты временной защи-ты и внутренней упаковки, применяемые для их консервации.

При переконсервации допускается применять повторно неповре-жденную в процессе хранения внутреннюю упаковку, а также средства вре-менной противокоррозионной защиты после восстановления их защитной способности.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	НМРУ.466216.001РЭ					Лис
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

#### 4 Текущий ремонт

В случае выхода из строя ИМ направлять на ремонт предприятию-изготовителю.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ИМПРУ.466216.001РЭ	Лис
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 5 Хранение

До введения в эксплуатацию ИМ следует хранить в отапливаемом и вентилируемом складе в упаковке предприятия-изготовителя в условиях хранения 1(Л) по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при 25 °С.

Без упаковки в условиях атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от 10 до 35 °С и относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Место хранения должно исключать попадание прямых солнечных лучей на ИМ.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМРУ.466216.001РЭ	Лис
											36

## 6 Транспортирование

ИМ в упаковке предприятия-изготовителя может транспортироваться всеми видами транспорта на любые расстояния:

- перевозка по железной дороге должна производиться в крытых чистых вагонах;
- при перевозке открытым автотранспортом ящики должны быть накрыты водонепроницаемым материалом;
- при перевозке воздушным транспортом ящики должны быть размещены в герметизированном отапливаемом отсеке;
- при перевозке водным и морским транспортом ящики должны быть размещены в трюме.

Размещение и крепление ящиков на транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение при следовании в пути, отсутствие смещения и ударов друг о друга.

При погрузке и выгрузке должны соблюдаться требования надписей, указанных на транспортной таре.

Во время погрузочно-разгрузочных работ интегрированный модуль не должен подвергаться воздействию атмосферных осадков.

Условия транспортирования:

- температура ..... от минус 50 до +50 °С;
- влажность ..... до 98 % при +35 °С;
- синусоидальные вибрации ..... в диапазоне частот от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения 0,35 мм.

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

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

НМРУ.466216.001РЭ

## 7 Утилизация

Изделие не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока эксплуатации.

Утилизация проводится в соответствии с общими требованиями к утилизации изделий электронной (вычислительной) техники.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НМРУ.466216.001РЭ	Лис
											38

