

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Новосибирского государственного
технического университета

д.т.н., доцент

С.В. Брованов

2022 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирского государственного технического университета на диссертационную работу Кима Олега Хонбиновича **«Разработка и исследование программируемого коммутационного устройства»** представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

1. Актуальность диссертационной работы

Растущий спрос на высокопроизводительные вычислительные комплексы и конфигурируемые системы управления на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) влечет увеличение количества элементарных вентилей на кристалле. С одной стороны, увеличение количества вентилей сопровождается непропорциональным ростом числа коммутируемых связей. К примеру, в современных ПЛИС-микросхемах с ячеечной структурой связующие элементы занимают около 90% площади кристалла. С другой стороны, увеличение числа вентилей достигается снижением их физического размера, что сегодня приблизило технологии к физическому пределу широко используемых в микроэлектронной промышленности полупроводниковых материалов, вынуждая переходить на многочиповые технологии с конфигурируемыми связями.

В связи с этим разработка технологичных программируемых коммутационных устройств с оптимизированной структурой является крайне актуальной задачей.

2. Структура и основное содержания диссертации

Диссертация Кима О.Х. состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка из 104 источников и двух приложений.

Во введении подчеркнута актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи работы, положения, выносимые на защиту, основные научные результаты работы и их практическая значимость. Приводится краткое содержание работы по главам.

В первой главе проведен обзор и анализ принципов построения вычислительных систем с акцентом на элементную базу с программно изменяемой структурой и на технологии ее изготовления. Отмечена аппаратная избыточность коммутируемых матриц ПЛИС и обозначен технологический запрос на эффективные коммутационные устройства, в том числе для стремительно развивающихся бит-поточковых процессорных систем.

Во второй главе представлена концепция трехмерного программируемого коммутационного устройства (ПКУ), в котором условное третье измерение образуется путем использования второй группы матричных коммутаторов. Сформулированы и доказаны положения о бесконфликтности, компактности и уменьшенной аппаратной избыточности предложенного ПКУ, а также отмечена принципиальная возможность создания базовых конструкций микросхем с сотовым расположением внешних выводов.

В третьей главе описан физический макет устройства, реализующего предложенную концепцию коммутации, и тестовое программное обеспечение с алгоритмами тестирования. Изложены результаты экспериментального исследования устройства на примере реализации логической функции. Представлен созданный соискателем учебно-исследовательский стенд (УИК-1) с программно-коммутируемой средой, внедренный в учебный процесс Национального исследовательского Томского политехнического университета.

В четвертой главе с позиции расширенных технических возможностей предложенной концепции ПКУ рассматриваются перспективные направления ее применения, в том числе для создания суперкомпьютеров с конфигурируемым аппаратным обеспечением и потоковой обработкой данных, а также

программируемых многоэлементных микросхем и резервированных систем управления.

В заключении перечислены основные области применения результатов диссертационной работы.

В приложении представлены акты внедрения результатов диссертационной работы.

3. Научная новизна и основные результаты диссертационной работы

3.1. Предложена и разработана концепция построения ПКУ, основанная на двух группах матричных коммутаторов уменьшенной размерности, в которой *i*-е горизонтальные шины верхней группы матричных коммутаторов соединяются с соответствующими вертикальными шинами *i*-го матричного коммутатора нижней группы, обеспечивающая бесконфликтное выполнение непересекающихся электрических соединений на полном множестве внешних выводов при меньшем числе коммутирующих элементов, по сравнению с ячеечной архитектурой.

3.2. Доказана бесконфликтность выполнения электрических соединений на всем множестве внешних выводов с количеством последовательно соединенных ключей равном 2 или 4 и возможность уменьшения физических размеров кристалла за счет взаимно-ортогонального расположения первой и второй групп матричных коммутаторов с сотовым расположением внешних выводов ПКУ.

3.3. Предложена структура чипа ПКУ с уменьшенным количеством коммутирующих элементов и технологическим обеспечением компактности чипа, достигаемых применением разработанной концепции трехмерного ПКУ.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» в областях исследований:

п. 1. Разработка научных основ создания и исследования общих свойств и принципов функционирования элементов, схем и устройств вычислительной техники и систем управления.

