

**Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-производственное предприятие
«Цифровые решения»**

Радиационно-стойкий контроллер накопителя (ЦКРФ.467316.001)

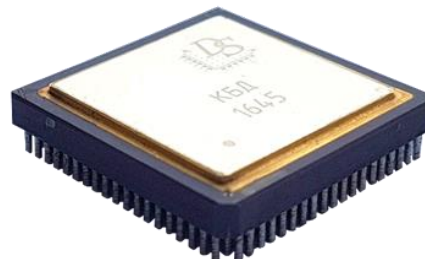
Интегральный модуль радиационно-стойкого контроллера накопителя (далее – РСКН) предназначен для разработки на его основе твердотельных накопителей информации на базе NAND Flash памяти. РСКН разработан для работы в системах с повышенными требованиями по стойкости к температурным и механическим воздействиям, а также к воздействию ионизирующего излучения космического пространства.

Применяемые в РСКН интерфейсы передачи данных и управления позволяют разрабатывать накопители информации объёмом до 256 Гбайт со скоростью записи и чтения данных до 150 Мбайт/с.

Интерфейс асинхронной памяти и шина PCI позволяют легко интегрировать накопитель информации практически в любую процессорную систему.

Возможность применения совместно с РСКН микросхем программируемой логики и преобразования интерфейсов значительно расширяет возможности использования модуля при разработке систем хранения данных со специализированными и перспективными интерфейсами.

Применение в РСКН схемотехнических и алгоритмических методов обеспечения сбоеустойчивости гарантирует надёжное хранение информации в жёстких условиях эксплуатации и при воздействии излучения космического пространства.



Краткие технические характеристики

- Скорость чтения и записи до 150 Мбайт/с
- Ёмкость внешнего массива памяти от 16 до 256 Гбайт
- Интерфейс PCI (в том числе PC104+)
- Интерфейс асинхронной памяти
- Интерфейс подключения сериалайзера TLK2711-SP
- Специализированный последовательный интерфейс
- Периферийные интерфейсы: UART, I2C, SPI, GPIO
- Напряжение питания ядра 1,8 В
- Напряжение питания буферов ввода-вывода 3,3 В
- Потребляемая мощность не более 3,5 Вт
- Корпус металлокерамический: DBGA, CLGA, CCGA
- Размер корпуса 21×21 мм
- Диапазон рабочих температур от минус 60 до плюс 125 °С
- Предельная накопленная доза не менее 100 крад
- Пороговая ЛПЭ возникновения тиристорного эффекта не менее 60 МэВ·см²/мг
- Категория качества «ВП»

Основные области применения

- Космическая техника
- Авиация
- Корабельная техника
- Подводная техника
- Беспилотные летательные аппараты
- Атомная энергетика
- Радиолокация
- Системы мониторинга
- Системы телеметрии

Поддержка Заказчика

- Принципиальная схема для интеграции РСКН в состав аппаратуры
- Топология печатной платы для интеграции РСКН в состав аппаратуры
- Программное обеспечение, доработанное под нужды Заказчика
- Макетный образец модуля хранения данных
- Отладочный комплект для совместной отработки РСКН и процессора 5023BC016 «Спутник»
- Документация



Технические характеристики

Интерфейс NAND Flash памяти

- Интерфейс NAND Flash памяти – ONFI 2.2 (асинхронный режим работы)
- Четыре независимых канала подключения NAND Flash памяти
- Поддержка 1/2/4-х канальных режимов работы
- Рабочие тактовые частоты интерфейса ONFI – 12,5; 25; 50; 100 МГц
- Скорость чтения и записи данных 150 Мбайт/с в четырёхканальном режиме
- Поддержка случайной записи и чтения блоками размером 1 кбайт
- Защита массива NAND Flash памяти кодами коррекции ошибок БЧХ

Интерфейсы

- Интерфейс PCI 2.2, 33 МГц, режимы Master и Target, подходит для использования в устройствах стандарта PC104+
- Интерфейс асинхронной статической памяти SRAM (8; 16 или 32 бит) для подключения к контроллеру внешней памяти процессора или ПЛИС (интерфейс MCU)
- Интерфейс сериалайзера TLK2711-SP с частотами от 80 до 125 МГц (интерфейс TLK)
- 4 канала последовательного интерфейса ввода данных, возможна запись данных по четырём каналам одновременно при частотах передачи до 50 МГц (интерфейс Serial)
- 4 канала последовательного интерфейса вывода данных, в один момент времени чтение возможно только по одному каналу при частотах передачи до 50 МГц (интерфейс Serial)
- 3 порта UART
- 1 порт SPI
- 1 порт I2C
- До 6 выводов GPIO, поддержка прерываний по каждому выводу GPIO
- Поддержка режима генерации тактового сигнала по каждому из каналов GPIO
- Поддержка режима генерации одиночного импульса по каждому из каналов GPIO

