

# МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ 1886

## ДЛЯ АППАРАТУРЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Вопрос об использовании отечественных микросхем для аппаратуры специального назначения сегодня очень актуален для предприятий российского ВПК. За последние годы развитие целых сегментов элементной базы было остановлено. Возникшую брешь в приборах индустриального и специального назначения заполнили зарубежные микросхемы коммерческого исполнения. Центр проектирования ЗАО ПКК "Миландр" специализируется именно на решении этой важной задачи.**

Одно из приоритетных направлений в разработках ПКК "Миландр" – создание серии 8-разрядных микроконтроллеров с широко развитой периферией и набором специализированных блоков. ПКК "Миландр" осуществляет серийные поставки микроконтроллеров 1886BE1,2 и предлагает опытные образцы других микроконтроллеров этой серии.

Первые схемы серии 1886 (табл. 1) – 1886BE1 и 1886BE2 – полные функциональные аналоги, за исключением ряда параметров. Разработка началась в рамках программы МО РФ по импортозамещению. Решено было отказаться от практики "сдирания" топологии. Имел место полный цикл разработки – от проектирования RTL-модели до изготовления топологии. В результате у специалистов ПКК "Миландр" появились уже отработанные блоки процессорного ядра, памяти и различных интерфейсов, которые и стали базой будущих разработок. Таким образом, было решено перейти к созданию собственных микросхем, не имеющих зарубежных функциональных аналогов, но востребованных на российском рынке. Основное внимание в разработке новых микросхем уделялось развитию периферии и реализации специальных блоков. Так, в микроконтроллерах 1886BE3 и 1886BE4 был реализован полностью аппаратный контроллер интерфейса USB (со скоростью передачи до 12 Мбит/с). Кроме того, для ускорения шифрования в схеме 1886BE3, изначально предназначенной для решения криптографических задач, реализован аппаратный блок поддержки криптографической обработки данных согласно ГОСТ

А.Новоселов, к.т.н.  
novoselov@ic-design.ru

28147-89. Микроконтроллер 1886BE4 ориентирован на интерфейсные задачи. Разрабатываемый в настоящее время микроконтроллер 1886BE5 предназначен для решения задач передачи и обработки данных в транспортной и индустриальной технике специального применения. В нем будут реализованы широко распространенные сейчас интерфейсы CAN и LIN.

Контроллеры с приемкой "5" поставляются в металлокерамических корпусах.

Все выпускаемые микросхемы проходят полный цикл испытаний, необходимых для изделий, применяемых в спецтехнике. Проекты ТУ на микросхемы могут быть предоставлены по запросу заинтересованных предприятий.

### МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ 1886BE1 И 1886BE2

Создание этих микроконтроллеров есть результат реализации ОКР в рамках программы импортозамещения по линии МО РФ. После завершения ОКР в изделиях специального назначения микроконтроллеры иностранного производства были заменены отечественными.

Чтобы ускорить создание аппаратуры на основе этих микросхем, разработан и сегодня поставляется отладочный комплект для микроконтроллера 1888BE2. В состав комплекта входят:

- отладочная плата с колодкой, примитивной клавиатурой (4 кнопки), восемью семисегментными индикаторами, разведенными портами ввода/вывода и блоком отладки встроенного АЦП и т.д. (рис.1);
- универсальный программатор для контроллеров серии 1886;
- блоки питания и соединительные шнуры;

