

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.08, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 29 декабря 2016 года публичной защиты диссертации Шашева Дмитрия Вадимовича «Алгоритмы динамически перестраиваемых вычислительных сред для обработки изображений» по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей на соискание ученой степени кандидата технических наук.

На заседании присутствовали 17 из 21 утверждённых членов диссертационного совета, в том числе 7 докторов технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей:

1. Поддубный В.В., доктор технических наук, профессор, 05.13.18, председатель диссертационного совета
2. Сущенко С.П., доктор технических наук, профессор, 05.13.11, заместитель председателя диссертационного совета
3. Скворцов А.В., доктор технических наук, профессор, 05.13.11, ученый секретарь диссертационного совета
4. Горцев А.М., доктор технических наук, профессор, 05.13.18
5. Горчаков Л.В., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18
6. Дмитриев Ю.Г., доктор физико-математических наук, доцент, 05.13.18
7. Замятин А.В., доктор технических наук, доцент, 05.13.11
8. Змеев О.А., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.11
9. Костюк Ю.Л., доктор технических наук, профессор, 05.13.18
10. Кошкин Г.М., доктор физико-математических наук, профессор, 05.13.18
11. Лившиц К.И., доктор технических наук, профессор, 05.13.18
12. Магросова А.Ю., доктор технических наук, профессор, 05.13.11
13. Нагорский П.М., доктор физико-математических наук, ст. науч. сотр., 05.13.18
14. Назаров А.А., доктор технических наук, профессор, 05.13.11
15. Смагин В.И., доктор технических наук, профессор, 05.13.18
16. Тарасенко В.Ф., доктор технических наук, профессор, 05.13.11
17. Янковская А.Е., доктор технических наук, профессор, 05.13.18

Заседание провел председатель диссертационного совета доктор технических наук, профессор Поддубный Василий Васильевич.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить Д.В. Шашеву учёную степень кандидата технических наук.

Заключение диссертационного совета Д 212.267.08
на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Министерства образования и науки Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.12.2016 г., № 173

О присуждении **Шашеву Дмитрию Вадимовичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Алгоритмы динамически перестраиваемых вычислительных сред для обработки изображений»** по специальности **05.13.11** – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей принята к защите 28.10.2016 г., протокол № 170, диссертационным советом **Д 212.267.08** на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012 г.).

Соискатель **Шашев Дмитрий Вадимович**, 1991 года рождения.

В 2013 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

В 2016 году соискатель очно окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности младшего научного сотрудника отдела 110 Акционерного общества «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» (г. Томск).

Диссертация выполнена на кафедре исследования операций федерального

государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, **Шидловский Станислав Викторович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», кафедра управления качеством, профессор.

Официальные оппоненты:

Титов Виталий Семёнович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-западный государственный университет», кафедра вычислительной техники, заведующий кафедрой,

Жизняков Аркадий Львович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Муромский институт (филиал), первый заместитель директора, заместитель директора по научной работе; кафедра систем автоматизированного проектирования, заведующий кафедрой

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики**», г. Новосибирск, в своем положительном заключении, подписанном **Мамойленко Сергеем Николаевичем** (доктор технических наук, доцент, кафедра вычислительных систем, заведующий кафедрой), **Курносовым Михаилом Георгиевичем** (кандидат технических наук, доцент, кафедра вычислительных систем, доцент), указала, что в диссертации автор получил новое решение актуальной задачи высокопроизводительной обработки изображений, в том числе в реальном времени, путем применения высокопроизводительных вычислительных сред с параллельно-конвейерной

архитектурой, которые базируются на моделях перестраиваемой вычислительной среды и коллектива вычислителей. Новизна и ценность основных результатов диссертации заключается в разработке методов синтеза проблемно-ориентированных перестраиваемых вычислительных сред и создании для них алгоритмов цифровой обработки изображений, характеризующихся высокой производительностью. Результаты диссертации могут быть использованы в научных и промышленных организациях, занимающихся решением задач высокоскоростной обработки изображений, а также при создании систем управления и обработки радиолокационных сигналов.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 18 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 3 (из них 1 в российском журнале, переводная версия которого индексируется Scopus), в изданиях, индексируемых Scopus – 3, патентов Российской Федерации на полезную модель – 1, публикаций в сборниках материалов международных, всероссийских, региональных научных, научно-технических, научно-практических конференций и школ-конференций – 11. Общий объём публикаций – 3,39 п.л., авторский вклад – 2,71 п.л.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. **Шашев Д. В.** Морфологическая обработка бинарных изображений на базе перестраиваемых вычислительных сред / Д. В. Шашев, С. В. Шидловский // Автометрия. – 2015. – Т. 51, № 3. – С. 19–26. – 0,41 / 0,35 п.л.

