

# Высокопроизводительный вычислительный модуль на базе многоядерного процессора SEAforth40

Калачев А.В.

Алтайский Государственный Университет,

кафедра Вычислительной техники и  
электроники

e-mail: [forther@yandex.ru](mailto:forther@yandex.ru)

ICQ: 252002634

## Цель работы –

создание масштабируемой системы для встраиваемых приложений реального времени.

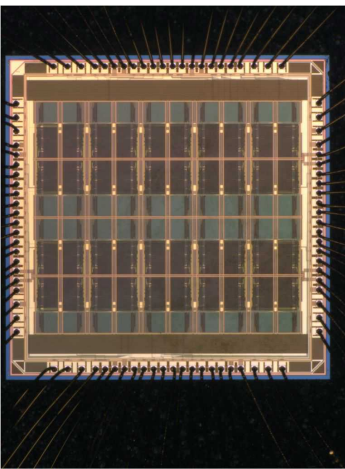
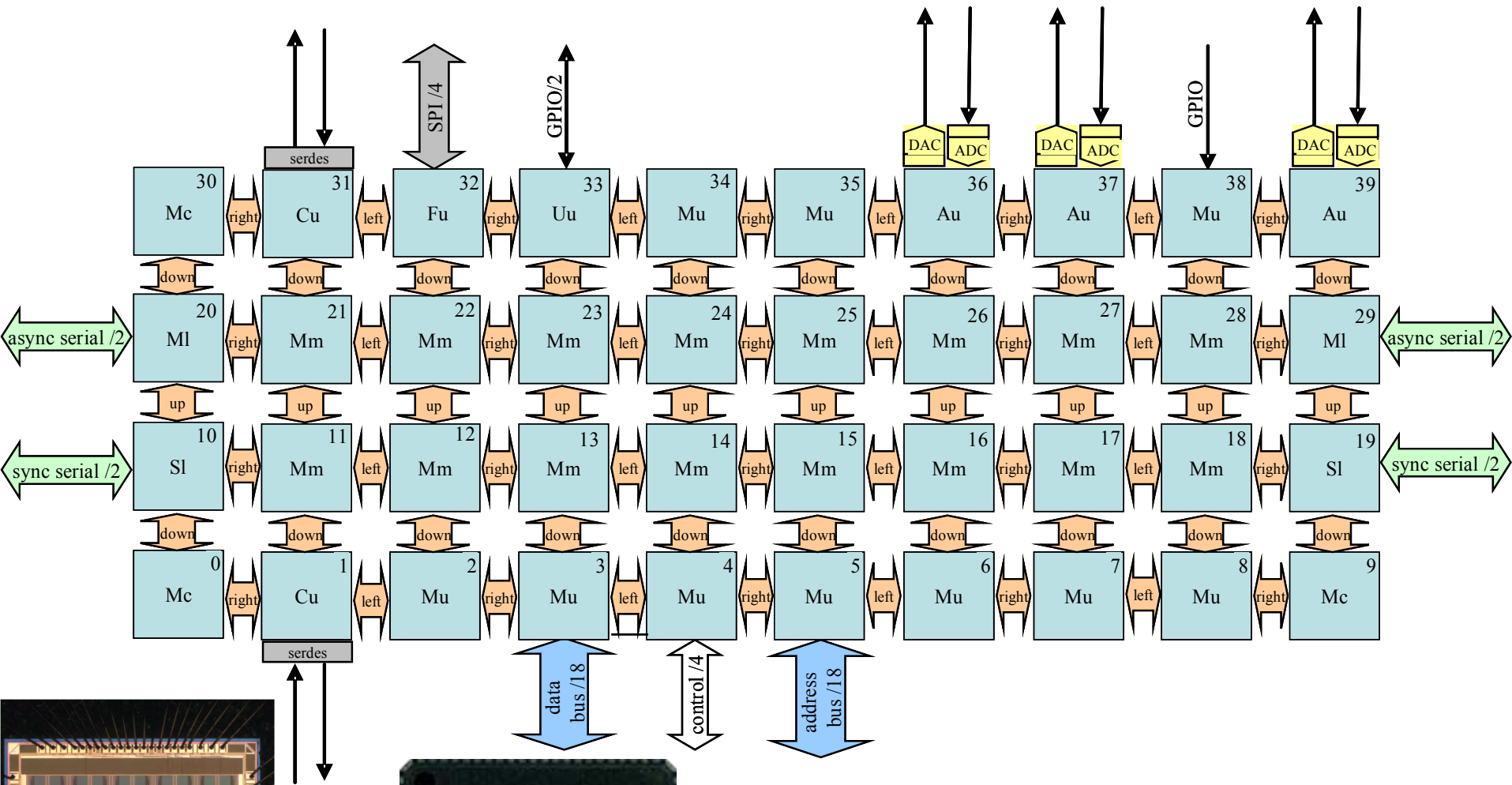
Одним из ключевых моментов является способность системы подстраиваться под решаемую задачу.

