

УДК 004.31

## РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

Андрейченко Л.В. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Антонов А.А.  
(ИТМО)

**Введение.** Данный доклад посвящен обобщению технических проблем и подходов к их решению при разработке специализированной аппаратно-программной вычислительной системы, являющейся частью аналого-цифрового решателя оптимизационных задач (машины Изинга). В общем виде функциональность данной системы включает в себя: 1) прием аналогового сигнала; 2) математическую обработку полученных данных; 3) выдачу обработанных данных в аналоговом виде. Особенностью данной системы является применение системы-на-кристалле, в состав которой входит как традиционный микроконтроллер, так программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС). Это позволяет совместить сложность функциональности, гибкость архитектуры и высокую скорость обработки данных, однако требует принятия специальных технических решений для эффективного распределения ресурсов, тесной интеграции блоков между собой и построения управляемой структуры самого проекта.

**Основная часть.** Задачи, которые решались в процессе разработки проекта, можно объединить в следующие группы:

1. Совместное использование процессорной системы (PS) и программируемой логики (PL) на одном чипе. Данный подход реализуют многие современные платформы на базе ПЛИС, в данном проекте использовался Xilinx ZYNQ. Анализируется использование гетерогенных систем с процессорными ядрами и ПЛИС вместо классических гомогенных. Внедрение в чип отдельного модуля, который реализует готовое ARM ядро, улучшает гибкость, управляемость, адаптивность, тестирование, отладку, постановку экспериментов и взаимодействие пользователей с платформой в отрыве от её разработчиков.

2. Оптимизация аппаратного вычислителя на ПЛИС с учетом особенностей алгоритма и аппаратных ресурсов. Оптимизация производилась по следующим критериям:

- Быстродействие системы, ее тактовая частота, время задержки и распространения. Были проведены такие оптимизации как буферизация, конвейеризация, использование временных ограничений, оптимизация логики.
- Уменьшение количества логических ячеек и элементов, необходимых для реализации проекта. Использовались стратегии: разбиение проект на подмодули, уменьшение битности данных и шин, оптимизация логики.
- Уменьшение потребляемой мощности. Применены следующие методы: оптимизация синтеза, использование специальных блоков.

**Выводы.** Проведен анализ проблем, возникающих при разработке специализированной аппаратно-программной вычислительной системы для аналого-цифрового решателя оптимизационных задач (машины Изинга). Представлены и обобщены пути решения данных проблем, включая механизмы интеграции гетерогенных систем с процессорными ядрами и ПЛИС, а также эффективные оптимизации аппаратного вычислителя на ПЛИС.

### Список использованных источников:

1. Murat Isik. Design optimization for high-performance computing using FPGA
2. Самир Самхури. Оптимизация параметров FPGA матриц за счет правильного HDL кодирования
3. Stephen Brown and Jonathan Rose. Architecture of FPGAs and CPLDs