

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский физико-технический институт (государственный университет)»

Магистерская диссертация

**Повышение пропускной способности
устройства доступа к памяти
в ядре МП "Эльбрус-4С+"**

Алексей Лавров

МФТИ (ГУ)

19 июня 2014

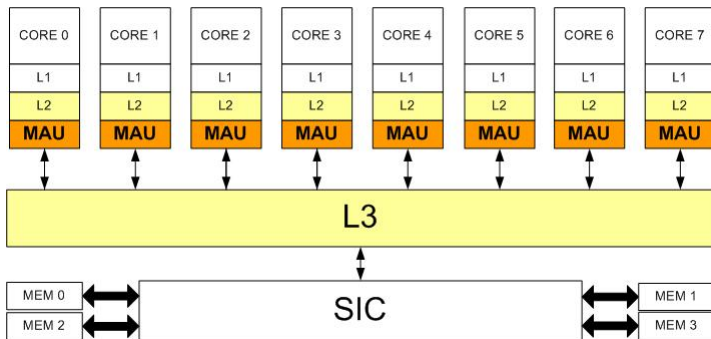
Научный руководитель:
к.т.н. Груздов Ф.А

- 1 Общая структура МП Эльбрус-4С+
- 2 Содержание работы
- 3 Структура первоначальной реализации MAU
- 4 Факторы, влияющие на пропускную способность и принятые решения
 - Размеры буферов
 - Подклейка
 - Время обработки запроса по чтению
- 5 Моделирование влияния параметров на прототипе
- 6 Результаты

Общая структура МП Эльбрус-4С+

- 8 ядер с архитектурой "Эльбрус"
- локальные $L1$, $L2$ для каждого ядра
- разделяемый $L3$ кэш
- MAU - устройство доступа к памяти
- SIC - системный коммутатор
- 4 канала оперативной памяти

системная частота - 1.2 ГГц



Ранее реализованные возможности

- взаимодействие с $L3$
- параметризуемость размеров основных буферов
- подклейка запросов: объединение нескольких запросов по чтению из $L2$ кэша в одну заявку в $L3$

Ранее реализованные возможности

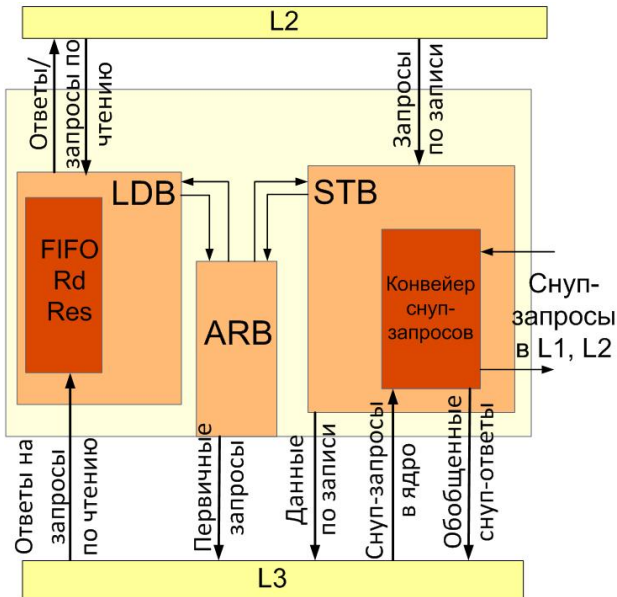
- взаимодействие с $L3$
- параметризуемость размеров основных буферов
- подклейка запросов: объединение нескольких запросов по чтению из $L2$ кэша в одну заявку в $L3$

Новые требования

- **увеличение пропускной способности устройства**
- **удовлетворение требованиям физического дизайна**

