

Московский физико-технический институт
(государственный университет)

**Система непрерывного
контроля физических
параметров процессора
«Эльбрус-16С»**

Выпускная квалификационная работа
(бакалаврская работа)

Выполнил: студент 413 группы Тордия М. Д.
Научный руководитель: Костенко В. О.

Введение

Проблемы

- Неработоспособность процессора при выходе из рабочих диапазонов температур, напряжений и частот

Решения

- Мониторинг физических параметров (температуры, напряжения и быстродействие тех. процесса)
- Управление частотой процессора
- Контроль выхода параметров за пределы заданных значений

Цель работы

Разработать систему непрерывного контроля физических параметров процессора «Эльбрус-16С»

Требования

- Контроль ограничений без вмешательства ОС
- Автоматическое изменение частоты в зависимости от температуры

Измеряемые физические параметры

- Температура (P)
- Напряжение (V)
- Быстродействие тех. процесса (P)

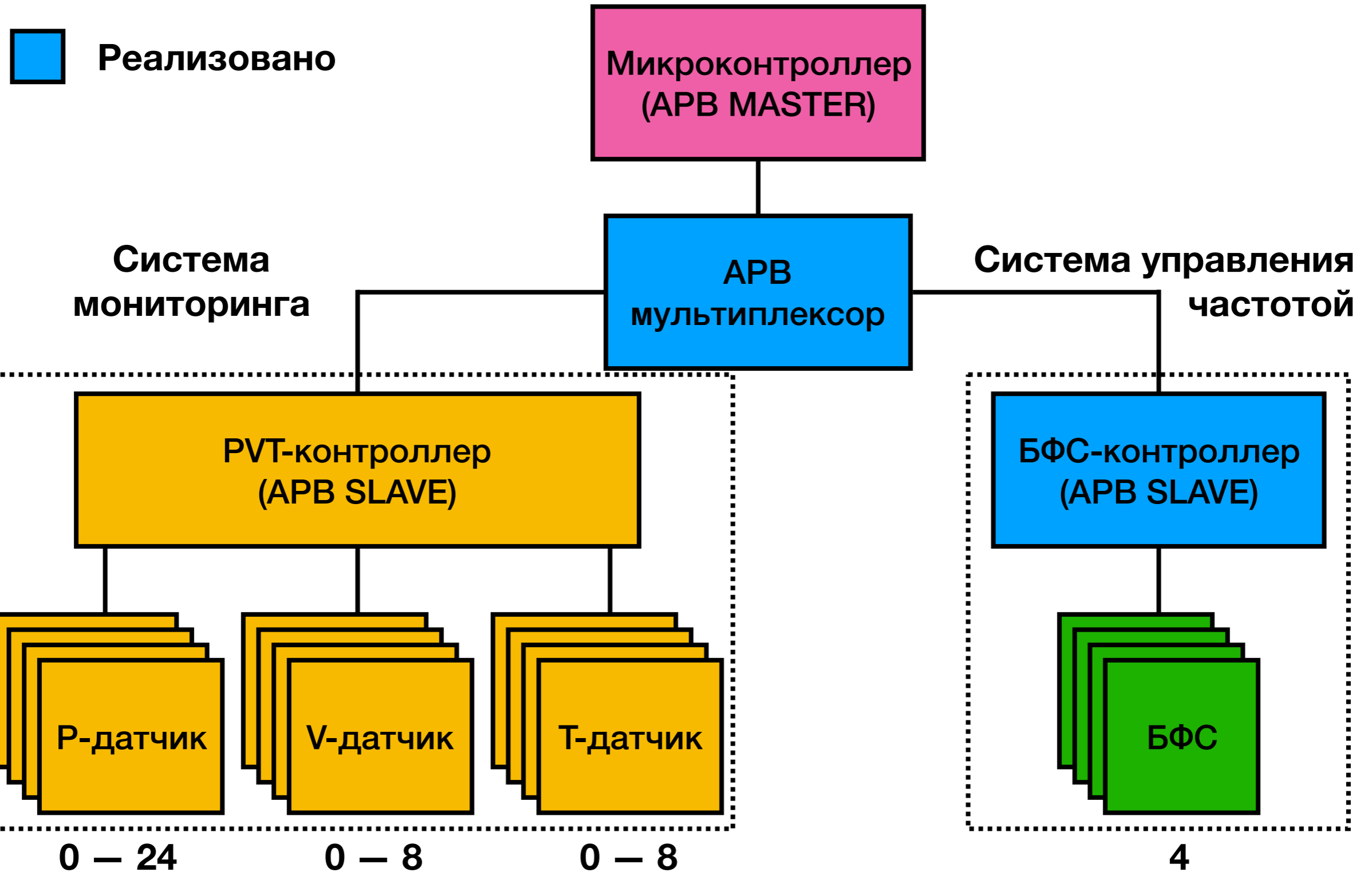
Управляемый параметр

- Частота

Постановка задач

- Определить конфигурацию системы контроля физических параметров
- Выбрать принцип управления частотой процессорных ядер
- Реализовать систему управления частотой процессорных ядер
- Реализовать взаимодействие между компонентами системы контроля физических параметров