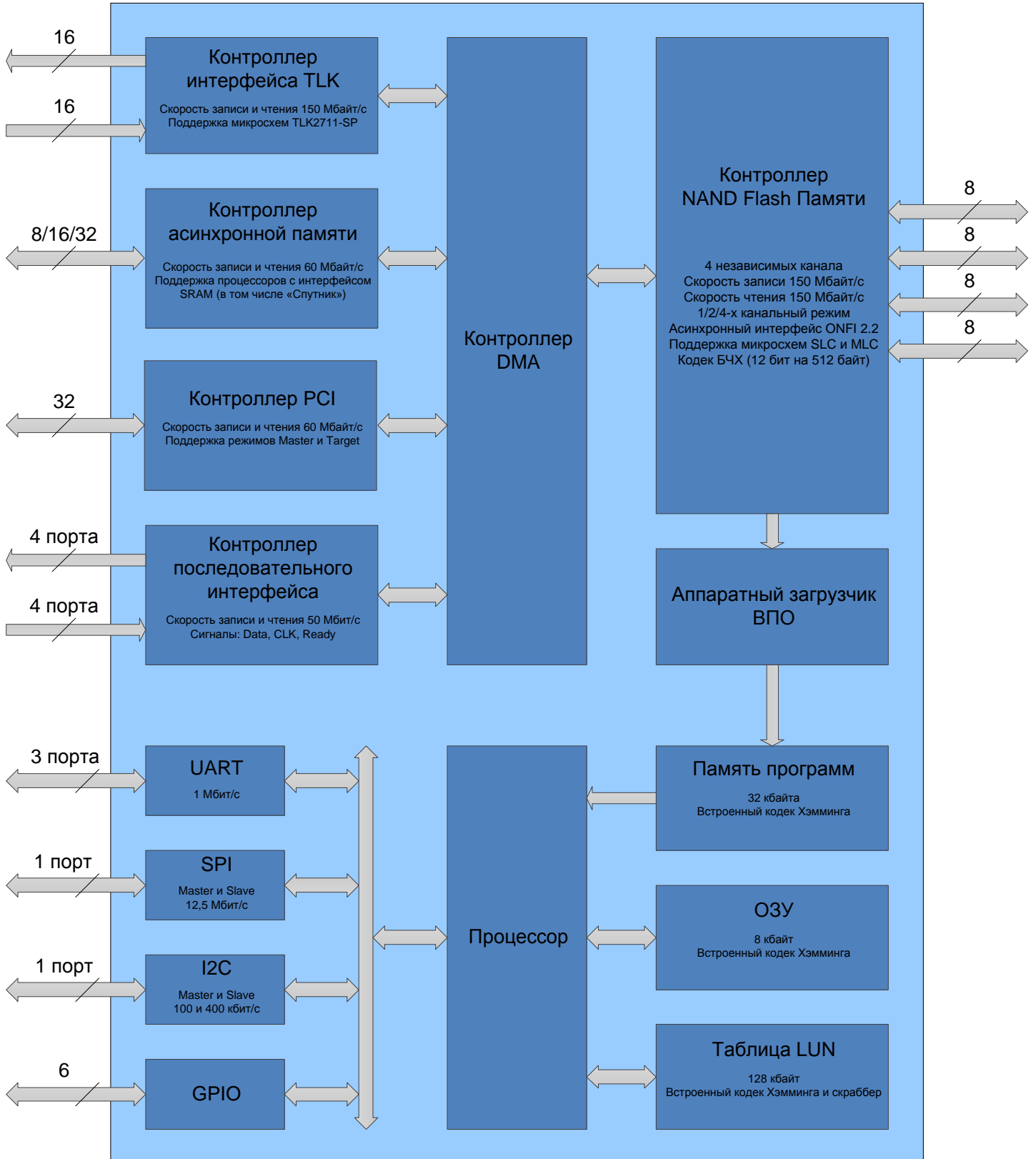
Алгоритмы работы с NAND Flash памятью

- Отображение физических блоков на область логических блоков (LUN Table)
- Кэш-буферы последовательной записи (Sequential Logic Block)
- Кэш-буферы случайной записи (Random Logic Block)
- Контроль износа физических блоков (Wear Leveling)
- Контроль неисправных блоков (Bad Block Management)
- Защита таблицы логических блоков от внезапного выключения электропитания

Схемотехнические и алгоритмические решения обеспечения сбоеустойчивости

- Код БЧХ для данных в NAND Flash памяти, корректирующий до 12 бит в блоке размером 512 байт
- Защита встроенного ОЗУ кодом Хэмминга (исправление однократной битовой ошибки и обнаружение двукратной битовой ошибки, SEC-DED)
- Аппаратный блок сканирования памяти («скраббер», scrubber) с возможностью коррекции ошибок и сигнализации о некорректируемых ошибках
- Доступ к счётчикам ошибок со стороны внешнего процессорного устройства
- Программный режим троирования команд и параметров
- Возможность контроля программного счётчика со стороны внешнего процессорного устройства
- Загрузка ПО в память программ осуществляется под контролем внешнего процессорного устройства
- Программный режим отправки синхросигнала по таймауту
- Программный контроль выполнения ВПО из неиспользуемой области памяти программ

Структурная схема РСКН



Примеры использования РСКН

При реализации системы хранения данных РСКН подключается к периферийной шине с помощью интерфейса PCI или непосредственно к шине управляющего процессора с помощью интерфейса асинхронной памяти.

Использование в качестве сопроцессора микросхемы ПЛИС или микроконтроллера с необходимым набором периферии значительно расширяет набор интерфейсов, которые могут использоваться для управления модулем и для передачи данных. Например, использование процессора 5023BC016 «Спутник» позволяет на базе РСКН разрабатывать системы хранения информации с интерфейсами SpaceWire, CAN, с последовательной шиной по ГОСТ Р 52070 (МКПД), а также принимать и сохранять данные от приёмника телекомандной информации по стандарту CCSDS. Представленные на рынке отечественные микропроцессоры с интерфейсами RapidIO, SpaceFibre, Ethernet, ARINC 429 также могут быть использованы для построения систем хранения данных на базе РСКН.

