

**УПРАВЛЯЮЩЕЕ ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МАРШРУТИЗИРУЮЩЕГО
КОММУТАТОРА SPACEWIRE
1892КП1Я**

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

РЕДАКЦИЯ 1.09

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ	3
2. СТРУКТУРА	4
2.1 Блок самотестирования (автотестирования)	4
2.2 Блок инициализации	6
2.3 Блок администрирования	9
2.3.1 Адресное пространство, доступное для настройки	11
3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО	18
4. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	20
5. ИСТОРИЯ ИЗМЕНЕНИЙ	21
5.1 5 марта 2017	21

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Управляющее программное обеспечение firmware (mck022-fw) 16-портового радиационно-стойкого маршрутизирующего коммутатора SpaceWire 1892КП1Я обеспечивает организацию самотестирования устройства, инициализацию необходимых блоков, работу в штатном режиме с использованием путевой, логической, регионально-логической адресаций, червячной, буферизирующей и адаптивной групповой маршрутизаций (на базе регистров адаптивной групповой маршрутизации или таблицы маршрутизации), а также дает возможность производить удаленную настройку и управление устройством.

Управляющее ПО обеспечивает поддержку локального администрирования маршрутизирующего коммутатора SpaceWire 1892КП1Я посредством использования порта UART (физический уровень: интерфейс RS-232), что позволяет конфигурировать любой программно-доступный компонент коммутатора. Также ПО обеспечивает поддержку протокола удаленного доступа в память RMAP для удаленного администрирования по интерфейсу SpaceWire.

Управляющее ПО позволяет настраивать следующие параметры с помощью конфигурационных файлов и программы SPiNSAW (программа с графическим интерфейсом, которая позволяет задавать в удобном виде параметры для настройки коммутатора):

- регистры режима и состояния коммутатора;
- таблица маршрутизации;
- скорость передачи в портах SpaceWire;
- регистры для работы с управляющими кодами;
- таймауты и арбитраж;
- регистры адаптивной групповой маршрутизации.

Управляющее ПО, совместно с аппаратными средствами, реализует автомат управления микросхемой 1892КП1Я, обеспечивает реализацию всей функциональности маршрутизирующего коммутатора для сетей SpaceWire. Его декодирование и изменение пользователями без согласования с Поставщиком не допускается.

2. СТРУКТУРА

Управляющее ПО выполняется на центральном процессоре (CPU) коммутатора 1892КП1Я. CPU-ядро имеет MIPS32-совместимую архитектуру.

Управляющее ПО организует прием и передачу пакетов SpaceWire, отправку и обработку управляющих кодов SpaceWire (маркеры времени, коды распределенных прерываний, коды подтверждения).

В механизме управляющего ПО используется очередь буферов для хранения принимаемых и передаваемых пакетов SpaceWire, адресованных в конфигурационный порт. Таким образом, уменьшается вероятность потери пакетов, обеспечивается надежность передачи данных и сохранность пакетов.

Управляющее ПО состоит из 3 логических блоков:

- самотестирование;
- инициализация;
- администрирование.

2.1 Блок самотестирования (автотестирования)

Блок самотестирования управляющего ПО микросхемы 1892КП1Я запускается каждый раз после модуля инициализации аппаратной части управляющего ПО при включении питания или при аппаратном сбросе микропроцессора (Reset). Инициализация аппаратной части управляющего ПО устанавливает начальное состояние регистров CPU-ядра, инициализирует кэш и внешнюю память, в зависимости от выбранного режима расположения. ПО автоматически производит копирование секций кода и данных в указанные области памяти, обнуляет секцию bss (секция для хранения неинициализированных переменных или представления области памяти) и вызывает блок самотестирования.

Результаты самотестирования отражаются в специальной области памяти в специальном формате, приведенном в таблице 2.1.

