




СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»**
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ул. Профессора Попова, д.5, Санкт-Петербург, 197376
Телефон: (812) 234-46-51; факс: (812) 346-27-58; e-mail: info@etu.ru; <https://etu.ru>
ОКПО 02068539; ОГРН 1027806875381; ИНН/КПП 7813045402/781301001

Директор департамента  **УТВЕРЖДАЮ»**
«ЛЭТИ»

д.т.н.

Гарасов

2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

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 диссертационной работы

Традиционным построением схем сегодня является синхронный подход, в котором используется единая синхронизация блоков. С переходом к проектным нормам 90 нм и ниже разработчики синхронных схем столкнулись с рядом проблем, касающихся глобальной синхронизации. Как правило, они вызваны рассогласованностью изменений сигналов из-за разброса параметров, старением схемы, влиянием температуры, нагрузок, напряжения питания и других факторов. Самосинхронные схемы позволяют избежать проблем с единой синхронизацией, но проектирование

самосинхронных схем относится к трудной задаче, которая требует от разработчиков смены мышления.

Ввиду того, что основным недостатком самосинхронных схем является высокая сложность проектирования, продолжительное время разработки, отсутствие специализированных средств автоматизированного проектирования, Скорняковой А.Ю. предлагаются методы совмещения самосинхронного подхода и программируемой логики.

Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) имеют широкую область применения и позволяют сократить время разработки устройства, в связи с этим происходит поиск и применение новых подходов при проектировании. Диссертация Скорняковой Александры Юрьевны посвящена актуальной задаче развития конфигурируемых (настраиваемых) самосинхронных схем, ориентированных на применение в области программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), позволяющей сократить время их проектирования и расширить область применения.

Развитие новых методов проектирования цифровых устройств, в том числе на основе самосинхронных схем, является актуальной научно-технической задачей и соответствует задачам, стоящим перед отечественной промышленностью в рамках программы импортозамещения.

Научная новизна диссертационной работы

Научную новизну диссертационного исследования Скорняковой А.Ю. составляют методы реализации конфигурируемых самосинхронных элементов. Каждый из методов обладает отличительной особенностью, например, в первом методе вычисление логической функции выполняет элемент 2И-2ИЛИ-НЕ, на входы которого подается настройка и значения переменных с учетом рабочей и спейсерной фаз. Для соблюдения принципа парафазности сигнала автор предлагает двойственный канал настраивать инверсными константами. Во втором методе вычисление логических функции выполняет измененное дерево передающих транзисторов, которое включает в себя, в отличие от традиционного, три ветви, две из которых

реализуют рабочую фазу, а одна фазу спейсера. В третьем методе вычисление логической функции выполняется дешифрацией дерева передающих транзисторов, которое, как и традиционное дерево, было изменено автором. В четвертом методе вычисление функции выполняет блок конъюнкций, который был изменен автором с помощью дополнительных транзисторов, которые обрабатывают фазу спейсера. Следует отметить, что настройка самосинхронных элементов была предложена впервые.

Кроме этого, новизной обладает предложенный автором алгоритм, который позволяет выбрать наилучший набор из разработанных конфигурируемых элементов для выполнения всех заданных параметров проекта. В алгоритме учтены полученные количественные показатели, для каждого из разработанных методов, такие как: сложность, площадь, задержка, потребляемая мощность. Оригинальность алгоритма в том, что он реализует многокритериальную оптимизацию с последующим определением Парето - оптимальных вариантов.

Достоверность и обоснованность результатов исследований

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается совпадением результатов аналитических выводов и результатов моделирования в двух системах моделирования – схемотехнического и топологического, а также использованием апробированного математического аппарата булевой алгебры.

Основные положения диссертационной работы представлены на российских и международных научных конференциях. Опубликованные материалы полностью отражают содержание диссертации, имеется 18 публикаций, 5 из которых опубликованы в изданиях, включенных в перечень ВАК, 3 в изданиях, индексируемых в Scopus, получены 3 патента РФ на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Результаты работы внедрены в процесс проектирования потоковых самосинхронных процессоров на основе отечественной элементной базы, разрабатываемых в Институте проблем информатики Российской академии

наук (ИПИ РАН), что подтверждено соответствующим актом. Все вышесказанное позволяет считать полученные результаты достоверными и обоснованными.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретической значимостью обладают полученные автором методы реализации конфигурируемых самосинхронных элементов, которые имеют важное значение для развития самосинхронных схем.

Практической значимостью обладают разработанные модели элементов и алгоритм, а также полученные оценки, которые прошли апробацию и внедрены в разработку самосинхронных процессоров Федеральным исследовательским центром ИПИ РАН, в учебный процесс кафедры Автоматики и телемеханики Пермского национального исследовательского политехнического университета, что подтверждается соответствующими актами внедрения. Получены патенты РФ на изобретение и свидетельство о регистрации программы, которая была разработана для нахождения оптимальных наборов самосинхронных логических элементов, которые могут быть использованы разработчиками самосинхронных схем.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Результаты исследования рекомендуется использовать при разработке самосинхронных логических модулей в ПЛИС или модернизации логических модулей в синхронных ПЛИС при возникновении в них сложностей с обеспечением глобальной тактовой синхронизации.