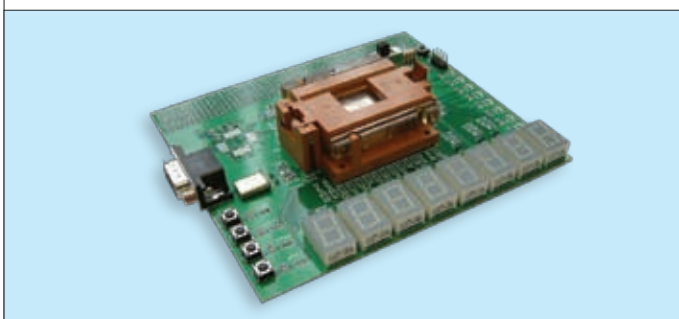


Рис.1. Отладочная плата для 1888BE2Y

**Таблица 1. Характеристики микроконтроллеров**

Параметр	1886BE1	1886BE2	1886BE3	1886BE4	1886BE5
Процессорное ядро	PIC17	PIC17	PIC17	PIC17	PIC17
Аппаратное умножение	8×8	8×8	8×8	8×8	8×8
Тактовая частота/ производительность	33 МГц/8 MIPS	33 МГц/8 MIPS	33 МГц/8 MIPS	33 МГц/8 MIPS	33 МГц/8 MIPS
Питание, В	5 В	5 В	5 В*	5 В*	3–5,5 В
Память программ	Mask ROM 32К×16	FLASH 32К×16	FLASH 32К×16	FLASH 32К×16	EEPROM 8К×16
ОЗУ	902	902	902	902	902
Память данных	-	-	EERPOM 256 байт**	EEPROM 256 байт	EEPROM 256 байт
Таймеры	4	4	1	1	3
Схема захвата	4	4	-	-	2
ШИМ	3	3	-	-	2
АЦП	12 каналов/10 разрядов	12 каналов/10 разрядов	-	-	8 каналов/10 разрядов
USART	2	2	1	1	1 + LIN
SPI	1	1	-	1	-
I2C	1	1	-	-	-
USB	-	-	2 оконечные точки	4 оконечные точки	-
CAN	-	-	-	-	6 буферов RX/TX
Интерфейс к внешней памяти	Внешняя память программ		Внешняя память программ или NAND Flash		-
Специальные возможности	-	-	Блок поддержки ГОСТ 28147-89	-	-
Температурный диапазон	-60...85°C	-60...85°C	-60...85°C***	-60...85°C	-60...125°C
Тип корпуса	H18-64	H18-64	H16-48 LQFP 64	H18-64	Не определен
Статус	ОКР сдан	ОКР сдан	Опытные образцы Сдача ОКР 09.2007	Опытные образцы Сдача ОКР 10.2007	Макет на ПЛИС

\* Микроконтроллеры 1886BE3 и 1886BE4 имеют раздельное питание ядра (5 В) и портов ввода-вывода (от 3 до 5 В).

\*\* Микроконтроллер 1886BE3 имеет аппаратные средства защиты EEPROM памяти данных от записи и стирания.

\*\*\* Микроконтроллер 1886BE3 имеет указанный температурный диапазон при поставке в корпусе H16-48.

- необходимое программное обеспечение (ПО) и документация;
- два контроллера с приемкой ОТК для отработки программ.

К данному микроконтроллеру полностью применимы компиляторы языков Ассемблер и Си для контроллеров серии PIC17.

В настоящее время конструкторским бюро российских предприятий поставлено более 100 отладочных комплектов. Кроме того, имеется возможность поставки аппаратного эмулятора этого микроконтроллера, представляющего собой универсальную платформу на базе ПЛИС. С помощью такого эмулятора можно произвести пошаговую отладку программ.

### МИКРОКОНТРОЛЛЕР 1886BE3

Цель разработки этой микросхемы (ведется совместно с ФГУП "ПНИЭИ") – замена сразу нескольких микросхем иностранного производства, применяемых при создании USB-ключа (рис.2).

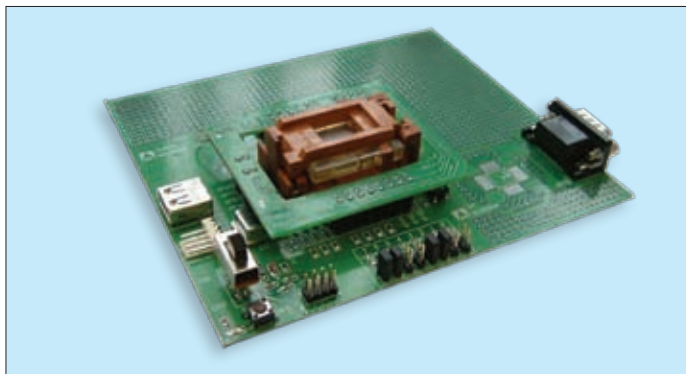
Изначально аппаратура проектировалась на основе USB-микроконтроллера и микросхемы ПЛИС, на которой был бы реализован криптографический алгоритм. При разработке новой схемы использовался принцип "система-на-кристалле", т.е. объединение функций, выполняемых ранее несколькими чипами, на одном кристалле. При этом разработчики стремились создать универсальную микросхему, пригодную для решения различного класса задач. Неудивительно,

что многие предприятия заинтересовались микроконтроллером 1886BE3.

На базе этой микросхемы подходит к концу разработка устройства защищенного USB flash-накопителя. Это будет обычный переносной flash-накопитель, но с дополнительными защищенными механизмами загрузки с накопителя на компьютере и вспомогательными криптографическими функциями. Специалисты ПКК "Миландр" разработали само устройство и программное обеспечение для реализации Mass Storage устройств.