Структура первоначальной реализации MAU

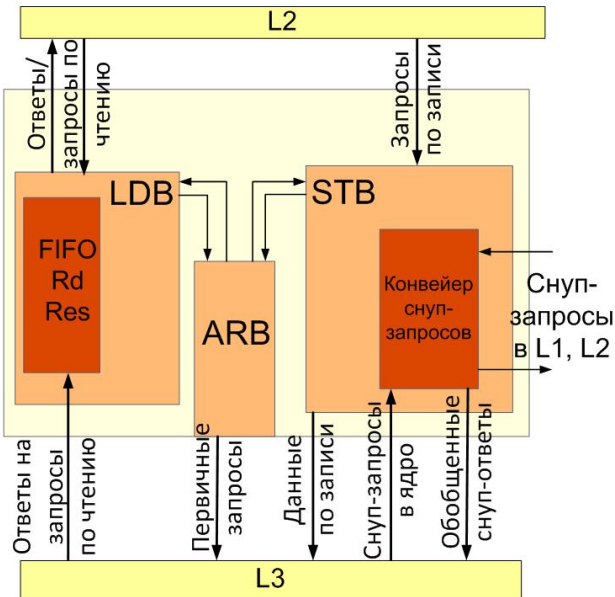
Основные блоки



- **LDB** - буфер обработки запросов по чтению
- **STB** - буфер обработки запросов по записи
- **ARB** - абритр заявок в L3
- **FIFO_rd_res** - очередь обработки ответов по чтению из L3

Структура первоначальной реализации MAU

Основные параметры устройства



- **LDB**: 32 ячеек, время обработки запроса: 1 такт
- **STB**: 16 ячеек, темп выдачи данных: $2dw/\text{такт}$
- **ARB**: $32 + 16$ ячеек
- **FIFO_rd_res**: 4 позиции

Основная нагрузка - на потоковых тестах

Копирование, чтение, запись 16 Кбайт

- при копировании одним ядром полученная пропускная способность памяти в 3 раза меньше предельной
- при копировании двумя ядрами полученная пропускная способность памяти в 1.5 раза меньше предельной

Основная нагрузка - на потоковых тестах

Копирование, чтение, запись 16 Кбайт

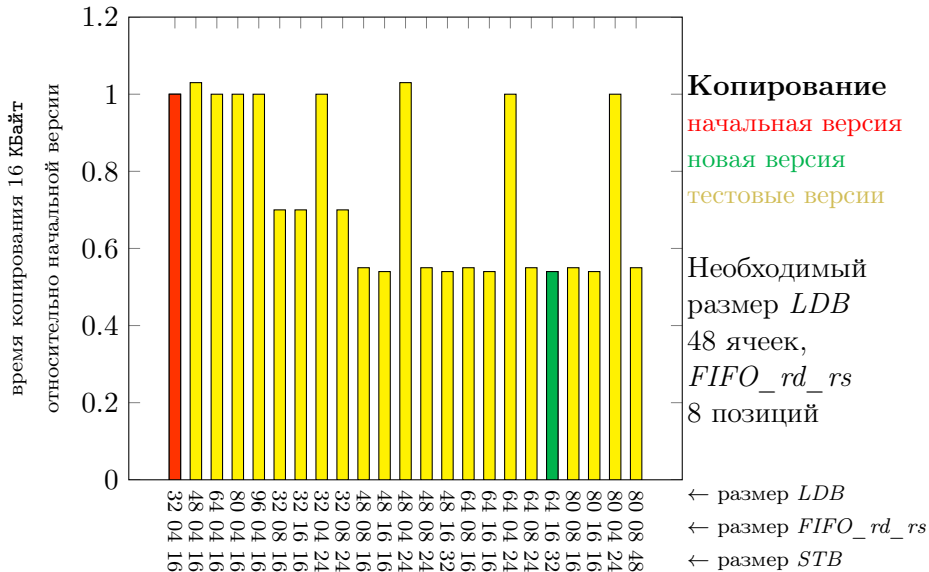
- при копировании одним ядром полученная пропускная способность памяти в 3 раза меньше предельной
- при копировании двумя ядрами полученная пропускная способность памяти в 1.5 раза меньше предельной

Влияние параметров MAU на пропускную способность

- блокировка запросов из $L2$ из-за нехватки ячеек в LDB
- старт-стопный режим для $FIFO_rd_res$ из-за многотактной выдачи ответа из $L3$