Система контроля физических параметров



БФС – блок формирования синхросигналов

PVT – контроллер управления датчиками

Микроконтроллер

Функции

- Читает данные датчиков через PVT-контроллер
- Определяет целевые коэффициенты управления частотой для ядер процессора
- Передаёт целевые коэффициенты БФС-контроллеру

Блок формирования синхросигналов (БФС)

Функции

- Формирование частоты процессорных ядер

Спецификации

- 4 канала
$$F_i = F_{base} \cdot M_i \cdot \left(\frac{16}{N_i} \right)$$
- Дробные коэффициенты от 1/2 до 2 с шагом в 1/32
- Мгновенное изменение частоты при изменении коэффициента

Проблема изменения частот

Нельзя резко менять частоту процессорного ядра и нельзя менять частоту нескольким процессоры ядрам одновременно

Причина:

- Изменение частоты приводит к скачку тока питания

$$\Delta I_{core} \sim \Delta F_{core} \quad \Delta I_{cpu} = \sum_{0}^{n=15} F_{core_n}$$

БФС-контроллер

Функция:

- Последовательно изменяет коэффициенты управления частотой на минимальных шаг БФС-а для конкретных ядер по очереди

Требования:

- Соблюдение минимального шага изменения частоты
- Поочерёдное измерение частоты нескольких ядер процессора
- Соблюдение временного интервала между изменениями частоты