### МИКРОКОНТРОЛЛЕР 1886BE4

Микроконтроллер 1886BE4 появился как результат развития микроконтроллера 1886BE3 и предназначен для потребите-



**Рис.2. Топология кристалла 1886BE3У**

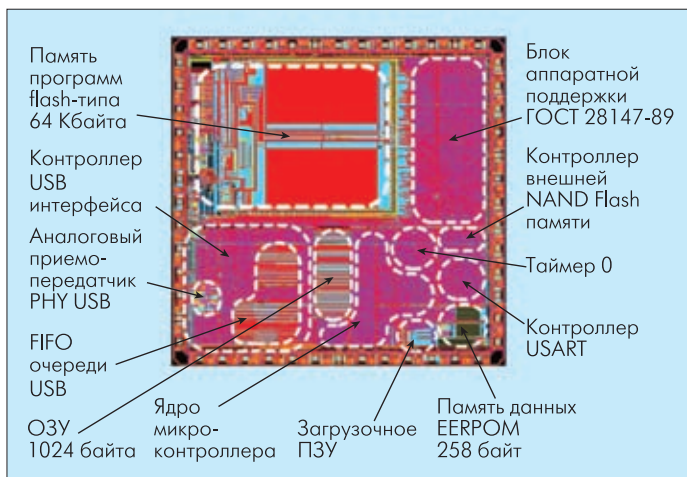
лей, которые заинтересованы в наличии USB-интерфейса без шифрации данных (рис.3).

Как видно из рисунка топологии BE3 (см. рис.2), схема блока поддержки ГОСТ 28147-89 – самая большая в кристалле и если в ней нет необходимости, применение такого кристалла экономически не оправдано. Кроме того, возникают проблемы, связанные с применением схем, предназначенных для криптографии. Поэтому было принято решение сделать новый кристалл без блока шифрации, а за счет освобожденной площади увеличить количественные характеристики самого USB-интерфейса и добавить новые периферийные интерфейсы. Таким образом, число оконечных точек USB увеличено до четырех, добавлен интерфейс SPI. Микроконтроллеры 1886BE3 и 1886BE4 совместимы по выводам. Соответственно, для отладки приложений можно применять отладочный комплект для микроконтроллеров 1886BE3.

### МИКРОКОНТРОЛЛЕР 1886BE5

Разработка этой микросхемы ведется совместно с ОАО "НКБ-ВС" и ОАО "ЛОМО". В настоящий момент специалистами ПКК создан макет на базе ПЛИС, с помощью которого проводится проверка функционирования модели в составе уже разработанной аппаратуры (рис.4).

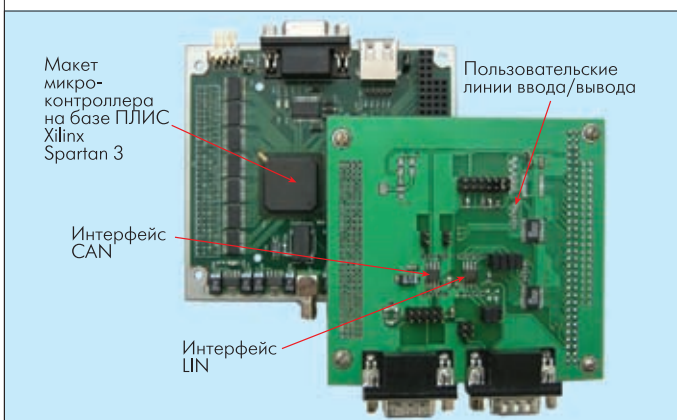
Контроллер содержит шесть программно управляемых буферов сообщений, которые могут быть сконфигурированы как на отправку сообщений, так и на прием. Поддерживаются



**Рис.3. Отладочная плата для 1886BE4У (1886BE3У)**

11-битный и 28-битный идентификаторы. В контроллере реализованы два аппаратных фильтра входных сообщений. Кроме того, планируется проведение сертификации контроллера 1886BE5 с шиной CAN на тестах фирмы BOSCH.

Кроме контроллера CAN на базе контроллера USART была реализована поддержка интерфейса LIN. Этот интерфейс также применяется в автомобильной электронике наряду с CAN. И если шина CAN – это глобальная сеть на весь автомобиль, то LIN используется в оконечных узлах. Кроме того, по сравнению с более ранними микроконтроллерами, изменен тип памяти программ на EEPROM. Дополнительно в загрузочный ПЗУ введены механизмы стандартного программирования, общего для всей серии, а также специальная библиотека, позволяющая пользователям самостоятельно подбирать механизмы перепрограммирования, например по интерфейсу CAN, уже в составе целой системы. Также в этом микроконтроллере предусмотрены специальные средства внутрисхемной отладки приложений, что должно значительно ускорить процесс разработки новых устройств.