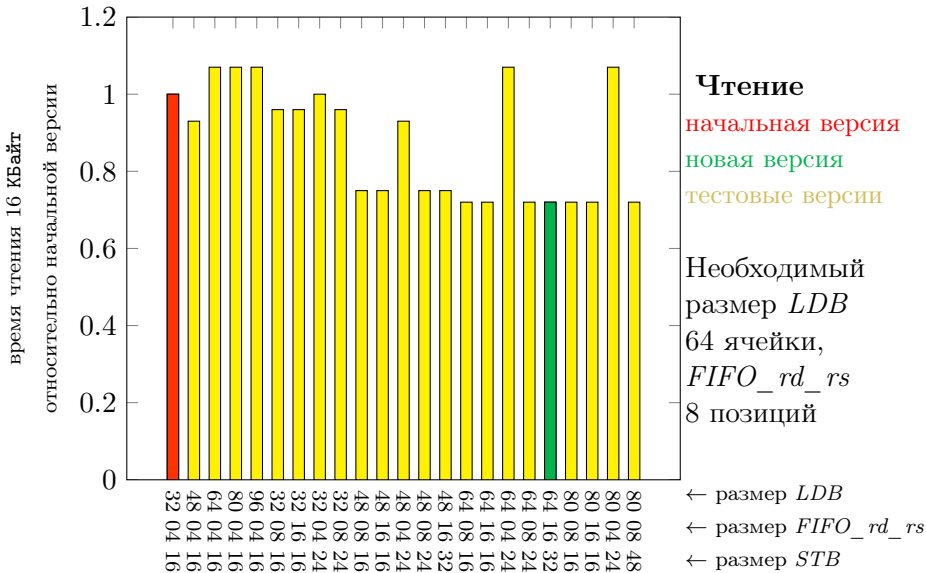
Размеры буферов

Программное моделирование



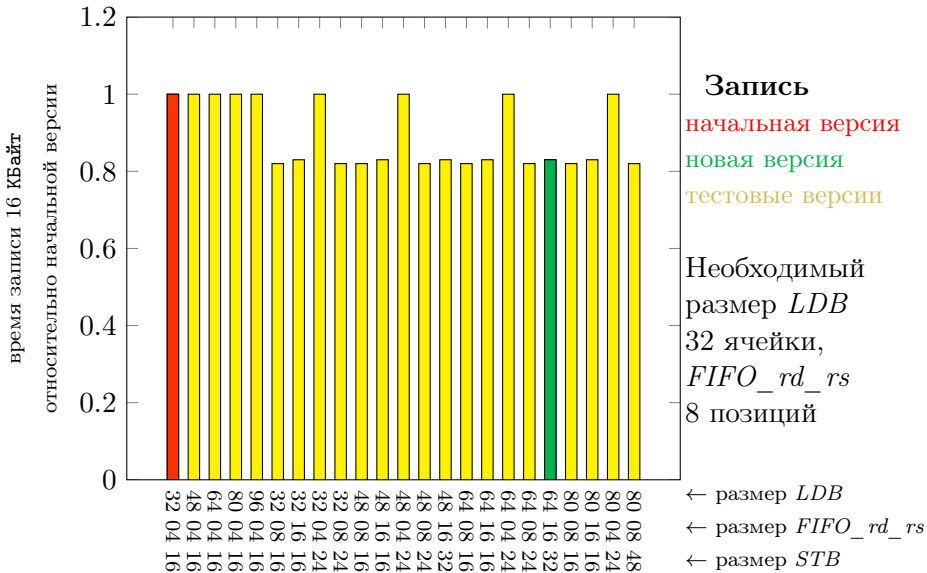
Размеры буферов

Программное моделирование



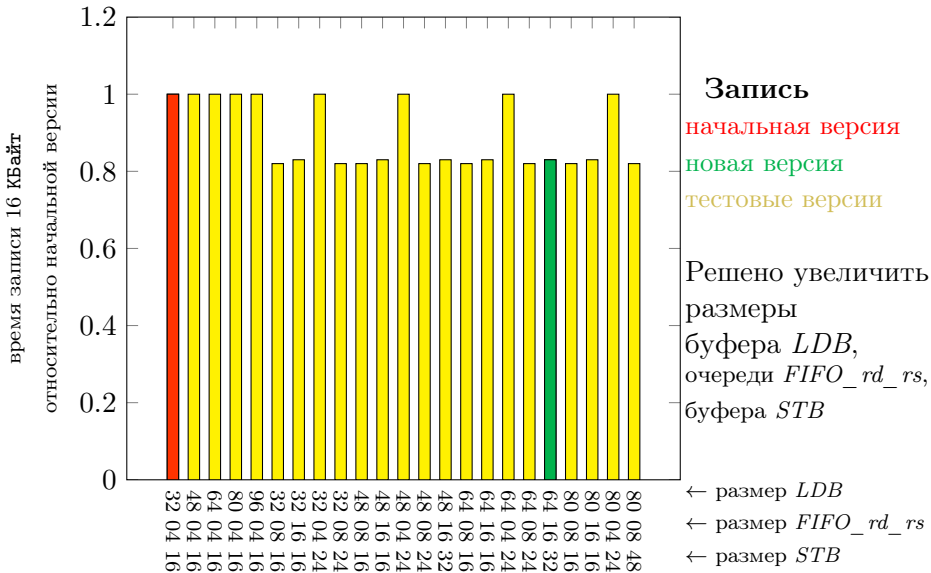
Размеры буферов

Программное моделирование



Размеры буферов

Программное моделирование



Первичная