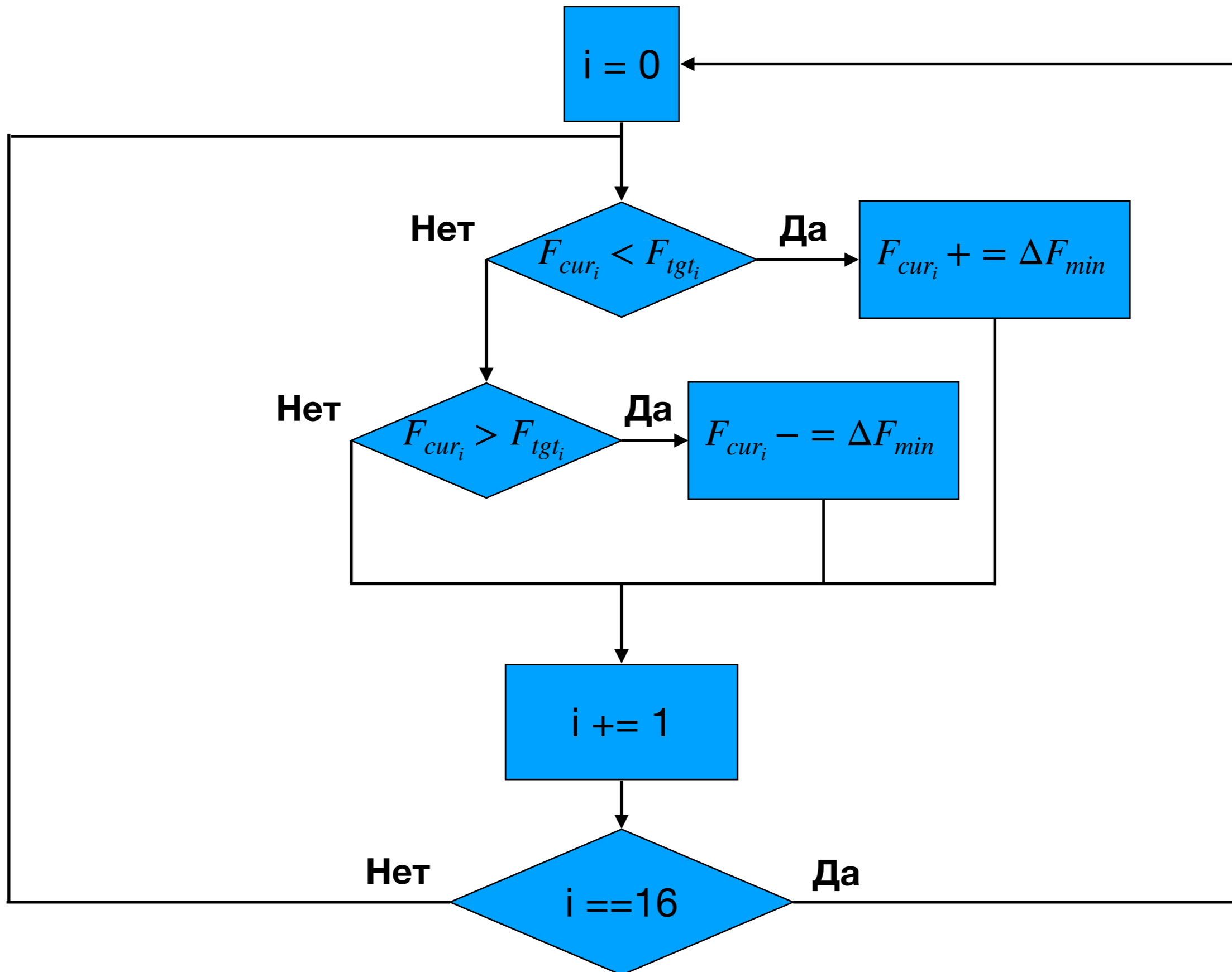
Регистры БФС-контроллера

Регистровый блок БФС-контроллера, i — номер ядра процессора

31 - 25	24	23 - 22	21 - 16	15 - 9	8	7 - 6	5 - 0
	cur_alt_0	cur_M_0	cur_N_0		tgt_alt_0	tgt_M_0	tgt_N_0
	cur_alt_i	cur_M_i	cur_N_i		tgt_alt_i	tgt_M_i	tgt_N_i
	cur_alt_15	cur_M_15	cur_N_15		tgt_alt_15	tgt_M_15	tgt_N_15

$$F_i = F_{base} \cdot M_i \cdot \left(\frac{16}{N_i} \right)$$

Блок-схема алгоритма работы БФС-контроллера



Адресация устройств

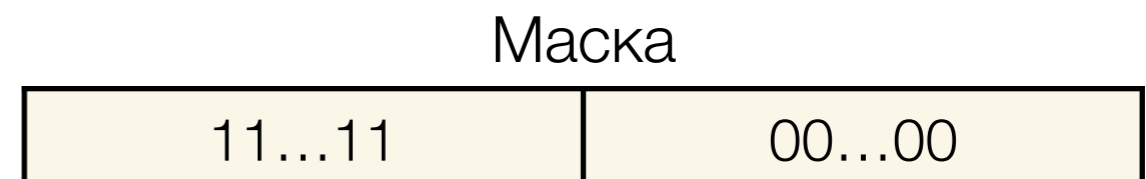
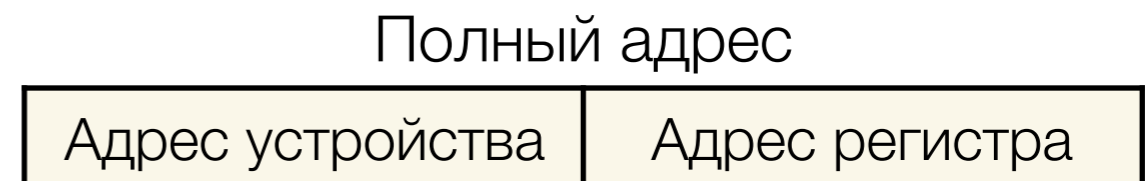
PVT-контроллер содержит интерфейс AMBA APB.

В стандарте APB не специфицирована работа мультиплексора.

