

## **Отзыв**

официального оппонента Башкирова Алексея Викторовича на диссертационную работу Скорняковой Александры Юрьевны «Конфигурируемые логические элементы для самосинхронных схем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

### **Актуальность темы**

Бурное развитие микроэлектроники показало, что в сверхбольших интегральных схемах возникает проблема с глобальной синхронизацией блоков, при которой сложно синхронизировать большое число элементов схемы с помощью одного тактового сигнала. Существует решение данной проблемы – использование самосинхронных схем, в которых не требуется использование единого тактового генератора. Синхронизация в таких схемах происходит за счет дополнительных блоков, которые фиксируют окончания переходных процессов в каждом элементе схемы. Но проектировать и анализировать самосинхронные схемы сложнее, чем синхронные, поэтому многими авторами рассматривается возможность совмещения самосинхронного подхода и синхронной программируемой логики. В связи с этим диссертационная работа Скорняковой А.Ю. «Конфигурируемые логические элементы для самосинхронных схем», посвященная разработке методов реализации конфигурируемых самосинхронных логических элементов, является актуальной.

### **Оценка структуры и содержания работы, соответствие автореферата**

Диссертационная работа Скорняковой А.Ю. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка терминов и сокращений, списка

использованной литературы и 6 приложений. Полный текст диссертации составляет 239 страниц, основная часть работы описана на 150 страницах.

В первой главе автором приводится анализ развития самосинхронных схем, который показывает, что проектирование и синтез является сложной задачей для разработчиков. Подробно рассмотрены существующие асинхронные программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), которые позиционируются их авторами как самосинхронные. Скорняковой А.Ю. приведены доказательства, что рассмотренные ПЛИС относятся к локально асинхронным, глобально синхронным, но не самосинхронным. В результате автором определено одно из перспективных направлений исследований по совмещению двух подходов при проектировании схем.

Во второй главе диссертантом разрабатываются принципиально новые подходы по разработке самосинхронных элементов. Оригинальность которых заключается в изменении существующих синхронных базисов, например, дерево передающих транзисторов – LookUpTable, сокращенно – LUT или дешифратор LUT. В качестве подтверждения, что схемы являются строго самосинхронными, автором доказываются теоремы и выполняется анализ полумодулярности.

В третьей главе автором выполняется моделирование разработанных самосинхронных элементов в САПР «Ковчег» и «Multisim», а также проектирование топологий в САПР «Microwind». Выполняется настройка элементов на реализацию логических функций. В результате автором делается вывод, что схемы функционируют с соблюдением рабочей фазы и спейсерной, что соответствует работе самосинхронных схем с применением метода парафазного кодирования.

В четвертой главе диссертации выполняются количественные оценки сложности, быстродействия, площади, энергопотребления для сравнения настраиваемых самосинхронных элементов друг с другом. С

целью упрощения процедуры сравнения элементов, автором разработана программа, в основе которой лежит алгоритм с многокритериальной оптимизацией. Стоит отметить, что программа имеет интуитивно понятный интерфейс, в результате работы алгоритма экран выводится график и таблица с количественными характеристиками по каждому из критериев, что облегчает анализ полученных результатов.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации. Выводы аргументированы и полностью отражают основные научные достижения автора.

В приложениях представлен листинг программы, реализующей алгоритм выбора оптимального набора логических элементов, акты внедрения, проверка схем на полумодулярность, результаты схемотехнического и топологического моделирования, не вошедшие в основную часть работы.

Автореферат полностью отражает основное содержание работы.

### **Достоверность и новизна полученных результатов**

К основным научным результатам, полученным в диссертации, следует отнести методы разработки самосинхронных схем (СС), которые впервые позволяют настраивать самосинхронные элементы. Один из методов - это метод разработки СС для вычисления логических функций в области базовых матричных кристаллов. Для проектирования схем по данному методу используется элемент 2И-2ИЛИ-НЕ, который формирует прямой и двойственный каналы, а назначение каждого из элементов определяется конфигурированием. Другие методы - это методы проектирования СС для вычисления логических функций в области ПЛИС типа FPGA, при чем в одном из методов, в качестве базиса применено нетрадиционное дерево передающих транзисторов LUT, которое на одном элементе позволяет вычислять только одну логическую функцию, а в другом используется

измененный дешифратор LUT, позволяющий вычислять несколько функций на одном элементе, если использовать дополнительные блоки настройки. Еще один метод – это метод разработки самосинхронных схем для вычисления функций в области ПЛИС типа CPLD, в качестве базиса используются измененные блоки конъюнкций синхронных ПЛИС, которые позволяют вычислять функции, заданные в ДНФ, причем, с помощью дополнительных блоков настройки, можно вычислять сразу несколько функций. Кроме этого, предложен алгоритм, который на основе результатов моделирования, при задании разработчиком системы, исходных данных для реализации проекта, предлагает оптимальный набор логических элементов, для решения поставленных задач.

Обоснованность и достоверность результатов диссертации подтверждается результатами проведенного моделирования в нескольких САПР, экспериментальными исследованиями. Основные положения работы прошли апробацию на научных конференциях российского и международного уровней, опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, включая Scopus. В соавторстве получены патенты и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Результаты внедрения подтверждаются актами, представленными в приложении №2. Все это позволяет считать полученные результаты обоснованными и достоверными.

### **Практическая значимость полученных автором результатов**

Полученные научные и практические результаты нашли применение в разработках Института проблем информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук в рамках НИОКР по созданию семейства потоковых самосинхронных процессоров и средств их проектирования и в учебном процессе кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета в рамках практических

занятий и лабораторных работ по дисциплинам «Электроника», «Проектирование дискретных устройств», «Цифровая схемотехника».

Имеются зарегистрированные патенты РФ и свидетельство о регистрации программ для ЭВМ, а также акты о внедрении результатов диссертации в разработках.

### **Замечания и рекомендации по диссертационной работе**

1. Из диссертации не совсем ясно, как реализуются в предложенных элементах DCLUTST и DNFST системы функций, зависящие от разных переменных.

2. В главе 3 функционирование разработанных элементов в САПР «Multisim» требует детального описания.

3. В диссертации целесообразно было провести сравнение полученных результатов с синхронными вариантами, используемыми для проектирования ПЛИС.

4. В главе 4 диссертации было бы целесообразно привести подробное описание выбора оптимального набора логических элементов.

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от проделанной работы и полученных результатов.

### **Заключение**

Диссертационная работа Скорняковой Александры Юрьевны «Конфигурируемые логические элементы для самосинхронных схем» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи разработки методов синтеза конфигурируемых логических элементов для самосинхронных схем, имеющей важное значение для развития элементов и устройств вычислительной техники и систем управления.

Диссертация выполнена на высоком научном и техническом уровне с использованием современных инструментальных средств и методик, а основные выводы достаточно обоснованы и подтверждены результатами схемотехнического и топологического моделирования.

Диссертационная работа соответствует специальности 05.13.05, требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также требованиям п. 9 - п.12 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Официальный оппонент:

доктор технических наук,

доцент, заведующий

кафедрой «Конструирование и  
производство радиоаппаратуры»

Воронежского государственного  
технического университета

«30» ноября 2020 г.


Башкиров Алексей Викторович



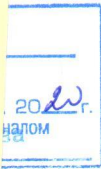
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

394026, г. Воронеж, пр. Московский, дом 14

Телефон: +79525439988

E-mail: kipr@vorstu.ru, fabi7@mail.ru

 \_\_\_\_\_ / Башкиров А.В./

Докторская диссертация защищена по специальности

(05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения)