

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.437.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.09.2023 года, № 55

О присуждении Сурину Владимиру Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Математическое моделирование фильтрации контрастных изображений на основе обобщенного метода наименьших модулей» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 30 июня 2023 года (протокол заседания № 55/п) диссертационным советом 24.2.437.05, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76, приказ от 11 апреля 2012 года № 105/нк.

Соискатель Сурин Владимир Анатольевич, 29 октября 1988 года рождения, в 2012 г. окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) по направлению бакалавриата «Информатика и вычислительная техника». В 2014 г. В.А. Сурин с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский

университет) по направлению магистратуры 231000 «Программная инженерия». В 2018 г. окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» по направлению аспирантуры 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Соискатель работает старшим преподавателем кафедры прикладной математики и программирования, инженером-конструктором научной лаборатории «Ракеты-носители, космические и беспилотные летательные аппараты» в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной математики и программирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Тырсин Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и механики, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Официальные оппоненты:

– Гергет Ольга Михайловна, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение информационных технологий, профессор;

– Шлеймович Михаил Петрович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ», кафедра автоматизированных систем обработки информации и управления, заведующий кафедрой, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, в своем положительном отзыве, подписанном Столбовым Валерием Юрьевичем, доктором технических наук, профессором, кафедра вычислительной математики, механики и биомеханики, заведующим кафедрой; Федосеевым Сергеем Анатольевичем, доктором технических наук, профессором, кафедра вычислительной математики, механики и биомеханики, профессором, и утвержденном Швейкиным Алексеем Игоревичем, доктором физико-математических наук, доцентом, проректором по науке, указала, что полученные результаты развивают численные методы и адаптируют обобщенный метод наименьших модулей для применения в цифровых изображениях. Использование функции потерь с варьированием параметров позволяет адаптироваться под изменения характеристики изображения в каждой локальной области. Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, рекомендуется использовать для развития методов обработки изображений и исследовании применимости полученного фильтра при решении практических задач, таких как обработка полученных со спутника изображений, восстановление изображений и других задач. Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод о том, что диссертация Сурина Владимира Анатольевича на тему «Математическое моделирование фильтрации контрастных изображений на основе обобщенного метода наименьших модулей» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, теоретической и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития области технического зрения. Диссертационная работа соответствует пп. 9 – 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Сурин Владимир Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 23 опубликованные научные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ. Среди которых 4 статьи в ведущих рецензируемых научных

журналах, рекомендованных ВАК РФ, 3 статьи, индексируемые базами Scopus и Web of Science, получено 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. В диссертацию включены результаты, полученные автором лично, авторский вклад составляет 125 стр. (7,8 п.л.).

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают ее основные положения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Сурин, В.А. Модель нелинейного фильтра для цифровой обработки контрастных изображений / В.А. Сурин, А.Н. Тырсин // Автометрия. – 2018. – Т. 54, № 2. – С. 54-62. (8 с. / 7 с.)

2. Surin, V. A. Nonlinear filtering of noisy contrast images based on the generalized method of the least absolute values / V. A. Surin, A.N. Tyrsin // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2018. – Vol. 5, № 2. – P. 58-69. (12 с. / 11 с.)

3. Сурин, В.А. Применение обобщенного метода наименьших модулей в задачах обработки и анализа изображений/ В.А. Сурин, А.Н. Тырсин // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2020. – № 2. – С. 45-55. (11 с. / 10 с.)

4. Сурин, В.А. Об обработке зашумленных контрастных изображений / В.А. Сурин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. – 2021. – Т. 13, № 1. – С. 14-21.

5. Tyrsin, A.N. Non-Linear Filtering of Images on the Basis of Generalized Method of Least Absolute Values / A.N. Tyrsin, V.A. Surin // CEUR Workshop Proceeding. – 2014. – Vol. 1197. – P. 41–47. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1197/paper7.pdf> (7 с. / 2 с.)