Штатные процедуры самотестирования микросхемы 1892КП1Я включают:

- проверку функционирования базовых компонентов;
- тесты памяти таблицы маршрутизации;
- тесты регистров режима и состояния коммутатора;
- тесты регистров адаптивной групповой маршрутизации;
- тесты памяти пакетов;
- тест работы DMA конфигурационного порта;

- формируется пакет (набор длин, байт: 16, 64, 128, 256, 512, 1024), адресованный конфигурационному порту;
- настраиваются регистры DMA;
- разрешается приема/передачи;
- сравниваются соответствующие области памяти пакетов;
- запись результатов тестирования во внутреннюю ОЗУ согласно специальному формату (начальный адрес указан в главе “Использование”).

Тестирование указанного блока памяти включает в себя 3 теста:

- последовательные запись/чтение в ячейку заданных значений (машинное слово) с возрастанием (инкрементацией) адресов;
- последовательные запись/чтение в ячейку заданных значений (машинное слово) с убыванием (декрементацией) адресов;
- последовательные запись/чтение в ячейку констант (машинное слово) с возрастанием (инкрементацией) адресов.

Таблица 2.1. Структура отображения результатов тестирования памяти

Смещение относительно базового адреса		Номер теста	Область
Байты (hex)	Машин. слова		
0	1	1	Память пакетов
4	2	2	Память пакетов
8	3	3	Память пакетов
C	4	1	Таблица маршрутизации
10	5	2	Таблица маршрутизации
14	6	3	Таблица маршрутизации
18	7	1	Регистры коммутатора (первая часть)
1C	8	2	Регистры коммутатора (первая часть)
20	9	3	Регистры коммутатора (первая часть)
24	10	1	Регистры коммутатора (вторая часть)
28	11	2	Регистры коммутатора (вторая часть)
2C	12	3	Регистры коммутатора (вторая часть)
30	13	1	Регистр коммутатора MODE_CR
34	14	2	Регистр коммутатора MODE_CR
38	15	3	Регистр коммутатора MODE_CR
3C	16	1	Регистры адаптивной групповой маршрутизации
40	17	2	Регистры адаптивной групповой маршрутизации
44	18	3	Регистры адаптивной групповой маршрутизации
48	19	–	DMA конфигурационного порта

Формирование отчета об ошибках происходит следующим образом:

- при возникновении ошибки в тестах 1 и 2 происходит прекращение данного теста и в 31 разряд слова записывается «1», а в младшие 2 байта записывается смещение до первого ошибочного адреса в тесте; при отсутствии ошибок в слово записывается «0»;
- тест 3 будет приостановлен, если превышено допустимое количество ошибок MAX_ERROR; старшие два байта указывают маску, при которой произошла ошибка, а младшие 2 байта – количество ошибочных слов.

Тесты блоков памяти запускаются последовательно один за другим. Прерывания на этом этапе запрещены. Такой подход гарантирует полное отсутствие влияния прерываний на результаты тестирования. Результаты тестирования блоков памяти отображаются в специально отведенной области памяти (начальный адрес указан в главе “Использование”).

2.2 Блок инициализации

Блок инициализации управляющего ПО выполняется после выполнения блока самотестирования микросхемы 1892КП1Я и после выполнения операций сброса (Reset), инициированных аппаратно или программно в ходе работы устройства.

Под программным управлением выполняются следующие основные действия:

- инициализация таблицы маршрутизации;
- инициализация регистров адаптивной групповой маршрутизации;
- установка скорости передачи портов SpaceWire;
- установка соединения по каждому из портов;
- проверка соединения по каждому из портов;
- инициализация DMA (настройка DMA на приём и передачу, и его последующий запуск).

Заполнение таблицы маршрутизации и регистров адаптивной групповой маршрутизации происходит при первом включении коммутатора. Сначала записывается таблица маршрутизации, в которой определены строки только для путевой маршрутизации, т.е. заполнены строки 0-N, где N – количество портов (0 - конфигурационный порт). Все остальные строки – нулевые. В каждый i-й регистр адаптивной групповой маршрутизации записывается единица в i-й разряд. Таким образом задается отсутствие альтернативных портов.

