

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.224.04, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ» РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «06» сентября 2023 г. протокол № 3  
о присуждении ХИЛЬКО ДМИТРИЮ ВЛАДИМИРОВИЧУ, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Исследование и разработка потоковой рекуррентной архитектуры для эффективной реализации параллелизма в области цифровой обработки сигналов» по специальности 2.3.2 – Вычислительные системы и их элементы, в виде рукописи принята к защите 20.09.2023, протокол №2 диссертационным советом 24.1.224.04, созданным на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН) (119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2; приказ Министерства образования и науки РФ от 14.02.2023 №218/нк).

**Соискатель** Хилько Дмитрий Владимирович, 1987 года рождения, гражданин Российской Федерации, в 2009 году окончил Московский инженерно-физический институт (государственный университет) по специальности «Прикладная математика и информатика». С 2009 г. по 2012 г. освоил программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Института проблем информатики Российской академии наук (ИПИ РАН). С 2005 года работает в ФИЦ ИУ РАН (до 2015 г. – ИПИ РАН), где занимал должности программиста первой категории, инженера-исследователя, младшего научного сотрудника и научного сотрудника. С 2016 года по настоящее время работает в должности старшего научного сотрудника отдела №52 «Архитектура и схемотехника инновационных вычислительных систем».

Диссертация выполнена в отделе №52 ФИЦ ИУ РАН.

Научный руководитель – кандидат технических наук Степченков Юрий Афанасьевич, ведущий научный сотрудник ФИЦ ИУ РАН, руководитель отдела №52.

## Официальные оппоненты:

1. Бобков Сергей Геннадьевич, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (специальность 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления), заместитель директора Института проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук;
2. Тюрин Сергей Феофентович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (специальность 20.02.14 – Вооружение и военная техника), профессор, заслуженный изобретатель РФ, профессор кафедры Автоматика и телемеханика Пермского национального исследовательского политехнического университета,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (НИИСИ РАН) в своем положительном отзыве, подписанным Петровым Константином Александровичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником, заместителем заведующего Отделением разработки вычислительных систем НИИСИ РАН и утвержденном директором НИИСИ РАН, доктором технических наук С.Е. Власовым, указала, что диссертация Д.В. Хилько обладает внутренним единством, представляет завершенные результаты на актуальную тему и является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны методы, алгоритмы, методики программирования, вносящие значительный вклад в разработку вычислительных систем и их элементов. В заключении ведущей организации указано, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней № 842, а ее автор, Хилько Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.2.

Соискатель имеет по теме диссертации 36 опубликованных в рецензируемых научных изданиях работ, получено 11 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и 3 патента Российской Федерации на изобретения. Общий объем публикаций по теме диссертации – 13.37 п.л., а личный вклад автора составляет 8.92 п.л. Авторский вклад в полной мере определяет научную ценность всех публикаций. Сведения, представленные соискателем об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты, являются

достоверными. В них достаточно полно изложены материалы исследования.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Д.В. Хилько, Ю.А. Степченков. Теоретические аспекты разработки методологии программирования рекуррентной архитектуры // Системы и средства информатики, 2013. Т. 23. № 2. С. 133 – 153. авт. 0.61 п.л.

2. Д.В. Хилько, Ю.А. Степченков, Д.И. Шикунов, Ю.И. Шикунов. Рекуррентная потоковая архитектура: технические аспекты реализации и результаты моделирования // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС) 2016. Сборник трудов / под общ. ред. академика РАН А.Л. Стемпковского, 2016. М.: ИППМ РАН. Часть II. С. 128 – 135. авт. 0.25 п.л.

3. Ю.А. Степченков, Н.В. Морозов, Ю.Г. Дьяченко, Д.В. Хилько. Аппаратная реализация рекуррентного обработчика сигналов // Системы и средства информатики, 2021. Т. 31. № 3. С. 113 – 122. авт. 0.21 п.л.

4. Д.В. Хилько, Ю.А. Степченков, Ю.И. Шикунов, Ю.Г. Дьяченко, Г.А. Орлов. Оптимизация аппаратной поддержки быстрого преобразования Фурье в рекуррентном сигнальном процессоре // Системы и средства информатики, 2021. Т. 31. № 4. С. 71 – 83. авт. 0.29 п.л.

5. Д.В. Хилько. Реализация блочного КИХ-фильтра в потоковом рекуррентном сигнальном процессоре // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС) 2022. Выпуск 4. С. 163 – 170. авт. 0.21 п.л.