6. Surin, V. A. Research of properties of digital noise in contrast images / V. A. Surin, A. N. Tyrsin // CEUR Workshop Proceeding. – 2016. – Vol. 1710. – P. 340–348. – URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1710/paper34.pdf> (9 с. / 7 с.)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Костоусова Виктора Борисовича, кандидата физико-математических наук, доцента, ведущего научного сотрудника, заведующего отделом прикладных проблем управления, федеральное государственное бюджетное учреждение

науки Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук. Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1) работа посвящена обработке «цифровых контрастных изображений», однако четкого определения, какое изображение надо считать контрастным не приводится; 2) в работе приведен алгоритм для устранения яркостного шума, но не сказано, каким образом подавляется цветовой шум; 3) мерой эффективности фильтрации служит среднее линейное отклонение яркостей идеального и обработанного изображения, но в RGB изображении имеется три компоненты яркости и не сказано, как это учитывается.

2. Якубовского Юрия Евгеньевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой прикладной механики, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет». Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1) в автореферате не раскрыты шаги 2 и 3 алгоритма фильтрации изображений; 2) имеются замечания, носящие технический характер, например, на стр. 9 в формуле 1 обозначение a – это искомый сигнал, а в формуле 2 тот же символ – это параметр функции потерь.

3. Симонова Константина Васильевича, доктора технических наук, ведущего научного сотрудника отдела Вычислительной механики деформируемых сред Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1) неясно, какие критерии были использованы при выборе предложенной в работе функции потерь, если учесть, что потребовалась ее модификация, не будут ли другие функции эффективнее с учетом использования предложенных параметров; 2) в автореферате не указано, почему качество подавления шумов оценивается как среднее линейное отклонение яркости пикселей, прошедших фильтрацию, от исходного не зашумленного сигнала вместо более привычной метрики «пикового соотношения сигнал/шум».

4. Краковского Юрия Мечеславовича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Информационные системы и защита информации», федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения». Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1) математическая модель изображения представлена в упрощенном виде и представлена как двумерная дискретная последовательность, без указания, что каждый элемент может быть составным; 2) в формуле (3) расчёта меры эффективности фильтрации (стр. 10) используется обозначение n – количество всех пикселей в изображении, в то же время в формуле математической модели сглаживания для общего случая обозначение n – один из размеров прямоугольной матрицы изображения.

5. Ключко Владимира Константиновича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры автоматики и информационных технологий в управлении, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина». Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1) в работе имеются сравнительные характеристики эффективности предложенных решений в цифре и их желательно было включить в положения, выносимые на защиту; 2) используемая мера эффективности фильтрации формулы (3) автореферата в определенной степени отражает критерий фильтрации формулы (1) и поэтому результаты моделирования выигрышны с позиции данного критерия, вместе с тем в цифровой обработке изображений известен ряд апробированных критериев качества изображений; 3) в заключении желательно было указать перспективы работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и ряд ученых из ведущей организации являются специалистами высокого уровня в области математического моделирования фильтрации изображений, численных методов в задачах обработки и анализа изображений и создания систем компьютерного моделирования и комплексов программ для решения технических задач обработки и анализа изображений, что подтверждается представленными публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый численный метод моделирования фильтрации зашумленных контрастных изображений на основе обобщенного метода наименьших модулей, позволяющий учитывать характеристики обрабатываемого изображения для более точной подстройки фильтрации в каждой локальной области обрабатываемого изображения; **предложено** использовать два параметра функции потерь для более гибкой настройки фильтрации под характеристики обрабатываемого изображения; **показана** перспективность практического применения предложенных алгоритмов фильтрации зашумленных изображений на основе имитационного и компьютерного моделирования; **введены** понятия контрастности перепада и уровня шума применительно к цифровым зашумленным изображениям.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказана** негауссовость распределения шума в цифровых контрастных изображениях; **применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** методы статистических испытаний Монте-Карло, методы имитационного и компьютерного моделирования; **изложены** основные этапы метода моделирования фильтрации зашумленных контрастных изображений и оптимизационного алгоритма нахождения параметров модели нелинейной фильтрации; **раскрыты** возможности разработанного численного метода обработки контрастных изображений для восстановления контрастных границ и повышения контраста в изображениях; **изучены** область эффективной применимости разработанного метода в зависимости от характеристик контрастного изображения, свойства шума в цифровых контрастных изображениях и причина возникновения его негауссовости; **проведена модернизация** обобщенного метода наименьших модулей применительно к фильтрации зашумленных контрастных цифровых изображений.

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

разработаны кроссплатформенный комплекс проблемно-ориентированных программ для фильтрации цифровых контрастных изображений в широких диапазонах контрастности перепада и уровня шума, системы имитационного и компьютерного моделирования для проведения вычислительных экспериментов и исследования эффективности предложенных алгоритмов; **определена** область

применимости разработанного метода обработки контрастных изображений в зависимости от их характеристик; **созданы** универсальный оптимизационный алгоритм нахождения параметров модели нелинейной фильтрации, позволивший установить закономерности их изменения в зависимости от локальных характеристик цифрового изображения; алгоритм построения области эффективной применимости разработанного метода в зависимости от характеристик контрастного изображения; **представлены** результаты вычислительных экспериментов и решения практических задач в области медицины и компьютерного зрения, верификация полученных результатов методами имитационного и компьютерного моделирования, показавшая эффективность разработанных алгоритмов и методов в рамках фильтрации зашумленных контрастных изображений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на методах цифровой обработки изображений, методах математического и имитационного моделирования и математической статистики; **идея** базируется на обобщении робастного статистического анализа данных применительно к методам моделирования цифровой обработки изображений и анализе результатов вычислительных и натурных экспериментов; **использованы** значения отклонений полученных оценок от точного решения в рамках верификации разработанных алгоритмов; **установлено** соответствие результатов, полученных при решении практических задач на реальных данных, результатам численного эксперимента на модельных данных; **использованы** современные компьютерные технологии при моделировании и цифровой обработке зашумленных цифровых контрастных изображений.

Личный вклад соискателя состоит в проведении анализа степени разработанности проблемы, развитии обобщенного метода наименьших модулей, разработке методов фильтрации контрастных изображений, их реализации в программном комплексе, проведении вычислительных и натурных экспериментов, обработке и интерпретации данных натурных экспериментов, апробации результатов исследования и решении практических задач из различных областей знаний, написании программ и программных комплексов, проведении вычислительных экспериментов и верификации предложенных методов, разработке рекомендаций использования результатов, апробации

научных результатов, подготовке публикаций по теме исследования, оформлении текста диссертации.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на разработку новых вычислительных методов фильтрации контрастных изображений, реализации их в виде комплекса проблемно-ориентированных программ, направленных на решение практических задач; разработку систем компьютерного и имитационного моделирования для проведения вычислительных экспериментов. Диссертационная работа содержит оригинальные результаты одновременно из нескольких областей – математического моделирования, численных методов, комплексов программ; предлагаемые методы могут быть использованы в различных предметных областях.

По своему содержанию диссертация соответствует специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки), в части разработки, обоснования и тестирования эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий (п. 2); в части реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента (п. 3); в части разработки систем компьютерного и имитационного моделирования, алгоритмов и методов имитационного моделирования на основе анализа математических моделей (п. 6).

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: натурный эксперимент был проведен только на одной конкретной модели фотоаппарата; не приведено сравнение эффективности разработанного алгоритма на часто используемых изображениях при анализе других алгоритмов фильтрации шума.

Соискатель Сурин В.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию полученных научных теоретических и прикладных результатов в части разработки методов и алгоритмов фильтрации контрастных изображений на основе обобщенного метода наименьших модулей.

На заседании 29 сентября 2023 года диссертационный совет принял решение: за решение актуальной научной задачи по разработке новых численных

методов и алгоритмов фильтрации контрастных изображений на основе обобщенного метода наименьших модулей, которые позволят не только проводить подавление шумов в цифровых контрастных изображениях, но решать ряд других прикладных задач, таких как восстановление контрастных границ в расфокусированных и смазанных изображениях, повышение контраста в низко контрастных изображениях присудить Сурину В.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 14, «против» – 0.

Председатель

диссертационного совета

Шестаков Александр Леонидович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Манакова Наталья Александровна

Дата оформления заключения 29 сентября 2023 г.