Можно выделить два типа систем хранения данных на базе РСКН.

Системы с разделением интерфейсов управления и передачи данных

Ниже приведены примеры построения систем с разделением интерфейсов управления и передачи данных. В данном случае в качестве интерфейса управления может выступать либо интерфейс PCI, либо интерфейс асинхронной памяти. При этом запись и чтение данных осуществляются по интерфейсу TLK или по последовательному интерфейсу. Разделение функций управления и передачи данных позволяет достичь скоростей записи и чтения данных до 150 Мбайт/с при использовании интерфейса TLK. В таких системах РСКН также поддерживает возможность записи и чтения данных по интерфейсу управления. Эта возможность позволяет помимо информации, получаемой по интерфейсу передачи данных, сохранять дополнительную информацию. Это могут быть формируемые процессором данные (функция журналирования) или данные, полученные по дополнительному интерфейсу, поддерживаемому процессором.

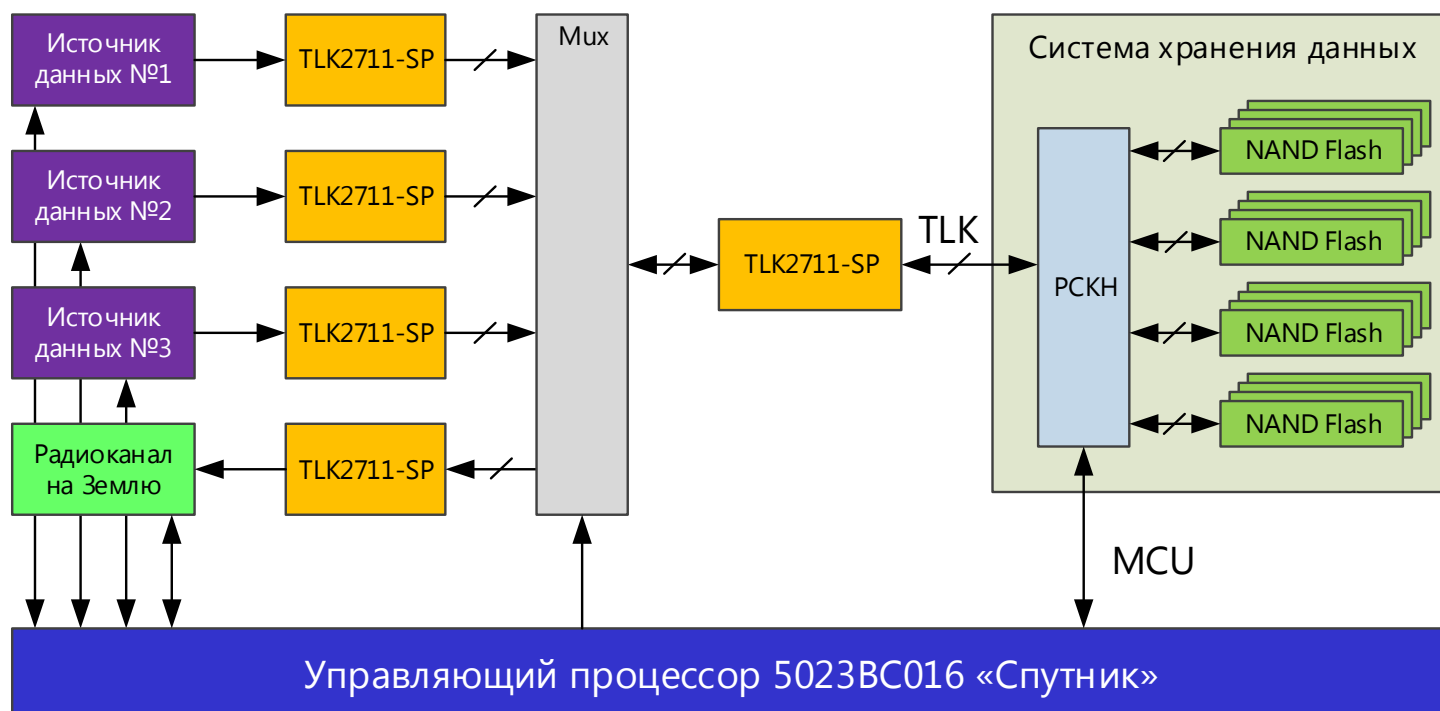


Рисунок 1 — Пример применения РСКН в режиме MCU + TLK

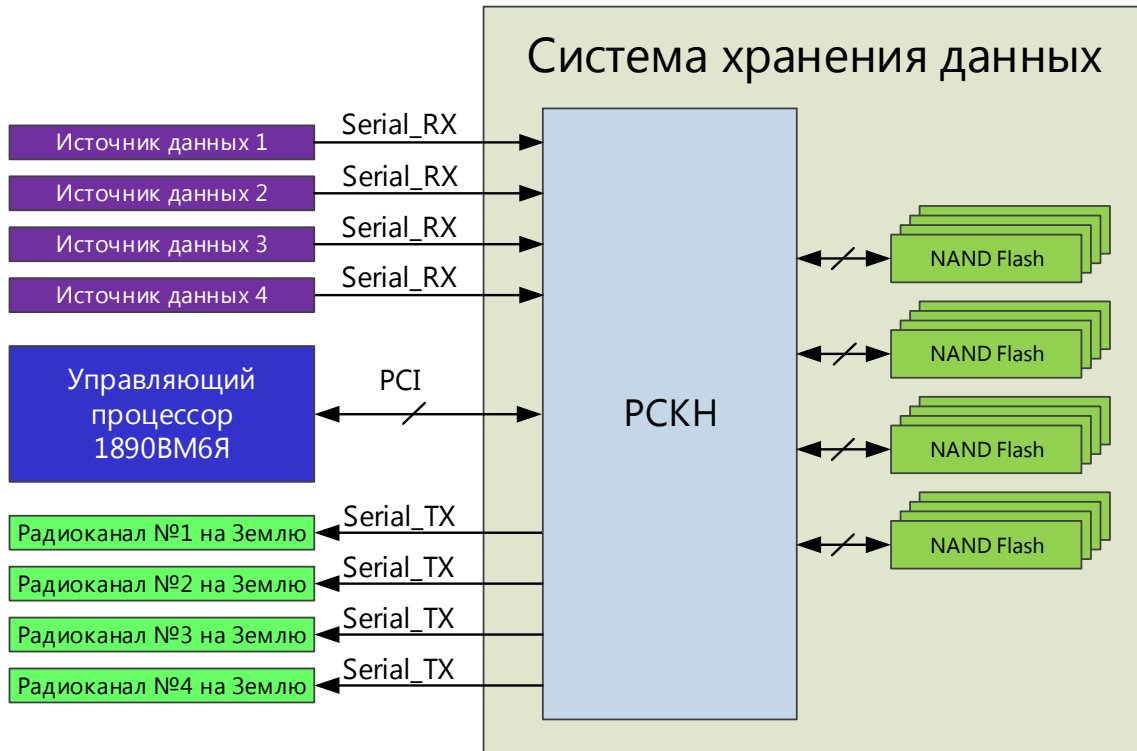
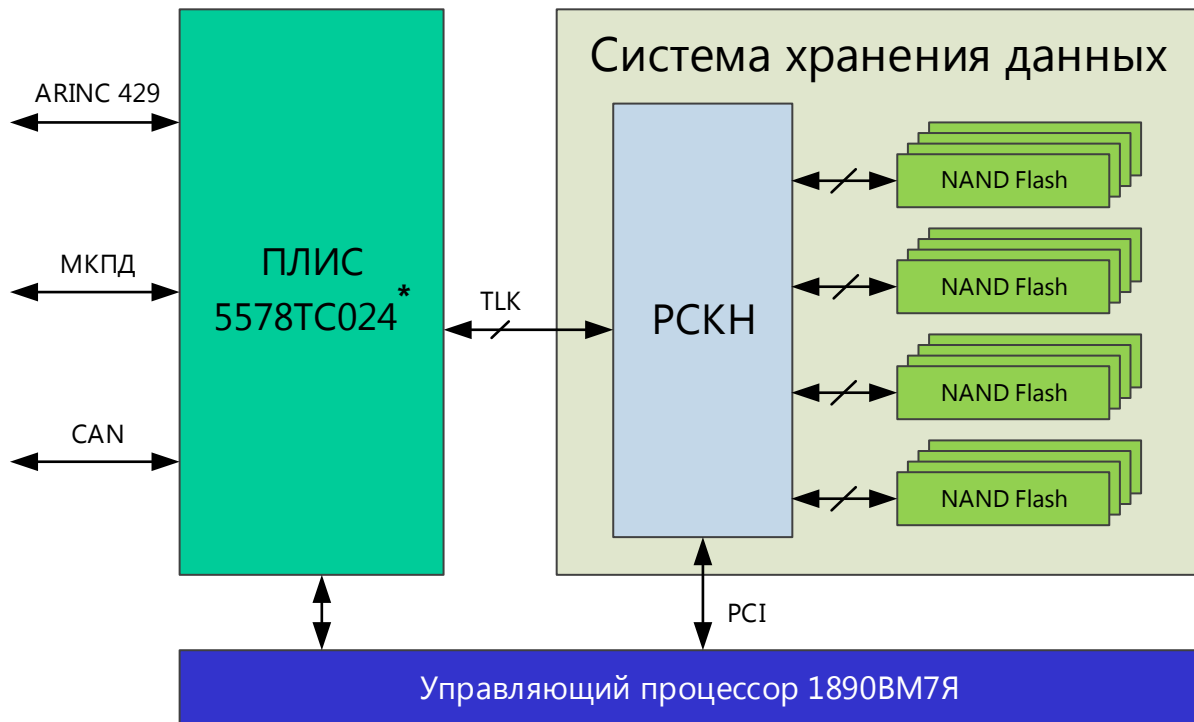
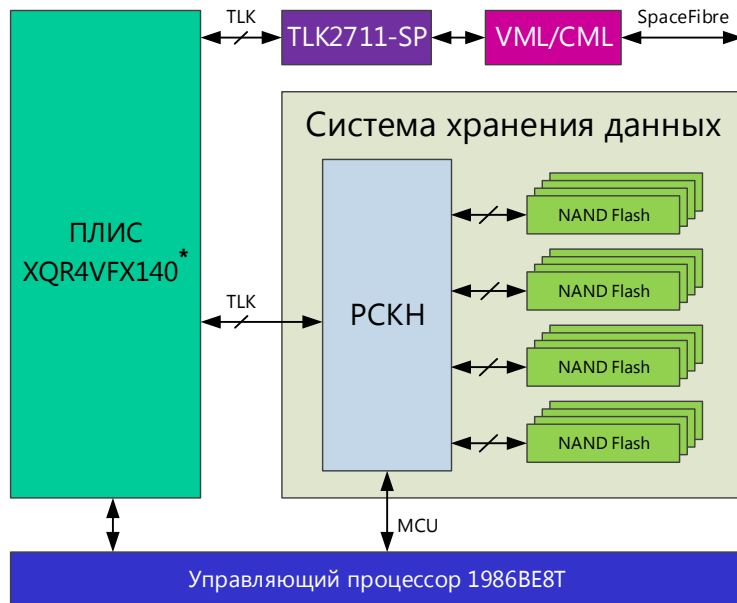