Каждому контроллеру системы контроля физических параметров зарезервирован диапазон адресов и соответствующая ему маска отделяющая адрес устройства от адресов регистров.

$$DEVaddr_i = addr_i \& mask_i$$

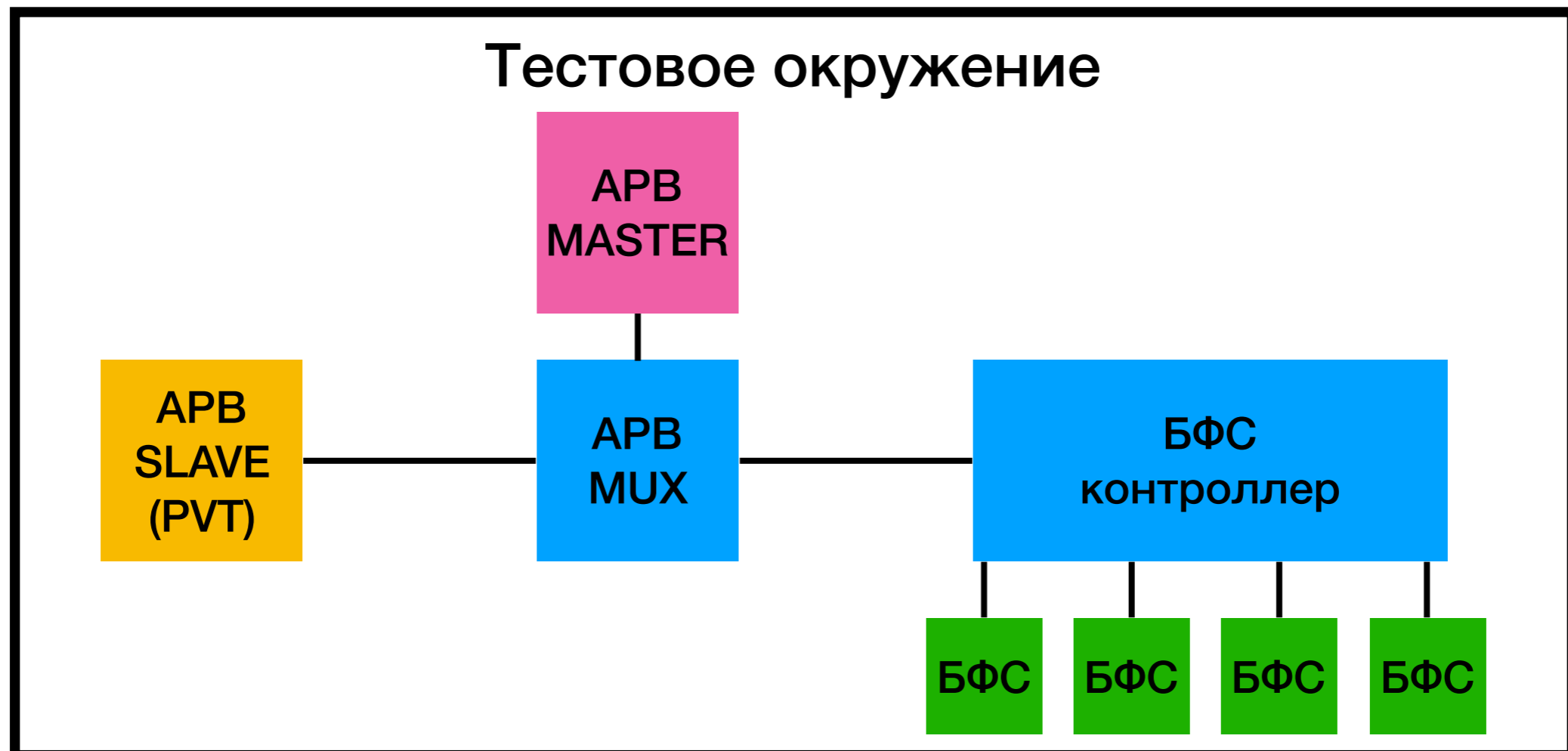
$$REGaddr_i = addr_i - addr_i \& mask_i$$



Тестирование

Для тестирования работоспособности было создано тестовое окружение, выполняющее следующие функции микроконтроллера:

- Чтение данных из регистров PVT-контроллера
- Запись целевых коэффициентов в БФС-контроллер



Результаты

- Разработано SystemVerilog-описание модуля БФС-контроллера
- Разработано SystemVerilog-описание модуля APB-мультиплексора
- Разработано тестовое окружение системы контроля физических параметров процессора
- Промоделирована работа системы контроля физических параметров процессора