Вторичная

Не отправляется запрос в L3

Используются данные из ответа для предыдущего запроса

Ответ в L2 выдается:

одновременно для подклеенных запросов

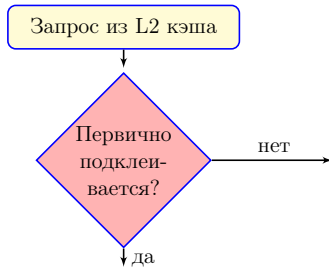
последовательно для каждого подклеенного запроса

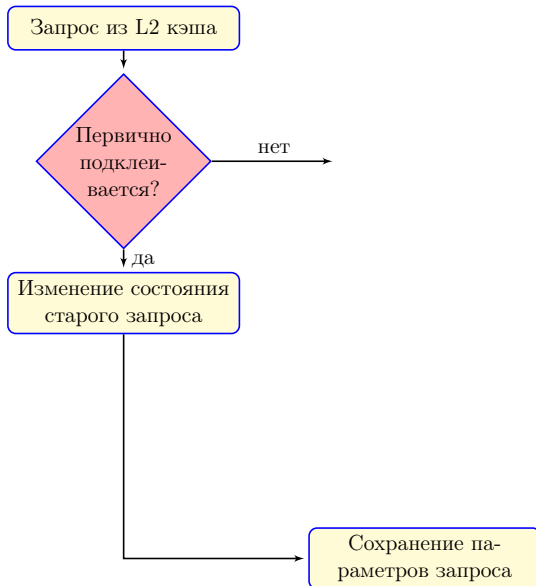
При обработке в *LDB*:

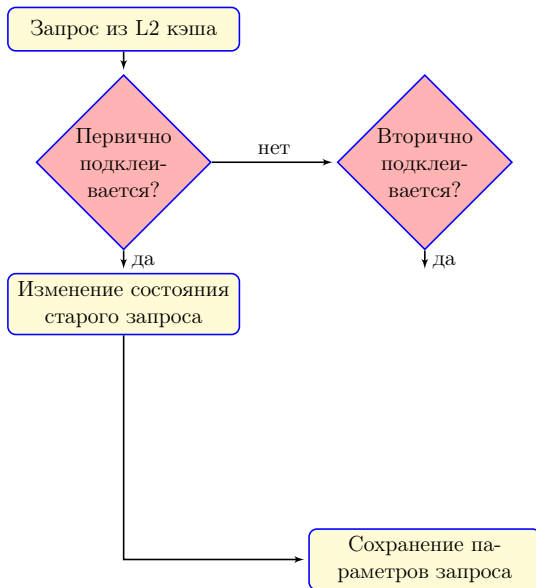
новая строка не заводится

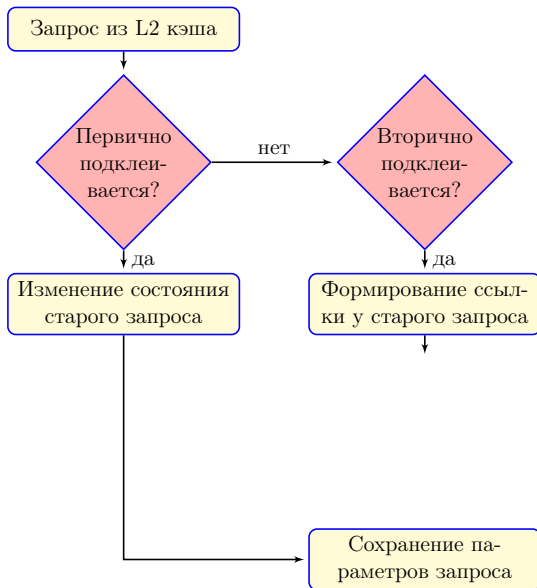
заводится новая строка, образуется односвязный список

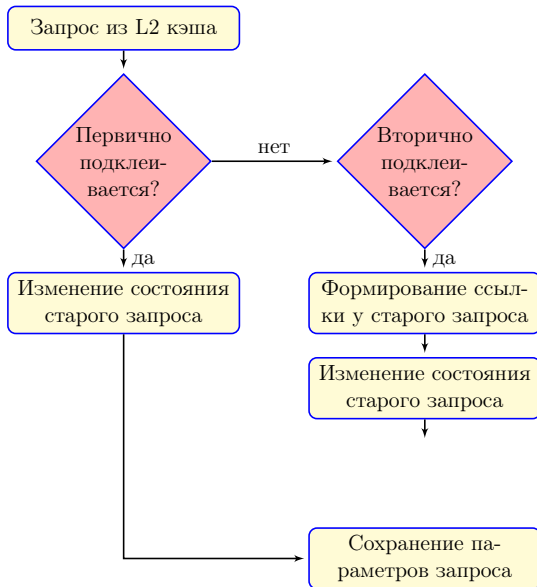
- Для анализа влияния на пропускную способность необходимо реализовать управление