**Рис.4. Макетная плата контроллера 1886BE5**

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ОТЛАДКИ ПРИЛОЖЕНИЙ

Специалисты компании, помимо собственно микросхем, создают программные и аппаратные средства разработки приложений. Для микроконтроллеров, уже запущенных в серию, фирма выпускает отладочные макетные наборы. Они включают в себя отладочную плату, несколько образцов микросхем, программатор и необходимое программное обеспечение. ПО содержит среду разработки Debug1886, позволяющую создавать программы, проводить их моделирование на программной модели или отлаживать приложение в аппаратном отладчике. Это можно делать в режиме реального времени или в пошаговом режиме. Кроме того, ПО включает среду программирования микроконтроллеров MicroProg2006. На сегодняшний день разрабатывается собственный компилятор Си для более удобной и эффективной работы с микроконтроллерами серии 1886.

К отладочному комплекту поставляется полный набор конструкторской документации и примеров программ с от-





крытыми исходными кодами. Это дает пользователям возможность разрабатывать собственные устройства на основе предложенных фирмой "Миландр" решений.

### ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ СЕРИИ 1886

ЗАО ПКК "Миландр" планирует продолжить выпуск серии микроконтроллеров 1886ВЕ. Ведутся разработки контроллеров новых интерфейсов, например последовательного магистрального интерфейса системы электронных модулей в соответствии с ГОСТ Р 52070-2003, бесконтактного интерфейса в соответствии с ISO 14443, сетевого интерфейса Ethernet 10BaseT. В рамках дальнейшего развития криптографической тематики уже разработан и опробован на ПЛИС блок 256-битной модульной арифметики. На его базе может быть значительно повышена производительность задач, связанных с электронной цифровой подписью. Также в планах специалистов компании – реализация различных зарубежных алгоритмов шифрования. Развивается и аналоговая составляющая микроконтроллеров – создаются аналоговые приемопередатчики CAN и LIN, ведутся разработка 12-разрядного АЦП. Кроме микроконтроллеров ЗАО ПКК "Миландр" выпускает и другие микросхемы: память, схемы управления питанием, различные интерфейсные схемы. Вся эта работа ведется в рамках единой стратегии, цель которой – комплексное решение различных задач приборостроительных предприятий с помощью элементной базы, поставляемой ЗАО ПКК "Миландр".

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Наряду с развитием серии 1886 на базе 8-разрядного процессорного ядра, планируется запуск новой серии микроконтроллеров с 16-разрядным ядром (табл.2). Функциональным аналогом такого ядра является микроконтроллер ТМ-S320С51.

Переход на более производительное ядро вызван рядом причин. Потребность заказчиков в более производительных контроллерах, вывод на рынок решений фирмы "Миландр" в области ЦОС, выпуск АЦП большей разрядности – лишь некоторые из них.

В ЗАО ПКК "Миландр" создан специальный отдел технической поддержки потребителей, консультирующий разработчиков. При необходимости этот отдел может взять на себя решение различных задач, связанных с применением изделий фирмы. Так, в 2006 году компанией было успешно сдано шесть ОКР по разработке микросхем, поставляемых с приемкой заказчика.

При разработке новых ИС специалисты фирмы ПКК "Миландр" активно сотрудничают с предприятиями-заказчиками. Нам удалось создать эффективную схему, которая позволяет заказчику строго контролировать весь процесс и применять

**Таблица 2. Параметры процессорного 16-разрядного ядра**

Разрядность ядра	16
Число операций	180
Максимальный объем памяти программ	48К
Максимальный объем ОЗУ	6К
Тактовая частота	100 МГц
Производительность	100 MIPS
Технологические нормы	0,35 мкм
Питание	3,3 В

разрабатываемую ИС еще до появления первых образцов. В процессе создания микроконтроллеров обязательно разрабатывается макет будущей ИС на базе ПЛИС. Этот макет проходит всестороннее тестирование у заказчика и только после того, как заказчик будет полностью удовлетворен заложенной функциональностью, мы приступаем к разработке топологии и изготовлению новых кристаллов. Пока идет технологический цикл изготовления, заказчик на базе макета отлаживает ПО, которое будет применяться в реальных изделиях. Когда же появляются первые образцы, остается только собрать новое изделие. Мы задействуем различные формы сотрудничества – от коммерческих контрактов до работ, проводимых под контролем ВП МО. Мы стремимся решить проблемы, стоящие перед приборостроительными предприятиями, поэтому активно сотрудничаем с ними и надеемся, что число наших партнеров и клиентов будет неуклонно расти. ○