Вид заполненной после инициализации таблицы маршрутизации для 16-портового коммутатора приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Начальное заполнение таблицы маршрутизации

Функция	Адрес	Порты																Приоритет	Признак удаления	
		№ разряда																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			16
Конфигурация	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Адресация пути	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Логическая адресация	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

При получении коммутатором пакета проверяется значение первого байта. Значение первого байта – это номер строки в таблице маршрутизации, по которой определяется номер выходного порта, куда необходимо перенаправить пакет. Если необходимо, чтобы после определения номера выходного порта первый байт заголовка был удален, то в строке таблицы маршрутизации необходимо записать единицу в 18-ый разряд.

Если в какой-либо строке таблицы маршрутизации записаны единицы в нескольких разрядах, соответствующих выходным портам (0-16), то это означает, что пакет будет перенаправлен широкоэвентельно во все указанные порты, если эти порты связаны с терминальными узлами.

Адаптивно-групповая маршрутизация используется для увеличения пропускной способности сети SpaceWire и повышения ее надежности. Она позволяет передавать пакеты по сети через альтернативные каналы, связывающие коммутаторы SpaceWire или коммутаторы и узлы SpaceWire. Если требуемый выходной порт занят, то пакет может быть отправлен на другой выходной порт, который указан в регистре.

Значения регистров адаптивной групповой маршрутизации, задаваемые при инициализации, приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Начальное заполнение регистров адаптивной групповой маршрутизации

Номер порта, альтернативный i-му (ADG_OPi)																Значение регистра	
	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2		1
ADG_OP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0x00008000
ADG_OP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0x00004000
ADG_OP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0x00002000
ADG_OP4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0x00001000
ADG_OP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0x00000800
ADG_OP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0x00000400
ADG_OP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0x00000200
ADG_OP8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0x00000100
ADG_OP9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00000080
ADG_OP10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00000040
ADG_OP11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00000020
ADG_OP12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00000010
ADG_OP13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00000008
ADG_OP14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00000004
ADG_OP15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00000002
ADG_OP16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0x00000001

Если в регистре адаптивной групповой маршрутизации ADG_OPi j-й разряд (или несколько разрядов) установлен в единицу, то выходной порт i эквивалентен выходному порту j. Причем, каждый регистр ADG_OP обязательно должен содержать хотя бы один единичный разряд.

При необходимости, строки таблицы маршрутизации, которые отвечают за логическую адресацию, а так же регистры адаптивной групповой маршрутизации, могут быть заданы пользователем в процессе работы по UART или по интерфейсу SpaceWire с использованием протокола RMAP.

В регистрах DMA настраиваются адреса и размеры областей памяти пакетов для данных на прием и передачу. В рабочем режиме коммутатора эти значения могут

перенастраиваться при работе DMA, а именно – при приеме/отсылке пакета конфигурационного порта.

Установка скорости передачи для каждого порта SpaceWire, а также установка начальных значений производится в регистрах режимов портов SpaceWire. Далее производится запуск портов и попытка установки соединения по каждому из портов коммутатора. Тем самым настраивается установка соединения.

2.3 Блок администрирования

Администрирование коммутатора 1892КП1Я может происходить с использованием сервисной программы SPiNSAW – автоматизированного рабочего места администрирования маршрутизирующих коммутаторов сетей SpaceWire, работающей на ПК (или любой другой программой пользователя), а также удаленно - по интерфейсу SpaceWire с использованием протокола RMAP.

SPiNSAW - программа с графическим интерфейсом, позволяющая задавать в удобном виде параметры для настройки. Работа с программой SPiNSAW описывается в отдельном документе.

Блок администрирования управляющего ПО состоит из двух основных частей: ПО локальные администрирования (возможно с помощью программы SPiNSAW), обменивающейся данными с использованием специального протокола посредством интерфейса RS-232, и ПО поддержки протокола RMAP (также возможно с помощью программы SPiNSAW). ПО администрирования обеспечивает возможность отсылки принятого по UART пакета в сеть и отсылки в UART принятого из сети ответного RMAP-пакета.

Блок локального администрирования через интерфейс RS-232 обменивается командами чтения, записи и записи по маске программно-доступных компонентов коммутатора 1892КП1Я с программой SPiNSAW, работающей на инструментальном персональном компьютере (ПК).

