

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.14
по диссертации Советова Станислава Игоревича
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Логические элементы ПЛИС FPGA, реализующие несколько функций одновременно» по специальности 2.3.2. Вычислительные системы и их элементы принята к защите «16» октября 2024 г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.14, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «27» января 2022 г. № 4-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым - четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. N 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. N 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматика и телемеханика» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Тюрин Сергей Феофентович, профессор кафедры «Автоматика и телемеханика» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Официальные оппоненты:

1. Бобков Сергей Геннадьевич, доктор технических наук (05.13.05), старший научный сотрудник, ООО «Конструкторское бюро «Компьютерные технологии и системы», генеральный директор,

2. Лесников Владислав Алексеевич, кандидат технических наук (05.12.04), доцент, ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», доцент, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (г. Воронеж). Отзыв ведущей организации утвержден Башкировым Алексеем Викторовичем, д.т.н., доцентом, проректором по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», заслушан на заседании кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры» и подписан Макаровым Олегом Юрьевичем, д.т.н, профессором, профессором кафедры «Конструирования и производства радиоаппаратуры».

По теме диссертации соискателем опубликовано **16** научных трудов, в том числе **6** работ – в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени, из них **2** работы – в изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus; соискателем получено **3** патента на изобретение и **2** свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Советов, С.И. Разработка топологии многофункционального логического элемента ПЛИС / С.И. Советов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2023. – № 48. – С. 30-49.

2. Советов, С.И. Метод синтеза логического элемента, реализующего несколько функций одновременно / С.И. Советов, С.Ф. Тюрин. – DOI 10.32362/2500–316X–2023–11–3–46–55 // Russian Technological Journal. – 2023. – 11(3). – С. 46-55.

3. Тюрин, С.Ф. Логические элементы ПЛИС FPGA на основе комбинированного кодирования переменных / С.Ф. Тюрин, И.А. Васенин, С.И. Советов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2023. – № 46. – С. 83-107.

4. Тюрин, С.Ф. Логический элемент ПЛИС FPGA, реализующий функцию и дешифрацию набора переменных / С.Ф. Тюрин, С.И. Советов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2023. – № 47. – С. 5-31.

5. Новая концепция ПЛИС с выбором режима работы и двухрежимный базисный логический элемент / И.А. Соколов, С.Ф. Тюрин, Ю.А. Степченков, Ю.Г. Дьяченко, М.С. Никитин, С.И. Советов // Системы высокой доступности. – 2024. – Т. 20. – № 2. – С. 56-64.

6. Тюрин, С.Ф. Логический элемент программируемых логических интегральных схем FPGA, вычисляющий функцию одновременно с дешифрацией входных переменных / С.Ф. Тюрин, С.И. Советов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2024. – № 50. – С. 216-234.

В данных работах соискатель представил основные результаты своего исследования: провел анализ методов синтеза и архитектуры существующих логических элементов в ПЛИС FPGA; разработал методы синтеза логического элемента, реализующего несколько функций одновременно и логического элемента, реализующего дешифрацию входного набора; разработал математические модели логических элементов реализующих вычисление нескольких функций одновременно и дешифрацию входного набора переменных; внедрил результаты исследования в научно-исследовательской работе Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» по теме государственного задания «Информационные, управляющие и телекоммуникационные системы 2024-2028».

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея увеличения функциональных возможностей существующего логического элемента, дополняющая научно-методический аппарат синтеза логических элементов программируемых логических интегральных схем, что позволяет повысить технические характеристики в площади кристалла и количества используемых транзисторов вычислительных элементов в ПЛИС;

предложен оригинальный подход к использованию неактивных на данном наборе переменных передающих (ключевых) транзисторов в логических элементах, позволяющий реализовывать несколько дополнительных логических функций одновременно;

доказана перспективность использования новых идей, предложенных в диссертационном исследовании, в разработке программируемых логических интегральных схем FPGA.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения о перспективности применения многофункциональных логических элементов, которые улучшают показатели использования площади кристалла;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** математический аппарат дискретной математики, математической логики, теории булевых функций и автоматов, комбинаторики, оптимизации, исследовании операций и цифровой схемотехники;

изложены положения, составляющие основу разработанных методов синтеза логических элементов ПЛИС и подтверждающие эффективность использования многофункциональных логических элементов и логических элементов с дешифрацией входного набора переменных;

проведена модернизация существующих математических моделей и алгоритмов синтеза логических элементов, реализующих несколько функций одновременно и дешифрацию входного набора переменных.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены топологии логических элементов, реализующих несколько функций одновременно и дешифрацию входного набора переменных, что позволило снизить количество используемой площади кристалла от 15%. Предложенные методы и алгоритмы синтеза логических элементов, реализующих несколько функций одновременно и дешифрацию входного набора, нашли применение в учебных дисциплинах образовательных программ бакалавриата, реализуемых на кафедре АТ ПНИПУ;

определены перспективы практического использования многофункциональных логических элементов при проектировании и использовании программируемых логических интегральных схем;

создан набор практических рекомендаций по построению Парето-оптимальных решений синтеза логических элементов, реализующих несколько функций одновременно;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию разработанных методов и алгоритмов с учетом изменения топологических норм проектирования, например для технологических норм менее 10 нм.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования, полученных при моделировании в различных САПР (Microwind, Cadence Virtuoso, Multisim) и внедрении в научно-исследовательскую работу ФИЦ УИ РАН по теме «Информационные, управляющие и телекоммуникационные системы 2024-2028»;

теория построена на известных, проверяемых данных, фактах, в том числе согласуется с опубликованными экспериментальными данными других авторов;

идея базируется на анализе существующих моделей, методов и алгоритмов синтеза логических элементов программируемых логических интегральных схем, выявленных недостатках и возможности их исправления путем модернизации;

использованы результаты сравнения авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике другими авторами;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные среды моделирования, применяемые ведущими производителями интегральных схем: Microwind, Cadence Virtuoso, Multisim.

Личный вклад соискателя состоит в анализе публикаций по теме исследования, разработке новых методов и новых алгоритмов синтеза логических элементов ПЛИС, реализующих несколько функций одновременно, внедрении результатов диссертационного исследования в научно-исследовательской работе ФИЦ ИУ РАН.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует

критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 декабря 2021 г. № 4334-В: в ней изложены новые научно обоснованные технические решения по улучшению технических характеристик программируемых логических интегральных схем, имеющие важное значение для отечественных вычислительных систем.

На заседании «20» декабря 2024 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.14 принял решение присудить Советову Станиславу Игоревичу ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания № 8).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 16, против присуждения ученой степени – нет, не участвовавших в голосовании – нет.

Председатель

диссертационного совета Д ПНИПУ.05.14

д-р техн. наук, профессор

/ Южаков Александр Анатольевич /

Ученый секрет

диссертационного

д-р техн. наук,

/ Фрейман Владимир Исаакович /

«20» декабря 2024 г.