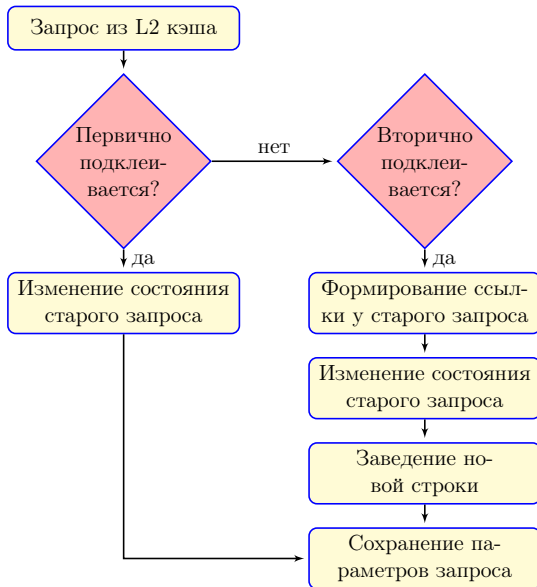


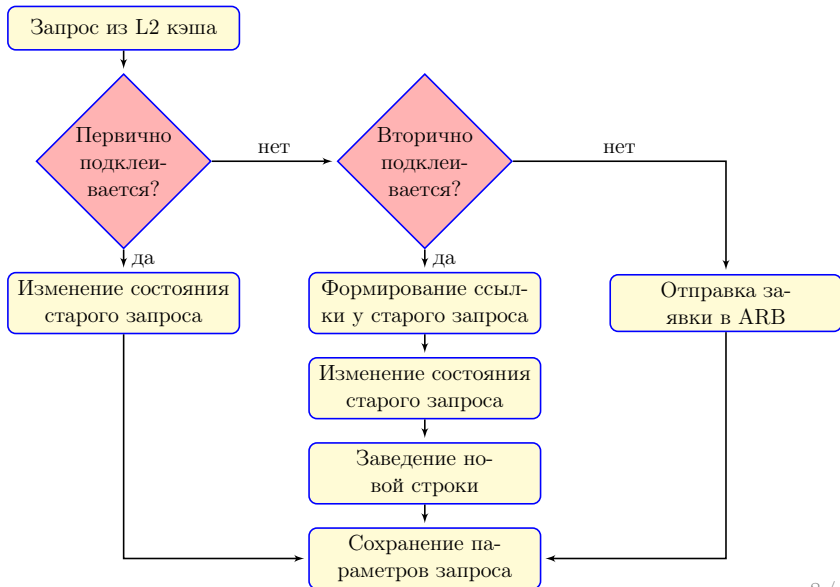




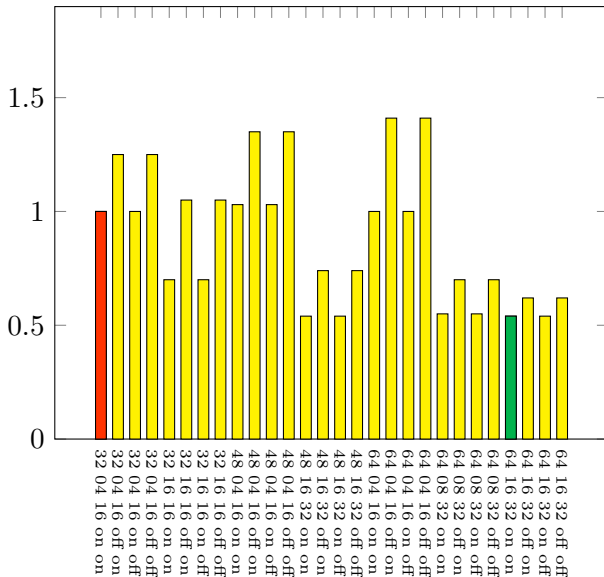








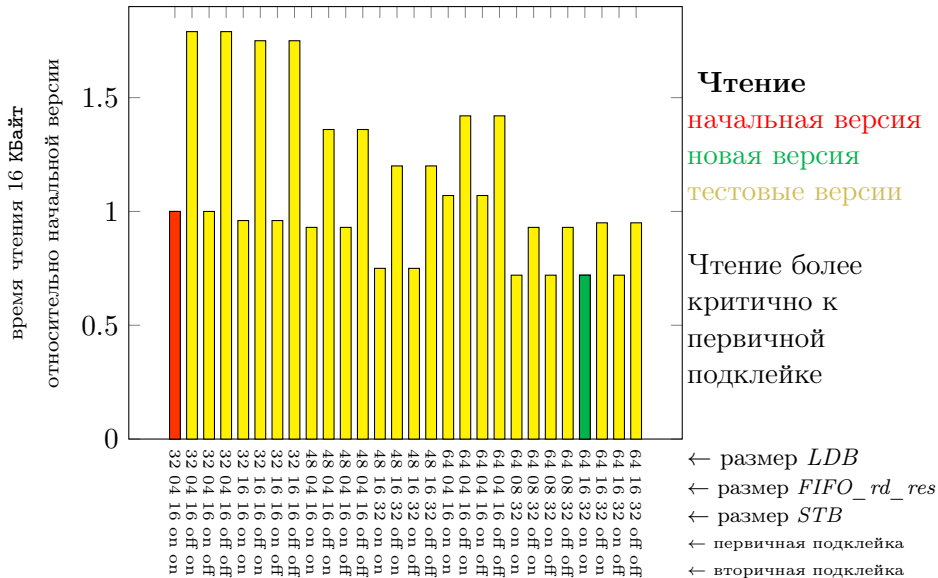
время копирования 16 Кбайт
относительно начальной версии