Набор элементарных команд (сообщений), которыми обмениваются SPiNSAW и ПО коммутатора, приведен в таблице 2.4. Общий формат команды: «Код, параметры», где параметры зависят от кода.

Таблица 2.4. Команды локального администрирования

Код (hex)	Назначение команды	Параметры	Ответ на команду (параметры)
31 (0x1F)	Запись ячейки памяти по указанному адресу	1 Адрес ячейки (4 байта) 2 Значение для записи (4 байта)	Любое значение (1 байт)
32 (0x20)	Чтение ячейки памяти по указанному адресу	Адрес ячейки (4 байта)	Считанное значение (4 байта)
33 (0x21)	Запись ячейки памяти по маске	1 Адрес ячейки (4 байта) 2 Значение маски (4 байта) 3 Значение для записи (4 байта)	Любое значение (1 байт)
40 (0x28)	Передача пакета в сеть (RMAP)	1 Размер пакета в байтах (2 байта) 2 Номер выходного порта (4 байта) 3 Прием пакета	–

Блок поддержки протокола RMAP включает в себя:

- обработку RMAP-пакетов, пришедших в конфигурационный порт из сети;
- отсылку по RS-232 ответных RMAP-пакетов, пришедших в конфигурационный порт из сети;
- отсылку в сеть пакета, полученного по RS-232.

RMAP-пакет обрабатывается в соответствии со стандартом. Управляющее ПО поддерживает все 11 типов команд, приведенных в стандарте: read/write/read-modify-write, с подтверждением/без подтверждения, с проверкой/без проверки, с инкрементацией/без инкрементации. Поле адреса чтения/записи ячейки памяти будет использоваться как есть, без преобразований, но запись разрешена только в диапазоне адресов, соответствующем программно-доступным компонентам.

Управляющее ПО согласно стандарту, отслеживает набор ошибок (status) и формирует ответный RMAP-пакет с советующим полем status. При несовпадении CRC заголовка, а также при всех других ошибках, команда не выполняется.

Пользователю предоставляется возможность настраивать или проверять следующие параметры, настройки и режимы коммутатора 1892КП1Я:

- регистры режима и состояния коммутатора;
- таблица маршрутизации;
- наличие соединения в портах SpaceWire;
- скорость передачи (чтение/запись) в портах SpaceWire;
- скорость приема (чтение) в портах SpaceWire;
- регистры для работы с управляющими кодами;
- таймауты и арбитраж;
- регистры адаптивной групповой маршрутизации

- ячейки памяти из допустимого диапазона (программно-доступные компоненты блока коммутатора).

Описание адресного пространства и набора регистров, доступных для настройки, приведено в Описании адресного пространства и набора регистров, доступных для настройки, приведено в главе 2.3.1 Адресное пространство, доступное для настройки.

2.3.1 Адресное пространство, доступное для настройки

Адресное пространство, доступное для настройки, включает в себя таблицу маршрутизации и регистры портов SpaceWire. Оно приведено в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Доступное для настройки адресное пространство

Начальный адрес (hex)	Конечный адрес (hex)	Наименование блока
B82F5000	B82F53FC	Таблица маршрутизации
B82F5400	B82F57FC	Регистры портов SpaceWire, управления коммутацией, контроллера распределенных прерываний

2.3.1.1 Регистры портов SpaceWire

Перечень доступных для настройки регистров SpaceWire микросхемы 1892КП1Я приведен в таблице 2.6. В графе «адрес» указано смещение относительно 0xB82F5400 – базового адреса начала адресного пространства регистров микросхемы 1892КП1Я. Формат регистров приведен в руководстве пользователя микросхемы 1892КП1Я.