в переводной версии журнала:

Shashev D. V. Morphological processing of binary images using reconfigurable computing environments / D. V. Shashev, S. V. Shidlovskiy // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 2015. – V. 51, is. 3. – P. 227–233. – DOI: 10.3103/S8756699015030036.

2. **Шашев Д. В.** Реализация перестраиваемой вычислительной среды для выполнения операций морфологической обработки полутонового изображения / Д. В. Шашев, С. В. Шидловский, В. И. Сырямкин // Телекоммуникации. – 2015. – № 9. – С. 34–38. – 0,27 / 0,2 п.л.

3. **Шашев Д. В.** Построение реконфигурируемых систем автоматического управления и переработки информации в автономных подвижных роботах / Д. В. Шашев, С. В. Шидловский // Телекоммуникации. – 2016. – № 2. – С. 33–38. – 0,34 / 0,26 п.л.

Публикации в изданиях, индексируемых Scopus:

1. **Shashev D. V.** Application of reconfigurable computing environments for image processing in X-ray tomography of materials / D. V. Shashev, S. V. Shidlovskiy, V. I. Syriamkin, A. V. Yurchenko // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering. – 2015. – V. 81 – 012101. – 6 p. – DOI: 10.1088/1757-899X/81/1/012101. – 0,28 / 0,2 п.л.

2. **Shashev D. V.** Image processing in medical robotic systems / D. V. Shashev // MATEC Web of Conferences. – 2016. – V. 79. – 01050. – 6 p. – DOI: 10.1051/mateconf/20167901050. – 0,3 п.л.

3. Borovik V. Industrial robot automation in solving non-vacuum electron-beam welding problems / V. Borovik, V. Shatravin, I. Junusov, **D. Shashev**, S. Kornilov, N. Rempe, S. Shidlovskiy // MATEC Web of Conferences. – 2016. – V. 79. – 01034. – 8 p. – DOI: 10.1051/mateconf/20167901034. – 0,38 / 0,19 п.л.

На автореферат поступило 6 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **К.В. Павский**, д-р техн. наук, доц., заведующий лабораторией вычислительных систем Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова, г. Новосибирск, *с замечанием* об отсутствии рекомендаций к аппаратной реализации перестраиваемых вычислительных сред. 2. **А.А. Светлаков**, д-р техн. наук, проф., профессор кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, *с замечанием* о необходимости в иллюстрации комбинационных схем элементарных вычислителей. 3. **М.С. Куприянов**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой вычислительной техники Санкт-Петербургского

государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, *с замечаниями* об отсутствии экспериментов на реальной перестраиваемой вычислительной среде, методов распараллеливания алгоритмов обработки изображений, технических аспектов построения перестраиваемых вычислительных сред. 4. **А.М. Корилов**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой автоматизированных систем управления Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, *с замечанием* о том, что не отражены тестовые изображения, на которых выполнялась проверка работоспособности алгоритмов. 5. **В.А. Соловьев**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок», г. Комсомольск-на-Амуре, *с замечанием* о не раскрытии конечного смысла исследования по определению зависимости мощности электронного луча электронно-лучевой пушки по его изображению. 6. **С.В. Панин**, д-р техн. наук, проф., заместитель директора по научной работе, заведующий лабораторией механики полимерных композиционных материалов Института физики прочности и материаловедения, г. Томск, *с замечаниями* об отсутствии в работе обсуждений по обработке цветных изображений, сравнения полученных в Главе 4 результатов с результатами, полученными альтернативными методами обработки и анализа изображений.

В отзывах указано, что актуальность диссертационной работы Д.В. Шашева обусловлена направленностью на развитие методов и способов высокоскоростной обработки изображений, которые находят свое применение для решения широкого круга задач, где необходимо работать с большим потоком данных в реальном времени. Автором диссертации предложена достаточно оригинальная идея, в которой и заключается новизна работы в целом, – разработка специализированных проблемно-ориентированных алгоритмов обработки изображений, реализуемых аппаратно на перестраиваемых вычислительных средах. Используя данный подход, автором реализован ряд алгоритмов обработки изображений, получены математические и имитационные модели перестраиваемых вычислительных сред, выполняющих данные алгоритмы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **В.С. Титов** является высококвалифицированным специалистом в области

обработки и анализа изображений; **А.Л. Жизняков** является высококвалифицированным специалистом в области обработки и анализа изображений; на кафедре вычислительных систем **Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики** работает ведущая научная школа по распределенным вычислительным системам с программируемой структурой, основанная известным российским ученым В.Г. Хорошевским.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложен новый способ решения задач обработки и анализа изображений путем применения перестраиваемых вычислительных сред, что позволяет достигать высоких показателей быстродействия в выполнении данных задач;

разработан принцип процесса обработки изображений на перестраиваемых вычислительных средах, позволяющий синтезировать алгоритмы обработки изображений для их аппаратного выполнения на перестраиваемых вычислительных средах;

разработаны новые алгоритмы морфологической обработки бинарных и полутоновых изображений, семантической сегментации бинарного изображения на объекты классов «Угол», «Край», «Шум» и подсчета площади объекта на бинарном изображении, аппаратно выполняемые на перестраиваемых вычислительных средах и обладающие высокими показателями быстродействия.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработан принцип процесса обработки изображений на перестраиваемых вычислительных средах, позволяющий синтезировать новые высокоскоростные алгоритмы обработки и анализа изображений, аппаратно выполняемые на перестраиваемых вычислительных средах.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что:

разработаны новые высокоскоростные алгоритмы обработки изображений, протестированные с помощью имитационного моделирования;

решена прикладная задача по определению мощности электронного луча электронного-лучевой пушки по его изображению с помощью разработанного

алгоритма подсчета площади объекта на бинарном изображении;

результаты диссертационного исследования *внедрены* и используются в ООО «СИГМА. Томск» (г. Томск) и АО «Информационные спутниковые системы» им. ак. М.Ф. Решетнёва» (г. Железногорск) для разработки специализированных высокоскоростных систем технического зрения, а также в учебном процессе на факультете инновационных технологий Национального исследовательского Томского государственного университета.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Результаты работы открывают перспективу развития нового направления в области высокоскоростной обработки изображений, а также перспективу разработки междисциплинарных методов и основ создания новых устройств получения, обработки и анализа цифровых изображений. Результаты диссертационного исследования могут быть применены в системах управления, обработке радиолокационных сигналов и высокопроизводительных вычислениях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

полученные результаты *подтверждаются* строгими математическими выводами и вычислительными экспериментами, результатами имитационного моделирования;

согласованность результатов с имеющимися данным в отечественной и зарубежной литературе.

Научная новизна результатов исследования заключается в том, что:

разработан принцип процесса обработки изображений на перестраиваемых вычислительных средах, отличающийся от известных решений тем, что ориентирован на выполнение задач на низком аппаратном уровне в базисе логических функций «И, ИЛИ, НЕ», причем информация о каждом пикселе исходного изображения поступает на соответствующий отдельный элементарный вычислитель, обладающий динамической перестраиваемостью, что позволяет достичь высокого быстродействия в выполнении данных задач. Разработанная специализированная методика позволяет синтезировать алгоритмы обработки и анализа изображений для их аппаратного выполнения на перестраиваемых вычислительных средах;

созданы алгоритмы морфологической обработки бинарных и полутоновых изображений, ориентированные на аппаратное выполнение на вычислителях параллельно-конвейерного типа, отличающиеся тем, что принцип «скользящего окна» реализуется посредством межъячейстных коммутационных связей перестраиваемой вычислительной среды, что позволяет обрабатывать всё исходное изображение целиком за 1 такт работы элементарного вычислителя для операций «Расширение» и «Сжатие», за 2 такта – для операций «Открытие» и «Закрытие» вне зависимости от размера обрабатываемого изображения;

создан алгоритм семантической сегментации бинарного изображения на объекты классов «Угол», «Край», «Шум», ориентированный на аппаратное выполнение на вычислителях параллельно-конвейерного типа, отличающийся тем, что классификации подлежит каждый пиксель исходного изображения с присвоением кода, при этом принцип «скользящего окна» реализуется посредством межъячейстных коммутационных связей перестраиваемой вычислительной среды, что позволяет обрабатывать всё исходное изображение целиком за 1 такт работы элементарного вычислителя вне зависимости от размера обрабатываемого бинарного изображения;

разработан алгоритм подсчета площади объекта на бинарном изображении, ориентированный на аппаратное выполнение на вычислителях параллельно-конвейерного типа, отличающийся реализацией логической схемы полного сумматора девяти многоразрядных двоичных чисел, при этом принцип «скользящего окна» реализуется посредством межъячейстных коммутационных связей перестраиваемой вычислительной среды, что позволяет выполнить алгоритм за $k = \log_3 m$ такта работы элементарного вычислителя, где m – размер исходного квадратного изображения, кратный 3.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении всех результатов диссертационного исследования, подготовке публикаций и личном участии в апробации работы.

Диссертация соответствует критериям, предусмотренным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно обоснованные

алгоритмы обработки изображений при помощи вычислителей с архитектурой параллельно-конвейерного типа, имеющие значение для развития цифровой обработки изображений.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На заседании 29.12.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить **Шашеву Д.В.** ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета



Поддубный Василий Васильевич

Скворцов Алексей Владимирович

29 декабря 2016 г.