п. 2. Теоретический анализ и экспериментальное исследование

функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления в нормальных и специальных условиях с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик.

п.3. Разработка принципиально новых методов анализа и синтеза элементов и устройств вычислительной техники и систем управления с целью улучшения их технических характеристик.

4. Практическая значимость работы

Предложенная соискателем и разработанная в ходе исследований концепция построения ПКУ расширяет возможности по созданию ПЛИС с уменьшенной аппаратной избыточностью, высокопроизводительных бит-поточковых вычислительных систем, внутрисхемных инструментов отработки отказов резервированных элементов в многомодульных структурах.

Результаты диссертационной работы используются в АО «НЗПП с ОКБ» и внедрены в учебный процесс Национального исследовательского Томского политехнического университета в виде учебно-исследовательского комплекта для проведения лабораторных работ по курсам «Цифровые устройства», «Микропроцессорные системы» и «Средства обработки и отображения информации».

5. Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Предложенная автором концепция построения ПКУ логична и научно обоснована, разработанные положения доказаны. Техническое решение отработано на экспериментальном макете устройства, показало свою работоспособность и эффективность. Направление исследований в целом и подходы к решению задач соответствуют мировым трендам в исследуемой области.

6. Рекомендации по использованию результатов и выводов, полученных в диссертации

Результаты диссертационной работы целесообразно использовать в электронной промышленности (микроэлектроника) при создании компонентной

базы нового поколения и структурно-программируемых электронных схем на ее основе, а также в современных высокопроизводительных вычислительных комплексах с реконфигурируемой архитектурой. Разработанное техническое решение востребовано в многокомпонентных резервированных системах управления специального назначения, в том числе в аппаратуре космических комплексов.

7. Основные замечания по диссертационной работе

7.1. Автор рассматривает преимущества предложенной концепции построения коммутатора в сравнении с кластерной ячеечной (mesh-based) архитектурой. На наш взгляд, больший интерес для сравнения представляют оптимизированные структуры, например, древовидная (tree-based).

7.2. Рассматривается применение предложенной концепции построения ПКУ в структурно-адаптируемых высокопроизводительных вычислительных комплексах, но требования к динамическим характеристикам ПКУ и особенности схем управления такими ПКУ не обозначены.

7.3. В диссертации и автореферате не приведена информация об отношении научного сообщества к результатам выполненного исследования (апробация на научных семинарах и конференциях).

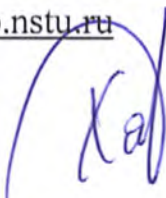
Замечания носят непринципиальный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

8. Заключение

Диссертационная работа Кима Олега Хонбиновича на тему «Разработка и исследование программируемого коммутационного устройства» является законченной научно-квалификационной работой, по своему уровню, содержанию, новизне и практической значимости соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к научно-квалификационным работам на соискание учёной степени кандидата технических наук. Автор диссертации Ким Олег Хонбинович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Доклад Кима Олега Хонбиновича по диссертационной работе заслушан, отзыв рассмотрен и одобрен на научном семинаре кафедры электроники и электротехники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», протокол №1 от 11 февраля 2022 года. На семинаре присутствовали 5 докторов наук, 6 кандидатов наук.

Председатель научного семинара,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой электроники и электротехники,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20,
корп.4, каб. 313а,
Телефон: +7(383) 346-08-66, факс: +7 (383) 346-48-14
email: kharitonov@corp.nstu.ru



Харитонов Сергей Александрович

Секретарь научного семинара,
Ученый секретарь кафедры
электроники и электротехники,
630073, Россия, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20,
корп.4, каб. 316,
Телефон: +7(383) 346-08-66, факс: +7 (383) 346-48-14
email: nefedova@corp.nstu.ru



Нефедова Наталья Ивановна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»

Адрес: 630073, Россия, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20,
Телефон: +7(383) 346-08-43, факс: +7 (383) 346-02-09
email: rector@nstu.ru