Таблица 2.6. Перечень регистров SpaceWire

Условное обозначение	Описание	Адрес (hex)
ID_VER	Регистр версии 1892КП1Я	000
ID_SWITCH	Регистр идентификатора 1892КП1Я	004
SWITCH_CONTR	Регистр режима 1892КП1Я	008
ID_PROT	Регистр идентификатора протокола	00C
ID_NET	Регистр идентификации сетевых линков	010
CONTROL_OUT	Регистр выходного управляющего кода	014
CUR_TIME	Регистр текущего системного времени	018
ISR_H	Старшая половина регистра ISR	01C
ISR_L	Младшая половина регистра ISR	020
Int_H_mask	Старшая половина регистра маски распределенных прерываний	024
Int_L_mask	Младшая половина регистра маски распределенных прерываний	028
Ack_H_mask	Старшая половина регистра маски кодов подтверждения	02C
Ack_L_mask	Младшая половина регистра маски кодов подтверждения	030
CUR_CONNECTED	Регистр флагов установки соединения	034
CUR_ERRORED	Регистр флагов ошибок	038
SWITCH_STATE	Регистр состояния 1892КП1Я	03C
Status 1	Регистр статуса канала SpaceWire 1	40

Условное обозначение	Описание	Адрес (hex)
Status 2	Регистр статуса порта SpaceWire 2	
Status 3	Регистр статуса порта SpaceWire 3	
Status 4	Регистр статуса порта SpaceWire 4	
Status 5	Регистр статуса порта SpaceWire 5	
Status 6	Регистр статуса порта SpaceWire 6	
Status 7	Регистр статуса порта SpaceWire 7	
Status 8	Регистр статуса порта SpaceWire 8	
Status 9	Регистр статуса порта SpaceWire 9	
Status 10	Регистр статуса порта SpaceWire 10	
Status 11	Регистр статуса порта SpaceWire 11	
Status 12	Регистр статуса порта SpaceWire 12	
Status 13	Регистр статуса порта SpaceWire 13	
Status 14	Регистр статуса порта SpaceWire 14	
Status 15	Регистр статуса порта SpaceWire 15	
Status 16	Регистр статуса порта SpaceWire 16	7C
MODE_CR1	Регистр режима работы порта SpaceWire 1	80
MODE_CR2	Регистр режима работы порта SpaceWire 2	
MODE_CR3	Регистр режима работы порта SpaceWire 3	
MODE_CR4	Регистр режима работы порта SpaceWire 4	
MODE_CR5	Регистр режима работы порта SpaceWire 5	
MODE_CR6	Регистр режима работы порта SpaceWire 6	
MODE_CR7	Регистр режима работы порта SpaceWire 7	
MODE_CR8	Регистр режима работы порта SpaceWire 8	
MODE_CR9	Регистр режима работы порта SpaceWire 9	
MODE_CR10	Регистр режима работы порта SpaceWire 10	
MODE_CR11	Регистр режима работы порта SpaceWire 11	
MODE_CR12	Регистр режима работы порта SpaceWire 12	
MODE_CR13	Регистр режима работы порта SpaceWire 13	
MODE_CR14	Регистр режима работы порта SpaceWire 14	
MODE_CR15	Регистр режима работы порта SpaceWire 15	
MODE_CR16	Регистр режима работы порта SpaceWire 16	BC
TX_SPEED1	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 1	C0
TX_SPEED2	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 2	
TX_SPEED3	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 3	
TX_SPEED4	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 4	
TX_SPEED5	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 5	
TX_SPEED6	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 6	
TX_SPEED7	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 7	
TX_SPEED8	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 8	
TX_SPEED9	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 9	
TX_SPEED10	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 10	
TX_SPEED11	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 11	