Содержание диссертации

Общий объем диссертации составляет 239 страниц. Текст содержит 102 рисунка и 21 таблицу. Список литературы содержит 104 наименования.

Диссертация написана на профессиональном техническом языке и в достаточной мере сопровождается рисунками и таблицами. Автор корректно ссылается на первоисточники на приводимые им факты и цитаты.

Название, форма и содержание диссертационной работы полностью соответствует специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации и полученные в ней результаты.

В части диссертации, посвященной обзору публикаций, автором проанализирован большой объем литературы, в том числе по теме асинхронных программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). На основании полученной информации были выбраны пути развития самосинхронных схем, в частности, адаптации существующих синхронных элементов, которые применяются для построения ПЛИС.

В практической части диссертации автор описывает процесс разработки методов проектирования настраиваемых самосинхронных элементов, для вычисления логических функций. Выполнено проектирование новых самосинхронных элементов на основе 2И-2ИЛИ-НЕ, на основе дерева передающих транзисторов, на основе дешифрации дерева передающих транзисторов и на основе блока конъюнкций. Кроме этого, автор доказывает, что разработанные модели самосинхронные.

Экспериментальная часть диссертации содержит результаты моделирования некоторых известных логических функций, выполненных в схемотехнических САПР и в топологическом САПР. Результаты сложности при реализации новых элементов в количестве транзисторов, в площади на кристалле, при проектных нормах 90 нм, быстродействия и потребляемой мощности при напряжении питания 1,2 В.

Текст диссертации обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты. Положения, выносимые на защиту, хорошо обоснованы, что свидетельствует о личном вкладе автора в развитие самосинхронной схемотехники. В заключении, в краткой форме, приведены результаты исследования, а также даны рекомендации по дальнейшему исследованию в области самосинхронной разработке матриц коммутаций ПЛИС.

Замечания и рекомендации по диссертационной работе.

1. В работе не приведено сравнение предлагаемых решений в области самосинхронных схем с существующими альтернативными вариантами реализаций (поточковых, конвейерных и др.).

2. Слабо проявлена разница между событийным и функциональным способами анализа самосинхронных схем.

3. В диссертации не показано применение сформулированной и доказанной теоремы 2.1 в предлагаемых методах проектирования самосинхронных элементов.

4. В 3 главе диссертационной работы выполняется схемотехническое и топологическое моделирование, при этом выбор использованных инструментов не обоснован, не представлены их характеристики и особенности. В главе 4 использованы иные системы автоматизированного проектирования, необходимость перехода на которые не объяснена.

5. Имеются замечания по результатам топологического проектирования предлагаемых фрагментов: топологическая реализация не эффективна с точки зрения площади кристалла.

6. В тексте диссертации не обоснован выбор проектных норм при проектировании топологий, без дополнительных объяснений использованы проектные нормы 90 нм.

7. Поскольку большая часть научных работ по диссертации выполнены в соавторстве, необходимо кратко обозначить авторский вклад соискателя в эти работы.

Указанные замечания не снижают положительного впечатления от проделанной работы и не влияют на полученные теоретические и практические результаты.

Заключение

Представленная работа Скорняковой Александры Юрьевны на тему «Конфигурируемые логические элементы для самосинхронных схем»

представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая имеет научное и практическое значение. Автореферат в полной мере отражает основные положения, содержание и выводы диссертации, которые опубликованы в 18 публикациях автора, в том числе 3 патента на изобретение, свидетельство о регистрации программы, 8 статей в рецензируемых научных изданиях, из перечня ВАК РФ, включая Scopus.

Представленная работа соответствует критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также требованиям п.9 – п.12 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ», является самостоятельной, актуальной и значимой. В диссертации Скорняковой А.Ю. содержится решение задачи создания методов проектирования конфигурируемых самосинхронных логических элементов, имеющей важное значение для развития элементов и устройств вычислительной техники и систем управления. Автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Отзыв на автореферат и диссертацию обсужден и утвержден на расширенном заседании кафедры вычислительной техники ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» 26 ноября 2020 г., протокол № 8.

Отзыв подготовил:

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) Куприянов Михаил Степанович.

Заведующий кафедрой

Вычислительной техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,

д.т.н, профессор

М. С. Куприянов

27 ноября 2020 г.

Полное наименование организации: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)».

Адрес: 197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5.

Телефон: (812) 234-46-51; факс: (812) 346-27-58.

Сайт организации: <https://etu.ru>

Электронная почта: info@etu.ru