Предполагается интеграция дальнейшая с одной из сред визуального программирования, а также создание или адаптация языка программирования системы.

# Основные классы задач, на которые ориентирована система:

- обработка тепловизионных изображений (включая видимый свет и ближний инфракрасный диапазон),
- обработка сигналов при активном и пассивном радиоволновом зондировании,
- обработка сигналов звукового диапазона,
- управление сложными антенными системами (ФАР, ЦАР),
- задачи программно-управляемого радио и управление сенсорными сетями.

# Структурная схема процессора SEAforth40



# Характеристики процессора SEAforth40 ( S40C18 )

Количество ядер, шт.	40
Производительность ядра/общая, MIPS	700, суммарная – 26000
Линии ввода-вывода (GPIO)	5
АЦП количество/разрядность, биты	3 / 18
ЦАП количество /разрядность, биты	3 / 9, токовый выход, номинальная нагрузка 75 Ом
Последовательные порты	SPI, 3 синхронных порта, 2 асинхронных последовательных порта, 2 – SERDES
Параллельные порты/ разрядность	2/18 бит двунаправленные
Напряжение питания	1,8В

# Сравнительные характеристики процессоров различных архитектур

Характеристика	AVR (picoPower)	AVR32	MSP430	ARM*	SEAforth ядро C18 (суммарно по 24/40 ядрам)
Разрядность	8	32	16	32	18
MIPS	20	72-210	8	50-150	700 (18000/26000)
Потребляемая мощность (максимальная), мВт	13,3	7,6	4,9	5,8-48,75	12,6 (302/504)
Потребление в пассивном режиме (энергосберегающем), мкВт	0,06/0,9	9,9	0,22 /1,76 /70	20-1000	1 (24/40)
Время перехода в активное состояние, мкс			6	0,16 -60	<0,01

Затраты энергии на выполнение операций (средние значения), нДж:

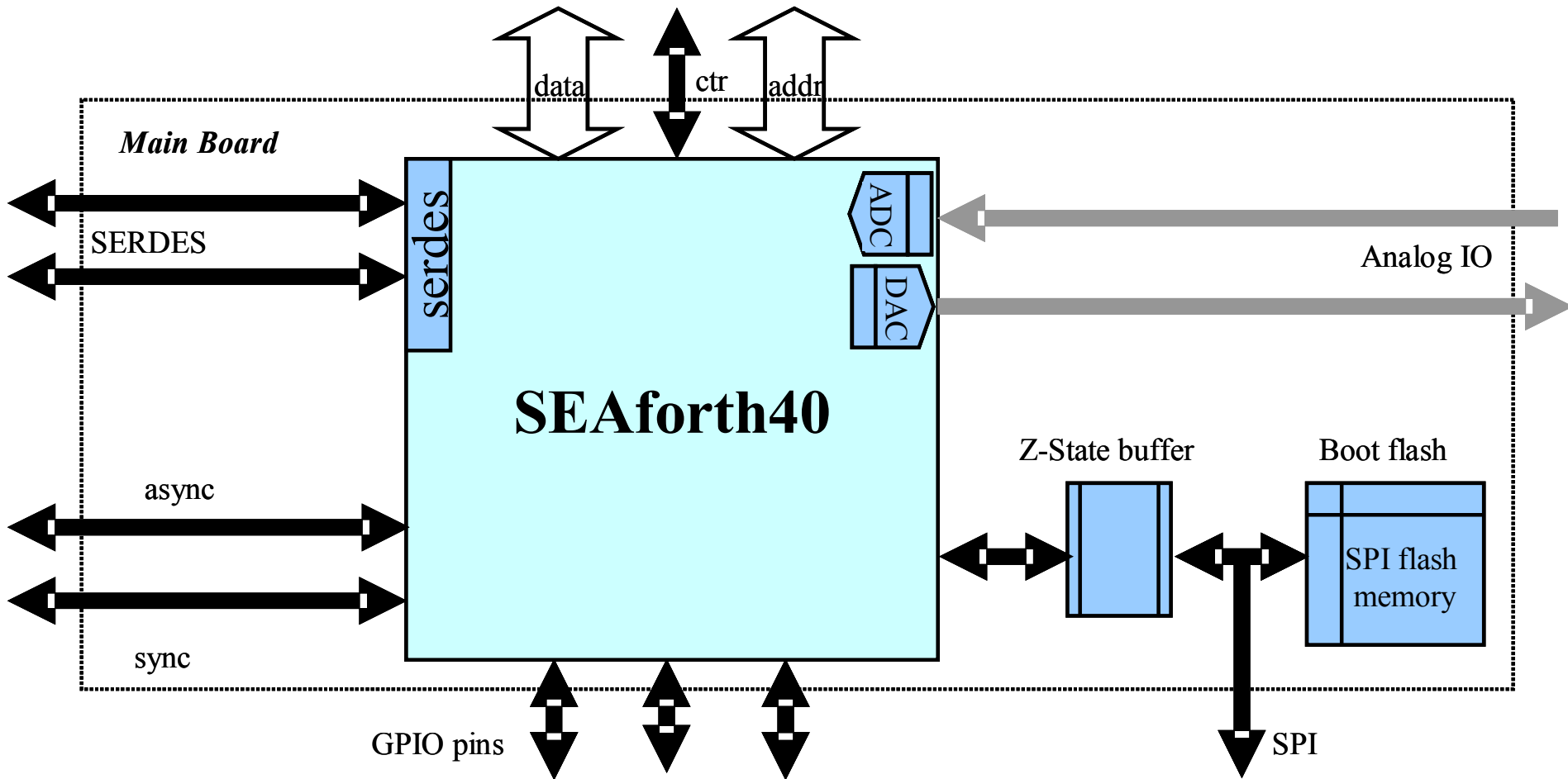
- логические;	0,67	0,127	1,8	0,2-3,5	0,018 (0,42/0,7)
- арифметические;	0,67	0,127	2	0,2-3,5	0,036 (0,84/1,4)
- умножение;	1,33	0,127	1,25	0,2-3,5	1,15** (27,5/46)
- операции с памятью.	1,33	0,19	2,4	0,2-3,5	0,064 (1,54/2,56)

Примечания:

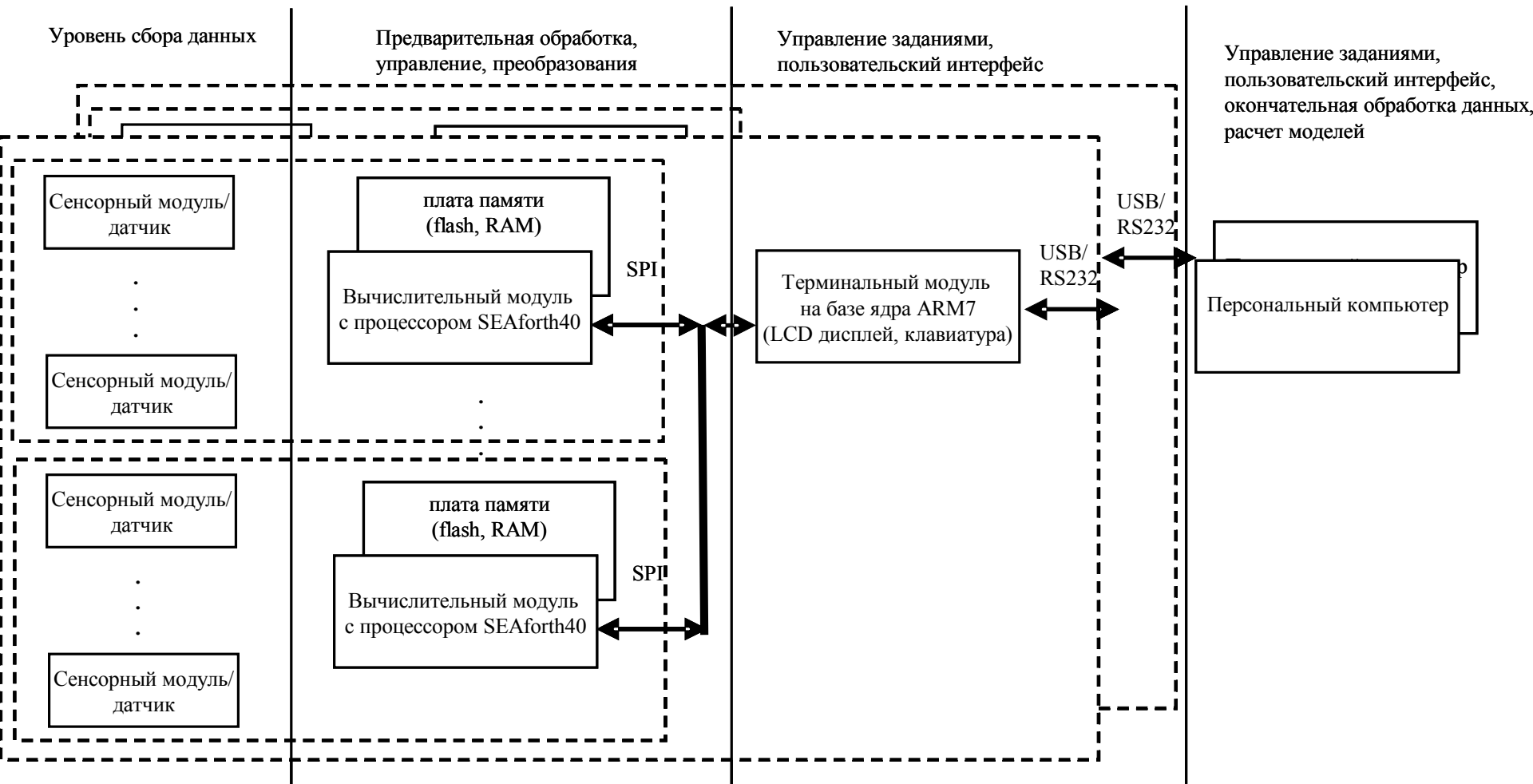
\* - средние по семейству;

\*\* - программная реализация умножения

# Структура вычислительного модуля с процессором SEAforth40

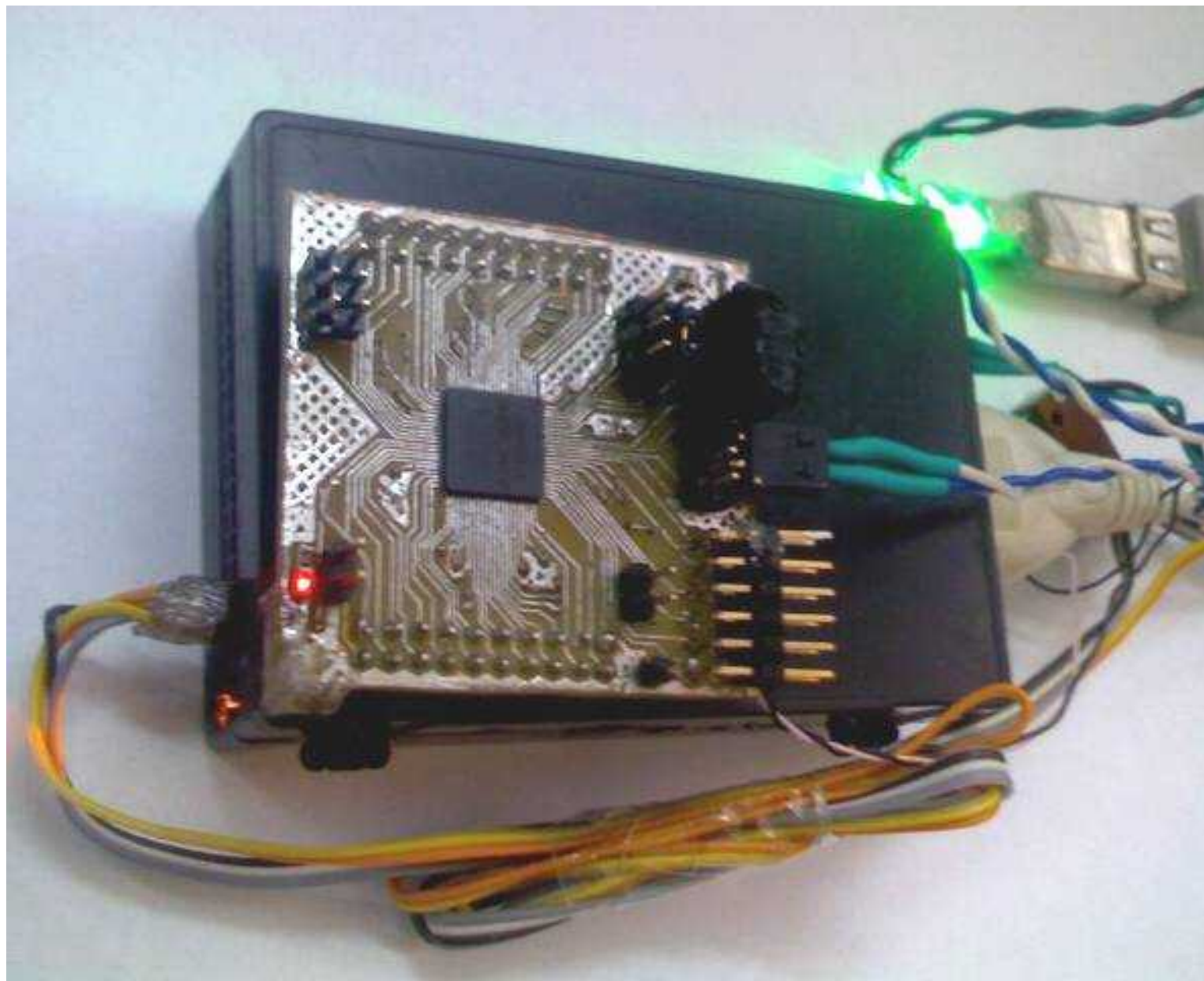


# Структура системы

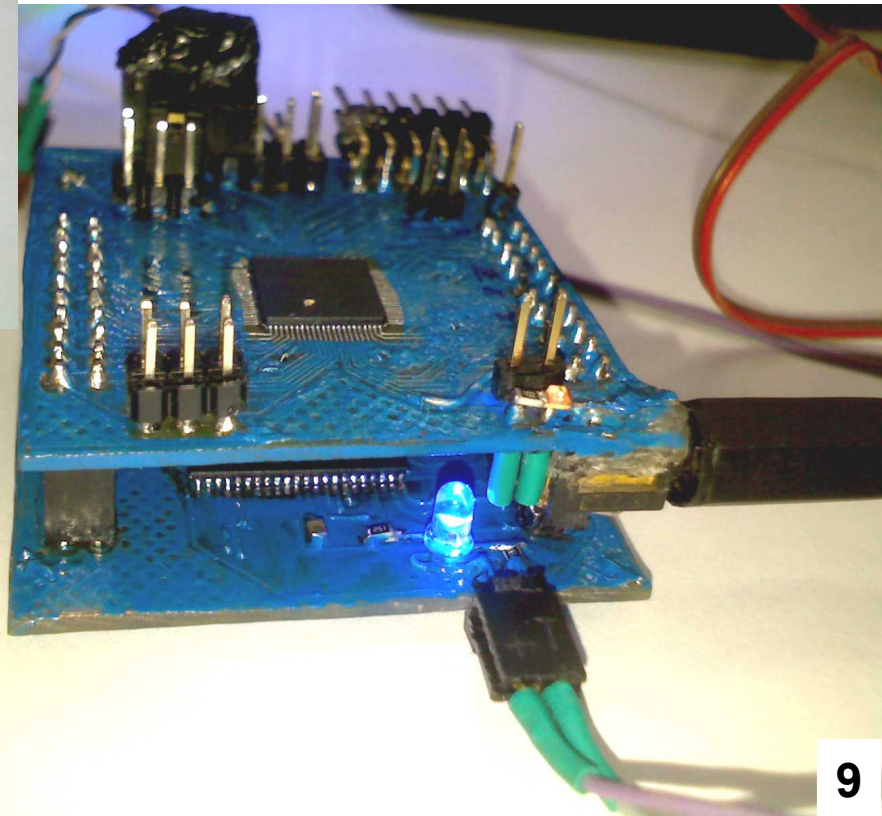