Рисунок 2 — Пример применения PCKH в режиме PCI + Последовательный интерфейс



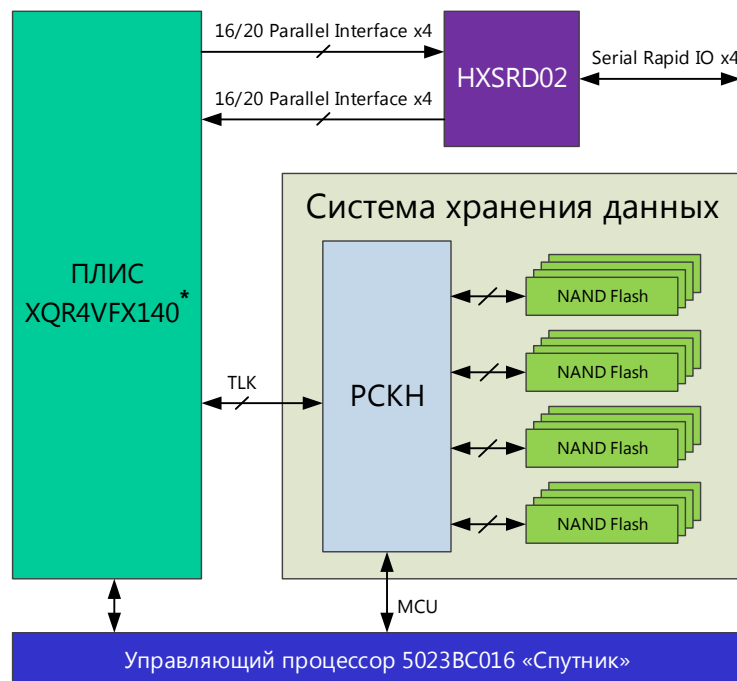
* Технические специалисты ООО «НПП «Цифровые решения» готовы оказать поддержку по разработке конфигурационного файла ПЛИС

Рисунок 3 — Пример применения PCKH с интерфейсным сопроцессором на базе ПЛИС



* Технические специалисты ООО «НПП «Цифровые решения» готовы оказать поддержку по разработке конфигурационного файла ПЛИС

Рисунок 4 — Пример реализации системы хранения данных с высокоскоростным интерфейсом Space Fibre



* Технические специалисты ООО «НПП «Цифровые решения» готовы оказать поддержку по разработке конфигурационного файла ПЛИС

Рисунок 5 — Пример реализации системы хранения данных с высокоскоростным интерфейсом Serial Rapid IO

Системы с общим интерфейсом управления и передачи данных

Второй вариант систем хранения данных на базе РСКН – это системы с общим интерфейсом управления модулем и передачи данных. При использовании в таких системах интерфейса асинхронной памяти можно достичь скорости чтения и записи данных 60 Мбайт/с. При использовании интерфейса PCI – 30 Мбайт/с. Преимуществом таких систем является гибкость, большой выбор интерфейсов и возможность расширения системы.

Примером могут служить системы формата CompactPCI и PC104+, построенные на базе шины PCI. Для этих форматов существует большое количество готовых решений, поддерживающих различные интерфейсы передачи данных. Все они легко интегрируются в единую систему, частью которой может быть накопитель информации на базе РСКН.

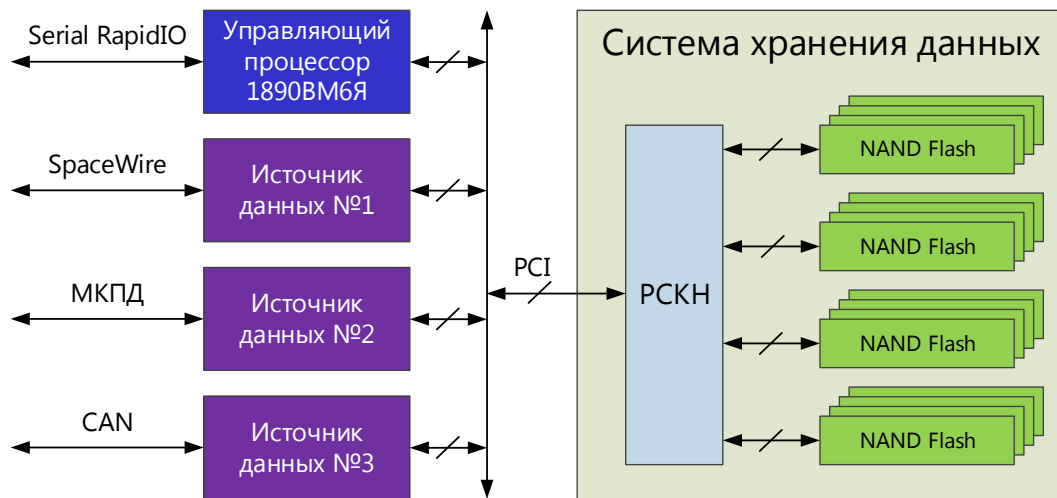


Рисунок 6 — Пример применения РСКН в системе формата PC104+

Использование стандартной шины PCI позволяет удобно расширять систему хранения данных за счёт подключения нескольких накопителей информации на базе РСКН