На автореферат дали положительные, не содержащие критических замечаний, отзывы:

1. Кривосинная Елена Вадимовна, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь ПАО «Институт электронных управляемых машин им. И.С. Брука»;

2. Бочаров Никита Алексеевич, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, главный специалист АО «МЦСТ»;

3. Парамонов Николай Борисович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заведующий базовой кафедрой №234 – Управляющих ЭВМ РТУ МИРЭА.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов, соответствующих теме оппонируемой диссертации, и следующими обстоятельствами:

– С.Г. Бобков является крупным специалистом в области высокопроизводительных систем, под руководством которого была создана линейка микропроцессоров семейства КОМДИВ, а также является автором двух монографий, посвященных высокопроизводительным вычислительным системам;

– С.Ф. Тюрин имеет многолетний опыт и ведет активную научную деятельность, с 2016 года опубликовал 144 научные работы, в том числе, области разработки схемотехнических решений на ПЛИС, подготовил 7 кандидатов наук, является заслуженным изобретателем Российской Федерации.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что НИИСИ РАН активно занимается проблематикой по теме диссертационной работы Д.В. Хилько, что подтверждается приоритетными направлениями работ и публикациями сотрудников.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

- **разработаны** новые методы и алгоритмы организации суперскалярных вычислений для прототипа рекуррентного обработчика сигналов, а также программная и аппаратная модели, которые позволяют эффективно решать ключевые задачи цифровой обработки сигналов, осуществлять испытания и отлаживать специализированное программное обеспечение;
- **предложен** методический подход к организации процесса программирования рекуррентной архитектуры в виде совокупности методик, алгоритмов и программных средств, которые позволили реализовать и отладить демонстрационную задачу распознаваний изолированных слов и набора ключевых алгоритмов цифровой обработки сигналов;
- **доказана** перспективность использования рекуррентного обработчика сигналов и предложенного методического подхода к его программированию путем проведения модельных испытаний, а также натурных испытаний на основе синтезированного ПЛИС прототипа.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

- **проведена** модернизация структуры прототипа рекуррентного обработчика сигналов, методов и алгоритмов функционирования его основных элементов;
- **разработаны** методы и алгоритмы организации суперскалярного вычислительного процесса в прототипе рекуррентного обработчика сигналов;
- **разработан** методический подход к организации процесса программирования и отладки рекуррентного обработчика сигналов;
- применительно к проблематике диссертации **результативно использованы** современные технологии программирования и инструментальные

среды, методы системного анализа, разработки и тестирования программных и аппаратных средств, элементы теории алгоритмов и теории графов.

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

- **продемонстрирована** эффективность предложенных методов, алгоритмов и методического подхода путем программно-аппаратных испытаний, результаты которых показали, что разработанное специализированное программное обеспечение хорошо оптимизировано, а прототип рекуррентного обработчика сигналов имеет уровень производительности, сопоставимый с современными цифровыми сигнальными процессорами;
- **определены** перспективы применения рекуррентного обработчика сигналов в качестве основы для разработки вычислительных систем на отечественной элементной и архитектурной базе;
- **созданы** программная и аппаратная модели прототипа рекуррентной архитектуры, программный комплекс моделирования и отладки «ПК ПОТОК», предназначенные для проведения испытаний и отладки программного обеспечения, а также макетный образец рекуррентного обработчика сигналов в виде ПЛИС-прототипа.

**Оценка достоверности результатов исследования подтверждается тем, что:**

- результаты **воспроизводимы** в различных условиях, в том числе на сертифицированном оборудовании;
- разработанные методы, алгоритмы и методики **основаны** на анализе практики и обобщении передового опыта;
- ограничения и допущения для моделирования, а также исходные данные демонстрационной задачи, использованные для верификации и валидации разработанных моделей и ПЛИС-прототипа являются **корректными**;
- имеет место качественное и количественное **совпадение** (бит-эквивалентность) авторских результатов реализации задачи распознавания изолированных слов средствами моделей, включая ПЛИС-прототип, и результатов эталонной реализации, полученных для фиксированного набора произнесений из заранее фиксированного числа слов библиотеки распознавания.

**Основные результаты, представленные в диссертационной работе, получены соискателем лично. В опубликованных совместно работах личный вклад соискателя состоит в:**

- получении результатов, включающих: методы и алгоритмы организации суперскалярных вычислений и поддержки алгоритма БПФ, структурные элементы прототипа рекуррентной архитектуры и алгоритмы их функционирования, методический подход к его программированию, а также средства моделирования и отладки;
- включенном участии в разработке отдельных функциональных блоков аппаратной модели, синтеза и программирования ПЛИС-прототипа рекуррентного обработчика сигналов;
- непосредственном участии в сборе исходных данных, разработке моделей и средств моделирования, разработке специализированного программного обеспечения, проведении научных экспериментов, обработке экспериментальных данных и апробации результатов исследования.

На заседании 06 декабря 2023 года диссертационный совет принял решение присудить Хилько Дмитрию Владимировичу ученую степень кандидата технических наук за разработку теоретических, алгоритмических, программных и модельных решений для создания прототипа устройства рекуррентного обработчика сигналов, который обладает требуемым уровнем производительности для решения задач ЦОС реального времени.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по профилю защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель  
диссертационного совета  
академик

И.А. Соколов

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Р.В. Разумчик

«06» декабря 2023 г.