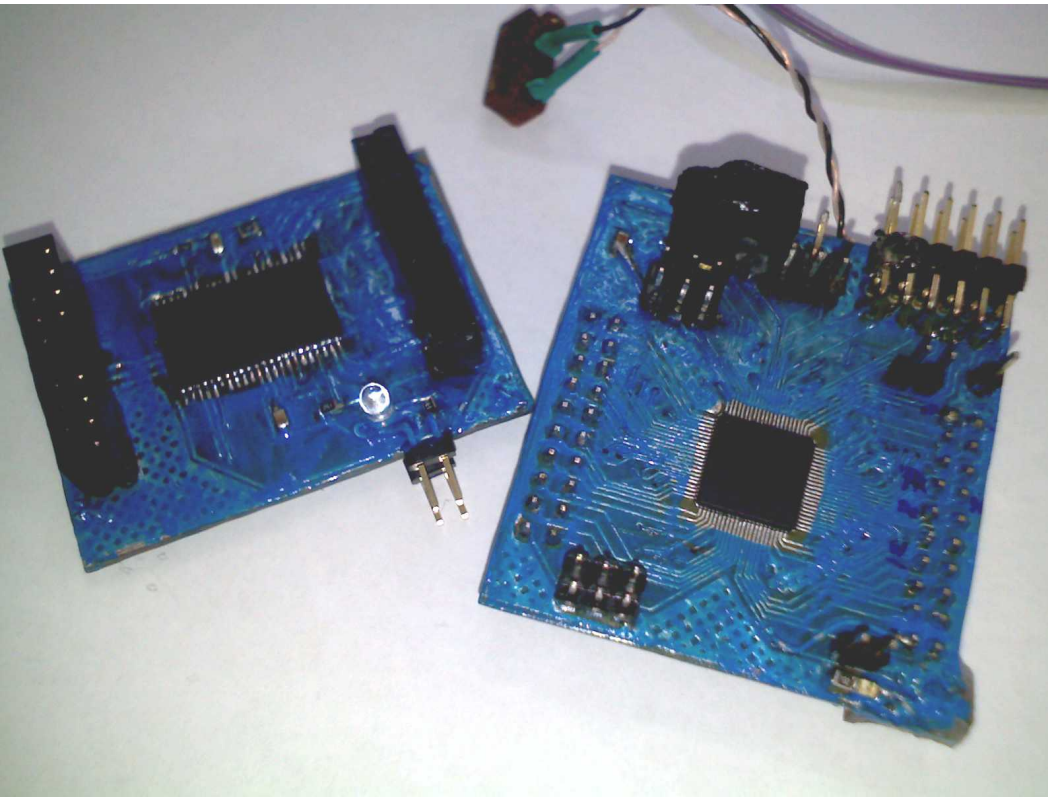




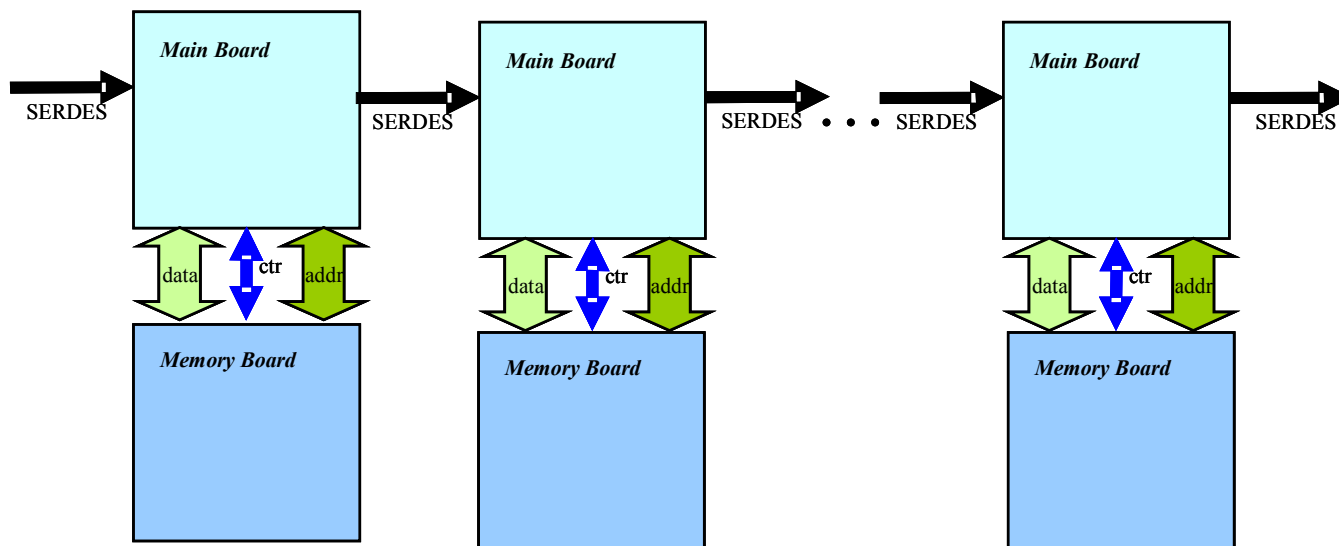
# Внешний вид системы обработки данных с одним подключенным вычислительным модулем



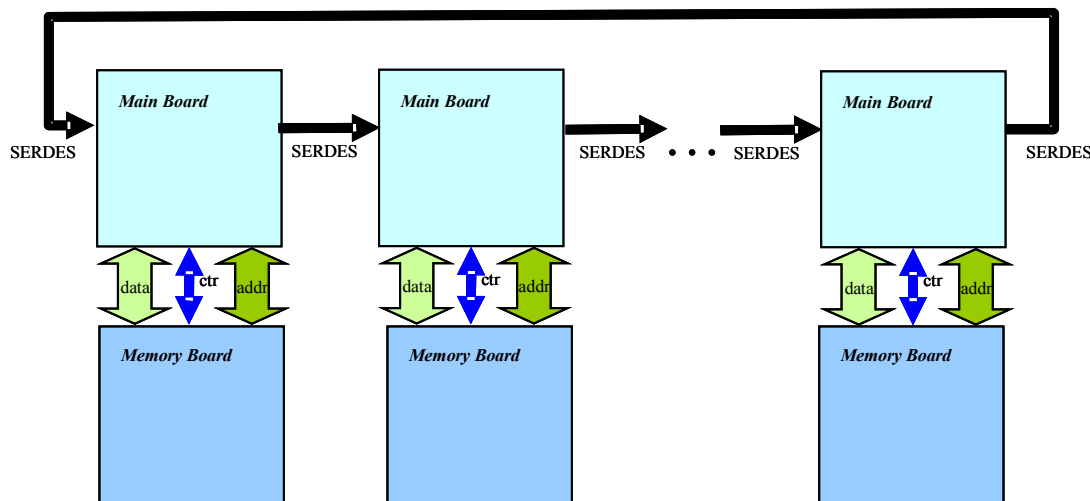
# Внешний вид вычислительного модуля с платой памяти