Условное обозначение	Описание	Адрес (hex)
TX_SPEED12	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 12	
TX_SPEED13	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 13	
TX_SPEED14	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 14	
TX_SPEED15	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 15	
TX_SPEED16	Регистр коэффициента скорости передач порта SpaceWire 16	FC
RX_SPEED1	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 1	100
RX_SPEED2	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 2	
RX_SPEED3	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 3	
RX_SPEED4	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 4	
RX_SPEED5	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 5	
RX_SPEED6	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 6	
RX_SPEED7	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 7	
RX_SPEED8	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 8	
RX_SPEED9	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 9	
RX_SPEED10	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 10	
RX_SPEED11	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 11	
RX_SPEED12	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 12	
RX_SPEED13	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 13	
RX_SPEED14	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 14	
RX_SPEED15	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 15	
RX_SPEED16	Регистр коэффициента скорости приема порта SpaceWire 16	13C
ADG_ROUT_1	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 1	140
ADG_ROUT_2	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 2	
ADG_ROUT_3	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 3	
ADG_ROUT_4	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 4	
ADG_ROUT_5	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 5	
ADG_ROUT_6	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 6	
ADG_ROUT_7	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 7	
ADG_ROUT_8	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 8	
ADG_ROUT_9	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 9	
ADG_ROUT_10	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 10	
ADG_ROUT_11	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 11	
ADG_ROUT_12	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 12	
ADG_ROUT_13	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 13	
ADG_ROUT_14	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 14	
ADG_ROUT_15	Регистр адаптивной групповой маршрутизации порта SpaceWire 15	17C
TIME_MASK	Регистр маски портов, в которые не должны рассылаться маркеры времени	180
INT_MASK	Регистр маски портов, в которые не должны рассылаться коды распределенных прерываний и подтверждений	184
ISR_TOUTS	Регистр таймаутов кодов распределенных прерываний	188
ISR_SPEC	Регистр рассылки управляющих кодов в специальный набор портов	18C
ISR_1101	Регистр флагов приема управляющих кодов, назначение которых не определено в текущей версии стандарта	190

Условное обозначение	Описание	Адрес (hex)
ISR_MASK_1101	Регистр маски портов, из которых не должны приниматься управляющие коды, назначение которых не определено в текущей версии стандарта	194
ISR_TERM_FUNCNT	Регистр флагов функций терминального узла	198
ADD_MASK	Регистр маски портов, из которых не должны приниматься управляющие коды, назначение которых не определено в текущей версии стандарта	19C
SWITCH_CONTR_ADD	Дополнительный регистр режима 1892КП1Я	1A0
SWITCH_CONN_TOUT	Регистр таймаутов передачи данных	1A4
SWITCH_CONN_TOUT2	Регистр таймаутов передачи данных 2	1A8
SWITCH_WAIT_FLS	Регистр флагов ожидания символов данных	1AC
SWITCH_DTOUT_MASK		1B0
SPEC_ARB	Регистр специальных условий арбитража	1B4
INT_RESET	Регистр параметров программного сброса	1B8
AUTO_SPEED_MANAGE	Регистр параметров автоматической установки скорости передачи	1BC

2.3.1.2 Включение портов SpaceWire

Для включения портов SpaceWire микросхемы 1892КП1Я необходимо произвести сброс бита LinkDisabled регистра MODE_CR (MODE_CR [0]). Для этого можно использовать RMAP-команду или программу SpiNSAW.

Пример RMAP-команды (формат соответствует стандарту ECSS-E-ST-50-52C) для сброса LinkDisabled во втором порту SpaceWire микросхемы 1892КП1Я.

Таблица 2.7. Пример RMAP-команды включения порта SpaceWire

RMAP-команда	Адрес	Данные, hex	Маска, hex	Длина поля данных, байт	Reply	Длина адреса Reply, байт
Read-Modify-Write	0xb82f5484	0x0	0x1	8	8	1

Сформированный RMAP-пакет:

```
00 FE 01 5D 00 00 00 00 08 FE 12 34 00 B8 2F 54 84 00 00 08 97 00 00 00 00 00 00 00 01 91
```

Пример Reply на вышеприведенный RMAP-пакет:

```
FE 01 1D 00 FE 12 34 00 00 00 04 5E 25 00 00 00 E5
```

2.3.1.3 Установка скорости в портах SpaceWire

Для установки требуемой скорости в регистр TX_SPEED соответствующего порта SpaceWire записывается специальный коэффициент. Для этого можно использовать RMAP-команду или программу SpiNSAW.

Пример RMAP-команды (формат соответствует стандарту ECSS-E-ST-50-52C) для установки скорости 8 Мбит/сек в 1-ом порту SpaceWire микросхемы 1892КП1Я.

Таблица 2.8. Пример RMAP-команды установки скорости 8 Мбит/с в 1-ом порту SpaceWire

RMAP-команда	Адрес	Данные, hex	Маска, hex	Длина поля данных, байт	Reply	Длина адреса Reply, байт
Read-Modify-Write	0xb82F54C0	0x2	0xFF	8	8	1

Сформированный RMAP-пакет:

```
FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C0 00 00 08 86 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
```

Пример Reply на вышеприведенный RMAP-пакет:

```
FE 01 1D 00 FE 00 00 00 00 04 8D 02 08 A0 00 1E
```

2.3.1.3.1 Установка скорости 8 Мбит/с в портах SpaceWire

Таблица 2.9. RMAP-команды установки скорости 8 Мбит/с в портах SpaceWire

Номер порта	RMAP-команда
1	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C0 00 00 08 86 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
2	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C4 00 00 08 F5 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
3	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C8 00 00 08 60 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
4	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 CC 00 00 08 13 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
5	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D0 00 00 08 8B 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
6	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D4 00 00 08 F8 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
7	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D8 00 00 08 6D 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
8	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 DC 00 00 08 1E 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
9	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E0 00 00 08 9C 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
10	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E4 00 00 08 EF 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
11	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E8 00 00 08 7A 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
12	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 EC 00 00 08 09 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
13	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F0 00 00 08 91 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
14	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F4 00 00 08 E2 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
15	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F8 00 00 08 77 00 00 00 02 00 00 00 FF DC
16	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 FC 00 00 08 04 00 00 00 02 00 00 00 FF DC

2.3.1.3.2 Установка скорости 80 Мбит/с в портах SpaceWire

Таблица 2.10. RMAP-команды установки скорости 80 Мбит/с в портах SpaceWire

Номер порта	RMAP-команда
1	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C0 00 00 08 86 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
2	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C4 00 00 08 F5 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
3	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C8 00 00 08 60 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
4	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 CC 00 00 08 13 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
5	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D0 00 00 08 8B 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
6	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D4 00 00 08 F8 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
7	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D8 00 00 08 6D 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
8	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 DC 00 00 08 1E 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
9	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E0 00 00 08 9C 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
10	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E4 00 00 08 EF 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
11	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E8 00 00 08 7A 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
12	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 EC 00 00 08 09 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
13	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F0 00 00 08 91 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
14	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F4 00 00 08 E2 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
15	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F8 00 00 08 77 00 00 00 14 00 00 00 FF 71
16	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 FC 00 00 08 04 00 00 00 14 00 00 00 FF 71

2.3.1.3.3 Установка скорости 120 Мбит/с в портах SpaceWire

Таблица 2.11. RMAP-команды установки скорости 120 Мбит/с в портах SpaceWire

Номер порта	RMAP-команда
1	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C0 00 00 08 86 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
2	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C4 00 00 08 F5 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
3	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C8 00 00 08 60 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
4	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 CC 00 00 08 13 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
5	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D0 00 00 08 8B 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
6	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D4 00 00 08 F8 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
7	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D8 00 00 08 6D 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
8	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 DC 00 00 08 1E 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
9	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E0 00 00 08 9C 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
10	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E4 00 00 08 EF 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
11	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E8 00 00 08 7A 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
12	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 EC 00 00 08 09 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
13	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F0 00 00 08 91 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
14	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F4 00 00 08 E2 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
15	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F8 00 00 08 77 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E
16	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 FC 00 00 08 04 00 00 00 1E 00 00 00 FF 2E