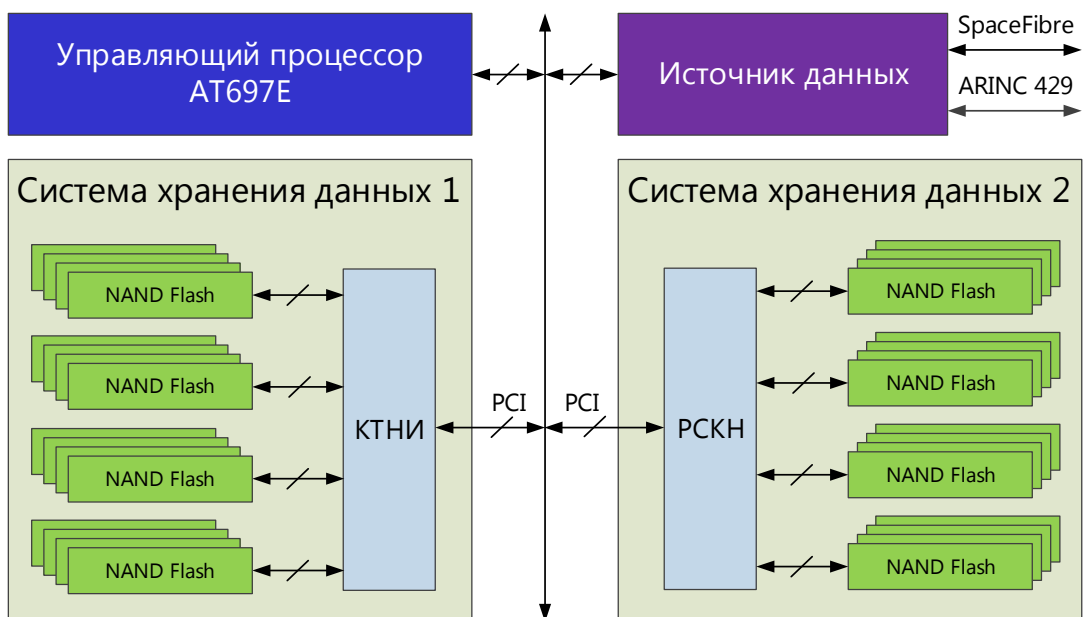


Рисунок 7 — Пример применения РСКН в системе с несколькими накопителями

При построении системы на базе интерфейса асинхронной памяти РСКН подключается непосредственно к системной шине без применения дополнительных преобразователей. Это позволяет процессору работать с РСКН как с обычным ОЗУ, используя преимущества механизма прямого доступа к памяти.

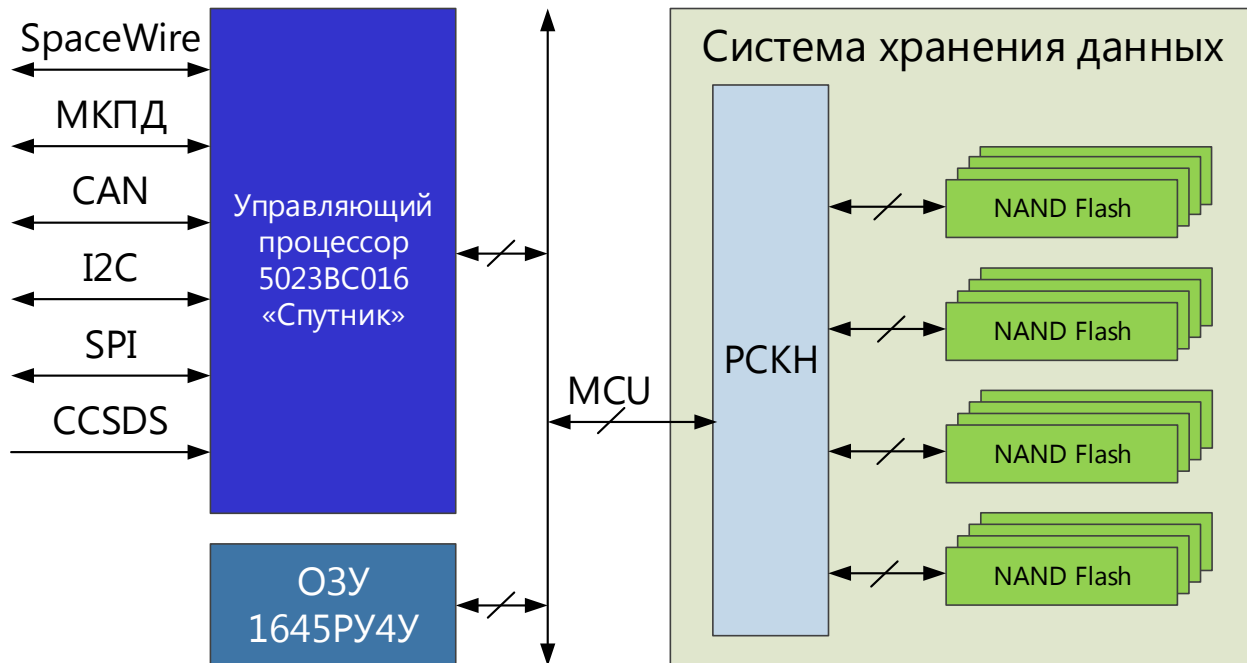
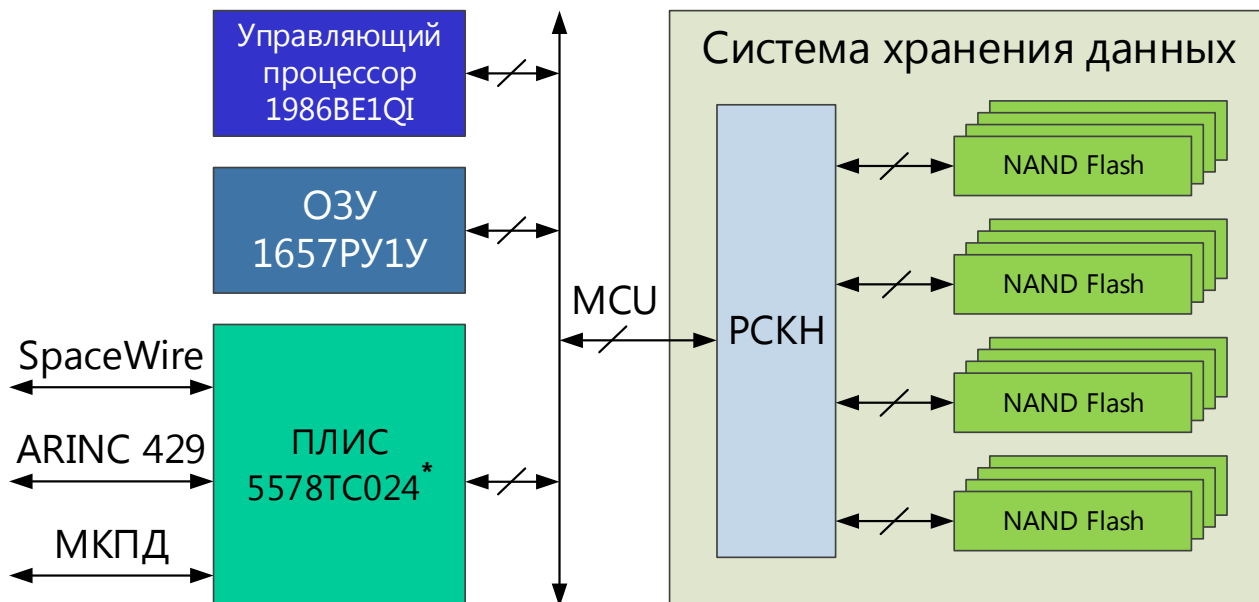