# Возможные структуры вычислительной системы

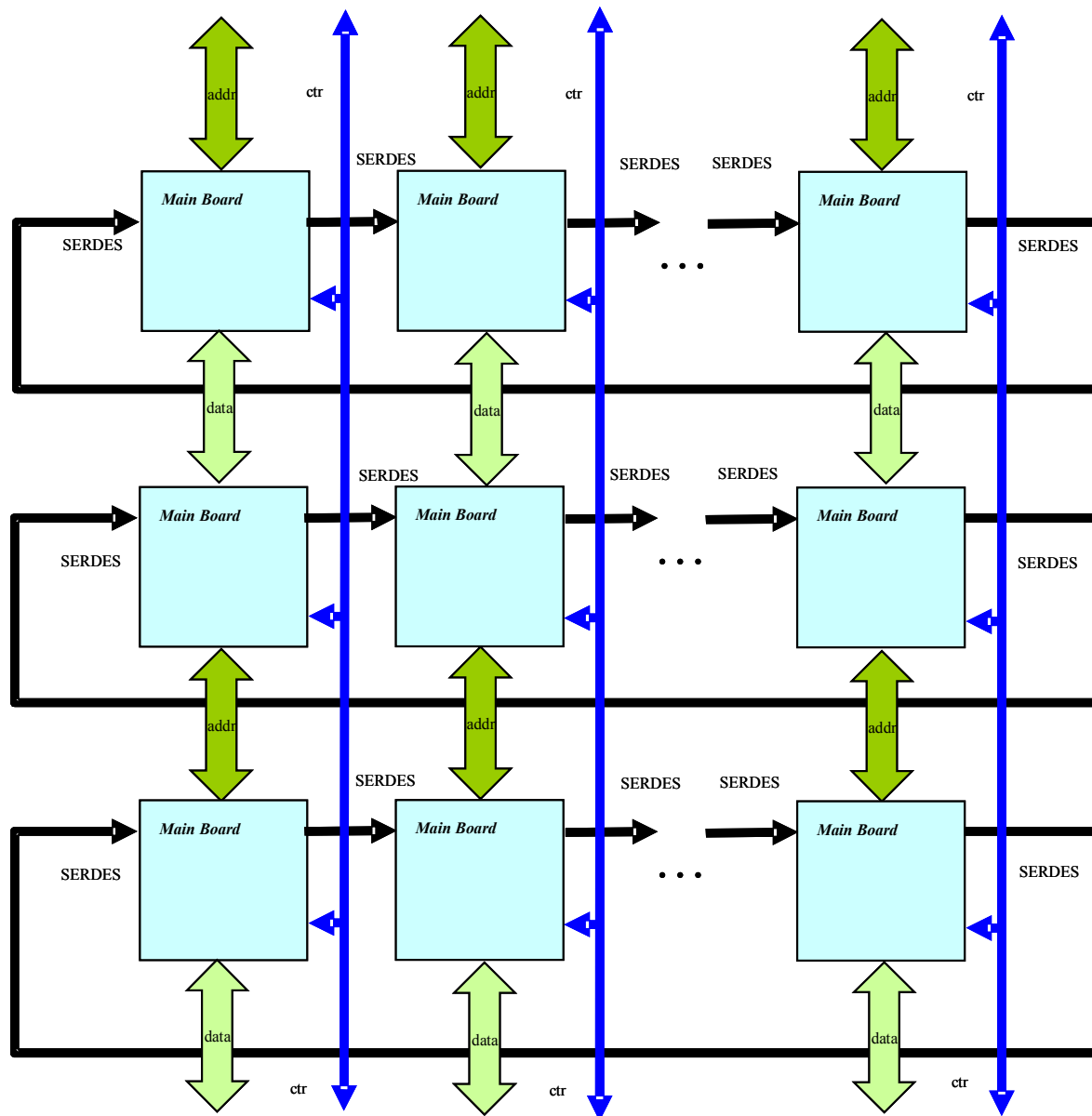


*Линейка основных блоков с памятью, связанных интерфейсами SERDES*



*Кольцо из основных блоков с локальной памятью, связанных по SERDES*

# Возможные структуры вычислительной системы



*Двумерная решетка из основных блоков*

# Основные технические характеристики вычислительного модуля

Процессор	SEAForth 40C18 700 МГц
Память	SPI – 1 Мбайт SRAM – 256 Кбайт (на плате памяти)
Интерфейсы	SPI / I2C – до 20 Мб/с UART / RS-232 – до 1 Мб/с SERDES – до 400 Мб/с
Аналоговые порты входы/выходы	3 / 3
Цифровые порты ввода/вывода	6 / 5
Напряжение питания, В	1,8
Энергопотребление (при пиковой нагрузке), Вт	<0,75
Рабочая температура, °С	от –40 до +85

# Оценка реальной производительности

⇒ Дискретное 16-точечное преобразование Фурье на 16-ти ядрах (в формате с фиксированной точкой двойной точности – 36 бит):

Временные параметры вычислений:

- промежуточное вычисление коэффициента Хартли спектра ~ 2940 тактов;

- вычисление коэффициентов Фурье ~ 350 тактов;

- общее время выполнения ~ 3320 тактов - примерно **215000 преобразований в секунду**.

Загрузка RAM ядер около 90%

⇒ Быстрое преобразование Хартли (16-точечное) на 17-ти ядрах (в формате с фиксированной точкой одинарной точности – 18 бит)

Временные затраты:

~ 1150 тактов или около **620000 преобразований в секунду**.

В среднем загрузка RAM задействованных ядер порядка 70-80%

## Заключение

В результате вычислительный модуль имеет низкое энергопотребление при достаточной вычислительной мощности и объемах памяти, позволяет создавать системы с топологией связей близкой к специфике задачи с приемлемыми скоростями передачи данных.

Реализован в виде трех плат – основной, памяти и интерфейсной, (два слоя, точность 0,2 мм)

**Спасибо за внимание!**