2.3.1.3.4 Установка Скорости 200 Мбит/с в портах SpaceWire

Таблица 2.12. RMAP-команды установки скорости 200 Мбит/с в портах SpaceWire

Номер порта	RMAP-команда
1	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C0 00 00 08 86 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
2	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C4 00 00 08 F5 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
3	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 C8 00 00 08 60 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
4	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 CC 00 00 08 13 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
5	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D0 00 00 08 8B 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
6	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D4 00 00 08 F8 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
7	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 D8 00 00 08 6D 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
8	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 DC 00 00 08 1E 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
9	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E0 00 00 08 9C 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
10	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E4 00 00 08 EF 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
11	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 E8 00 00 08 7A 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
12	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 EC 00 00 08 09 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
13	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F0 00 00 08 91 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
14	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F4 00 00 08 E2 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
15	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 F8 00 00 08 77 00 00 00 32 00 00 00 FF B5
16	FE 01 5D 00 00 00 07 00 FE 00 00 00 98 2F 54 FC 00 00 08 04 00 00 00 32 00 00 00 FF B5

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО

Управляющее ПО предоставляется пользователю без исходных кодов, в виде бинарного файла.

Управляющее ПО должно записываться в ПЗУ, подключенное к выводу nCS[3] микросхемы 1892КП1Я (начиная с адреса 0xBFC00000). После включения питания или системного сброса коммутатора управление получает модуль инициализации аппаратной части управляющего ПО, который устанавливает начальное состояние регистров коммутатора, инициализирует системную память, загружает в нее необходимые секции кода и данных управляющего ПО (согласно заданному режиму), а далее последовательно запускаются логические блоки управляющего ПО (самотестирование, инициализация, администрирование).

Управляющее ПО микросхемы 1892КП1Я производит следующие настройки аппаратуры и задает следующие режимы:

- UART – 57600 бод, 8-N-1 (8 битов информации, отсутствие служебного бита проверки на четность/нечетность, 1 стоп-бит в конце пакета);
- изначально соединение в портах SpaceWire запрещено: установлен бит LinkDisabled регистра MODE_CR (MODE_CR [0]);
- режим работы DS-макроячейки: LinkStart (режим AutoStart устанавливать не рекомендуется);
- расположение в памяти при исполнении программы:
 - mck022-fw-x-xx-eram* (external RAM):
 - секция кода - 0x80000000 (внешнее ОЗУ), секция данных - 0xb8000000 (внутреннее ОЗУ), очередь SpaceWire-пакетов - 0x80000000 (внешнее ОЗУ);
 - результаты шкалы самотестирования: 0xb8007c00 (внутреннее ОЗУ);
mck022-fw-x-xx:
 - секция кода - 0x9fc00000 (внешнее ПЗУ), секция данных - 0xb8000000 (внутреннее ОЗУ), очередь SpaceWire-пакетов - 0xb8000000 (внутреннее ОЗУ);
 - результаты шкалы самотестирования: 0xb8007e80 (внутреннее ОЗУ).

Пользователь может производить настройку и управление работой микросхемы 1892КП1Я посредством интерфейса RS-232 и программы SpiNSAW, работающей на ПК. Пользователь может разработать и свою программу, основываясь на командах, приведенных в таблице 2.4. Также пользователь может удаленно управлять коммутатором 1892КП1Я посредством протокола RMAP.

Пользователь может производить считывание и редактирование набора настроек и параметров бинарного файла управляющего ПО микросхемы 1892КП1Я с помощью специальной программы с графическим интерфейсом SpaceWire Router Software Settings Editor. Данный редактор позволяет просматривать и изменять следующие параметры:

- порты SpaceWire: набор используемых портов (сразу после старта коммутатора) и скорости в каждом из портов SpaceWire;
- таблица маршрутизации SpaceWire (SpaceWire routing table);
- регистры адаптивной групповой маршрутизации (ADG registers);
- регистры порта внешней памяти MPORT.

После внесенных в бинарный файл изменений управляющее ПО должно быть заново записано в ПЗУ.

4. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ПО – программное обеспечение;

fw – firmware;

SpW – SpaceWire;

UART – Universal Asynchronous Receiver/Transmitter;

RMAP – Remote memory access protocol;

RISC – Restricted instruction set computer;

MIPS – Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages;

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;

ПК – персональный компьютер;

MPORT – порт внешней памяти.

5. ИСТОРИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

5.1 5 марта 2017

- Обновлены колонтитулы и стили.
- Добавлена глава «История изменений».
- Скорректирована пунктуация.