Рисунок 8 — Пример построения системы на базе процессора 5023BC016 «Спутник»



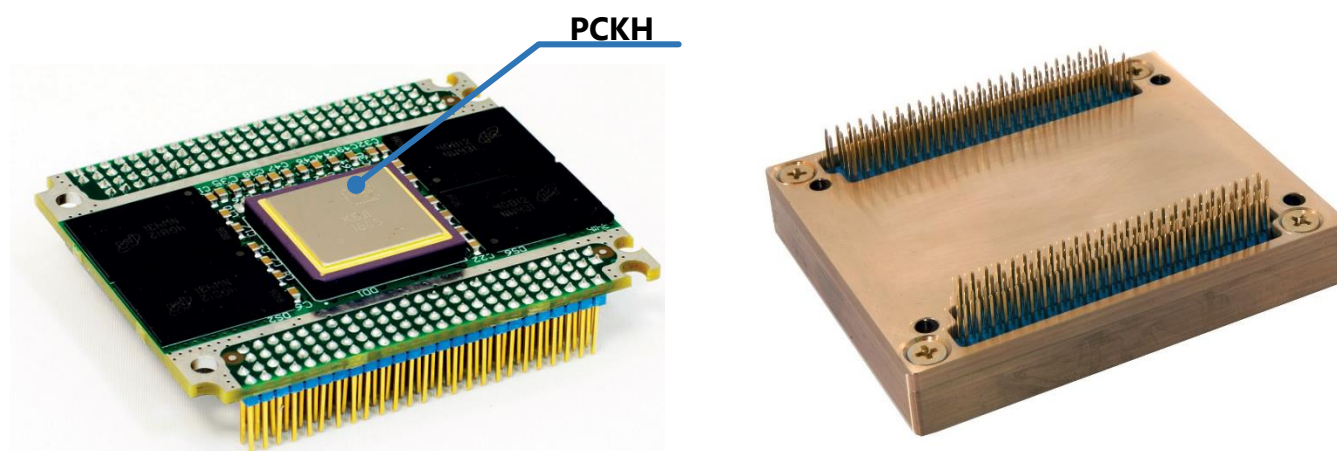
* Технические специалисты ООО «НПП «Цифровые решения» готовы оказать поддержку по разработке конфигурационного файла ПЛИС

Рисунок 9 — Пример применения РСКН с интерфейсным сопроцессором на базе ПЛИС

Параметрический бортовой модуль хранения данных (ПБМХД)

Филиалом АО «ОРКК» – «НИИ КП» на базе **РСКН** разработан модуль твердотельного накопителя информации ёмкостью 256 Гбайт, предназначенный для работы в системах с повышенными требованиями по стойкости к температурным и механическим воздействиям, а также к воздействию ионизирующего излучения космического пространства.

Данный модуль предназначен для хранения телеметрии и пользовательских команд. Он может применяться в спутниках дистанционного зондирования Земли и других космических аппаратах. Модуль совместим с радиационно-стойким сериалайзером TLK2711-SP, ПЛИС, микроконтроллерами, процессорами (в том числе процессором 5023BC016 «Спутник») и стандартом PC104+.