Копирование
 начальная версия
 новая версия
 тестовые версии

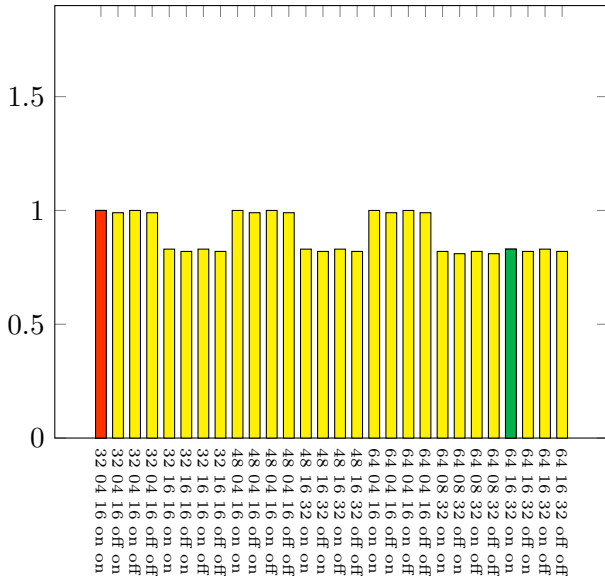
При копировании основную роль играет первичная подклейка

- ← размер *LDB*
- ← размер *FIFO_rd_res*
- ← размер *STB*
- ← первичная подклейка
- ← вторичная подклейка



время записи 16 Кбайт

относительно начальной версии



Запись
 начальная версия
 новая версия
 тестовые версии

На записи подклейка не влияет

- ← размер *LDB*
- ← размер *FIFO_rd_res*
- ← размер *STB*
- ← первичная подклейка
- ← вторичная подклейка

Время обработки запроса по чтению

Пути решения проблем с физическим дизайном

Необходимо изменить логику *LDB* для работы устройства на частоте 1.2 ГГц

Время обработки запроса по чтению

Пути решения проблем с физическим дизайном

Необходимо изменить логику *LDB* для работы устройства на частоте 1.2 ГГц

Уменьшить размер *LDB*

64 ячейки \Rightarrow 48 ячеек

Время обработки запроса по чтению

Пути решения проблем с физическим дизайном

Необходимо изменить логику *LDB* для работы устройства на частоте 1.2 ГГц

Уменьшить размер *LDB*

64 ячейки \Rightarrow 48 ячеек

Добавить такт для обработки запросов по чтению

1 такт \Rightarrow 2 такта

Время обработки запроса по чтению

Пути решения проблем с физическим дизайном

Необходимо изменить логику *LDB* для работы устройства на частоте 1.2 ГГц

Уменьшить размер *LDB*

64 ячейки \Rightarrow 48 ячеек

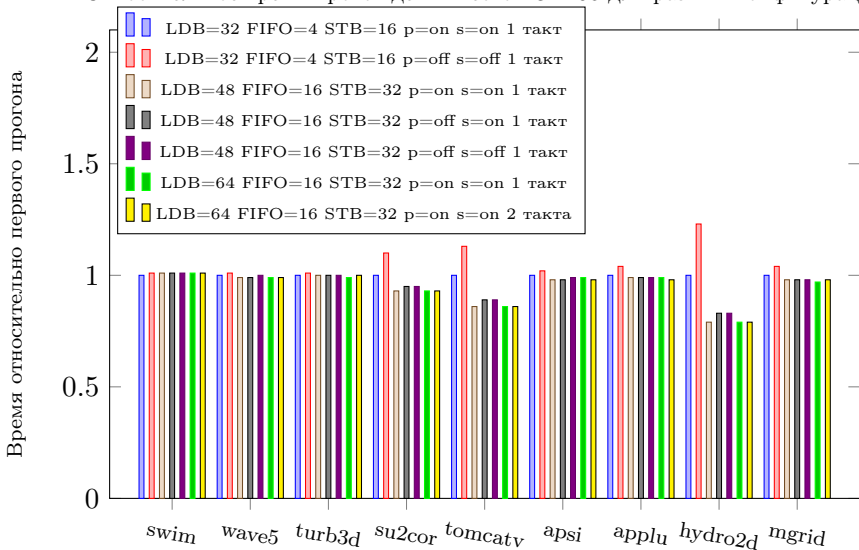
- На потоковых тестах добавление такта обработки не влияет на пропускную способность, т.к. запросы идут конвейерным образом
- Необходимо рассматривать на реальных задачах