Основные особенности и характеристики

- Ёмкость встроенного массива NAND Flash памяти 256 Гбайт
- Построен на базе РСКН и 8-ми микросхем NAND Flash памяти
- Тип используемой NAND Flash памяти – SLC
- Максимальная скорость записи и чтения пользовательских данных 150 Мбайт/с
- Возможность перепрограммирования в процессе работы

Стойкость к внешним воздействующим факторам

- Диапазон рабочих температур от минус 60 до плюс 85 °С
- Соответствует аппаратуре группы 5.3 по ГОСТ РВ 20.39.304-98
- Герметичность модуля обеспечивается компаундом марки ЭЛАСТОСИЛ 137-182 по ТУ 6 02 1 015 89

Конструкция

- Защищён корпусом из сплава Л90
- Размер модуля 69×58×11 мм (без учёта длины выводов)
- Минимальная толщина корпуса 2 мм
- Масса 230 г
- 200 выводов для сквозного монтажа
- Шаг выводов 2 мм

Стойкость к специальным внешним воздействующим факторам

- Предельная накопленная доза не менее 100 крад
- Пороговая ЛПЭ возникновения тиристорного эффекта не менее 60 МэВ·см²/мг

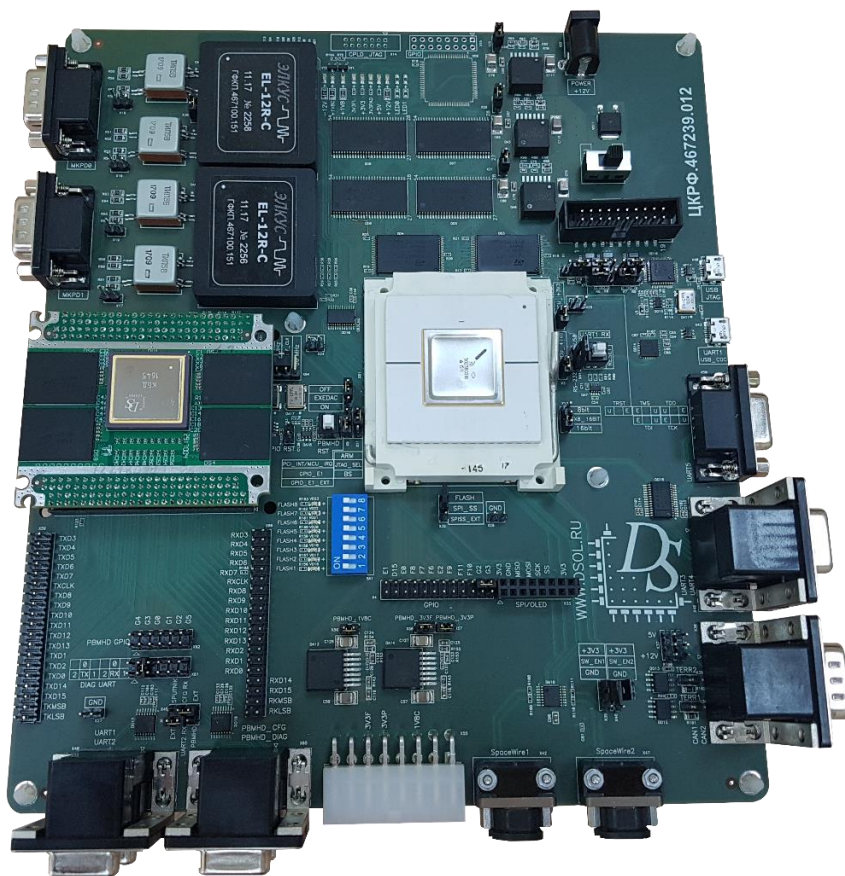
Отладочная плата для совместной отработки РСКН и процессора 5023BC016 «Спутник» (ЦКРФ.467239.012)

Отладочная плата предназначена для прототипирования систем хранения данных на базе **РСКН**.

РСКН в отладочную плату устанавливается в составе **макетного образца модуля хранения данных**. В состав макетного образца помимо РСКН входит массив NAND Flash памяти общей ёмкостью 128 Гбайт. Передача данных от РСКН в массив осуществляется по 4-м каналам ONFI 2.2. В состав платы входит контактирующее устройство для установки **процессора 5023BC016 «Спутник»**. Данный процессор используется для управления РСКН. Процессор «Спутник» подключается к макетному образцу модуля хранения данных через асинхронный 16-битный интерфейс.

Для приёма и передачи данных от внешних устройств на отладочной плате предусмотрен набор интерфейсов: TLK, Space Wire, CAN, МКПД.

В комплект поставки входит набор библиотек для управления РСКН и периферией с помощью процессора.



Интерфейсы РСКН

- Конфигурационный UART
- Диагностический UART
- 6 выводов общего назначения (GPIO)
- Интерфейс подключения сериалайзера TLK2711-SP
- 4 последовательных порта ввода данных
- 4 последовательных порта вывода данных

Состав отладочной платы

- 2 порта интерфейса SpaceWire
- 2 порта интерфейса МКПД
- 4 порта UART через разъём DB-9 и 1 порт UART, поддерживающий подключение через разъём micro USB
- 2 порта интерфейса CAN
- Интерфейс SPI
- 12 выводов общего назначения (GPIO)
- Энергонезависимая Flash память объёмом 16 Мбит
- Массив микросхем MRAM объёмом 32 Мбит
- Массив микросхем SRAM объёмом 32 Мбит
- Энергозависимая Flash память с интерфейсом SPI объёмом 128 Мбит
- Интерфейс JTAG для отладки ПО процессора