Добавить такт для обработки запросов по чтению

1 такт \Rightarrow 2 такта

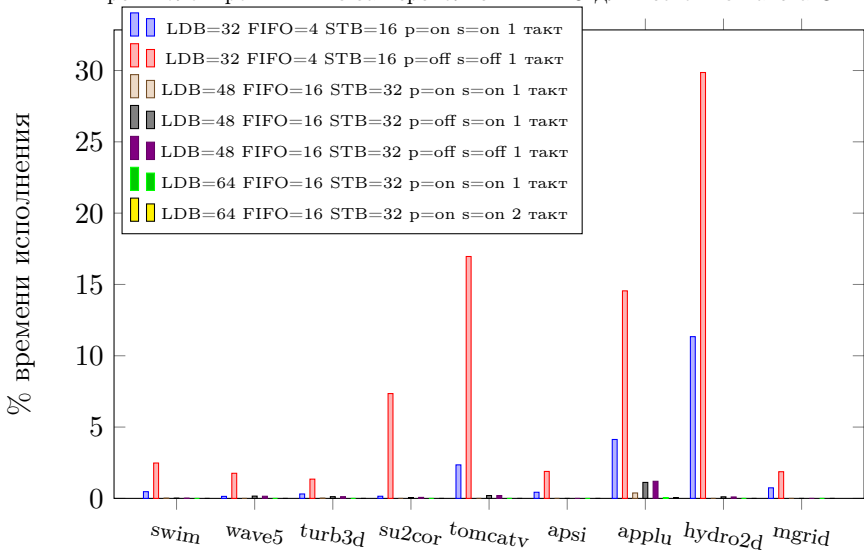
Моделирование влияния параметров на прототипе

Относительное время прохождения тестов CFP95 для разных конфигураций



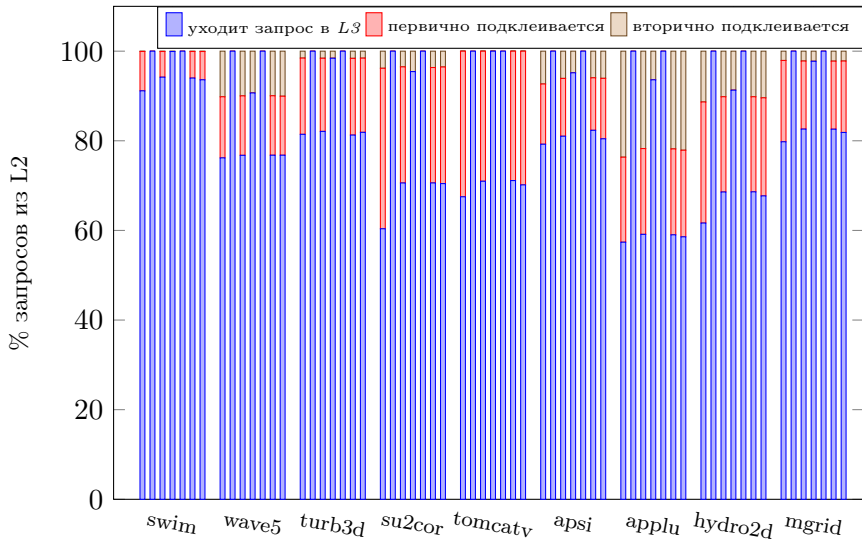
Моделирование влияния параметров на прототипе

Время блокировки L2 из-за переполнения MAU для тестов из пакета CFP95



Моделирование влияния факторов на прототипе

Распределение обработки запросов по чтению в MAU для тестов CFP95



В результате работы:

- проанализировано влияние размеров буферов, подклейки и времени обработки запроса по чтению
- реализована возможность программного управления подклейкой
- проведено моделирование на реальных задачах
- выбрана конфигурация, имеющая наилучшую пропускную способность и удовлетворяющая требованиям физического дизайна