

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.015.14  
НА БАЗЕ ФГАОУ ВО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 8 июня 2016 г. № 10

О присуждении Кавиевой Евгении Сергеевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы и алгоритмы субпиксельной обработки цифровых изображений» по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики принята к защите 17 февраля 2016 г., протокол № 5 диссертационным советом Д 212.015.14 на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (308015, Белгород, ул. Победы, 85; Совет создан 12.10.2015 г. приказом № 1240/нк).

Соискатель Кавиева Евгения Сергеевна 1988 года рождения, в 2010 году окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный университет». В 2013 году окончила очную аспирантуру по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

В 2015 году Кавиева Е.С. пересдала кандидатские экзамены и получила соответствующую справку о сдаче кандидатских экзаменов по специальности 05.13.17 - «Теоретические основы информатики». Справка № 145, выдана в ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».

В настоящее время работает учителем информатики в муниципальном бюджетном общеобразовательном учреждении «Гимназия №2» города Белгорода.

Диссертация выполнена на кафедре информационно-телекоммуникационных систем и технологий института инженерных технологий и естественных наук НИУ «БелГУ».

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, доцент **Блажевич Сергей Владимирович** работает в должности профессора кафедры информатики, естественнонаучных дисциплин и методик образования факультета математики и естественнонаучного образования педагогического института НИУ «БелГУ».

**Официальные оппоненты:**

**Сирота Александр Анатольевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

**Юдин Дмитрий Александрович** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Техническая кибернетика» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», г. Курск, в своем положительном заключении, подписанном Атакищевым Олегом Игоревичем, профессором кафедры программной инженерии, проректором по перспективным исследованиям, д. т. н., профессором; Малышевым Александром Васильевичем, и. о. заведующего кафедрой программной инженерии, к.т.н., доцентом; Павловой Юлией Петровной, секретарем кафедры программной инженерии, утвержденном Добросердовым Олегом Гурьевичем, проректором по научной работе, к.т.н., с.н.с., указала, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842 и соответствует паспорту специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики, а ее автор Кавиева Евгения Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации, из них 4 работы опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ. Наиболее значимые работы:

1. Блажевич С.В., Синтез матрицы двумерного изображения со сверхразрешением / С.В. Блажевич, Е.С. Селютина // Журнал «Научные ведомости БелГУ» - Белгород, «Белгород», 2012. – номер 23 (142), выпуск 29, С. 38-49.

2. Блажевич С.В., Синтез цифровых изображений субпиксельного уровня разрешения с использованием расфокусировки / С.В. Блажевич, В.Н. Винтаев, Е.С. Селютина, Н.Н. Ушакова // Сб. науч. ст. Техническое зрение в системах управления – М.: Москва, «Ротапринт ИКИ РАН», 2012. С.127-137.

3. Блажевич С.В., / К вопросу о методах повышения качества цифровых изображений / С.В. Блажевич, Е.С. Селютина // Журнал «Научные ведомости БелГУ» – Белгород, «Белгород», 2015. – №11(208), выпуск 39, стр. 208-222

4. Блажевич С.В., / Повышение разрешения цифровых изображений с использованием субпиксельного сканирования / С.В. Блажевич, Е.С. Селютина // Журнал «Научные ведомости БелГУ» - Белгород, «Белгород», 2014. – номер 5 (176), выпуск 34, С. 186-190.

5. Блажевич С.В., Повышение разрешения цифровых изображений с использованием субпиксельного сканирования / С.В. Блажевич, Е.С. Селютина // Журнал Научный аспект – Самара, «Инсома-пресс», 2013. – выпуск №1, С. 204-211.

6. Блажевич С.В., Выбор исходных цифровых космических изображений для синтеза изображения участка поверхности Земли, представляемого в цифровой форме пикселями с существенно меньшей апертурой / С.В. Блажевич, В.Н. Винтаев, Е.С. Селютина, Н.Н. Ушакова // Сб. науч. ст. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса – М.: Москва, «ДоМира», 2011. – том 8, номер 4, С. 39-47.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные):

1. ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск (Ведущая организация). Подписали: Атакищев Олег Игоревич, профессор кафедры программной инженерии, проректор Юго-Западного государственного университета по перспективным исследованиям, д. т. н., профессор, Малышев Александр Васильевич,

и.о. заведующего кафедрой программной инженерии, к.т.н., доцент, Павлова Юлия Петровна, секретарь кафедры программной инженерии. Утвердил: Добросердов Олег Гурьевич, проректор по научной работе, к.т.н., с.н.с.

Замечания:

1. В работе не нашли свое отражение методы индикации относительных субпиксельных сдвигов различных изображений одного и того же объекта
2. Недостаточно проработан вопрос устойчивости алгоритмов синтеза, разработанных автором диссертации.
3. В рассматриваемых в работе вычислительных экспериментах и примерах программного обеспечения соискатель работает с уже полученными цифровыми изображениями, то есть с файлами данных. В предлагаемых методах с масками повышение разрешающей способности осуществляется посредством технических решений: использования диафрагм. В материалах диссертации отсутствуют сведения о технической реализации предлагаемого метода.

2. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж. Сирота Александр Анатольевич, заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации, д.т.н., профессор (Официальный оппонент).

Замечания:

1. В работе рассмотрены только идеальные условия решения задачи сверхразрешения и не исследованы вопросы оценивания относительных субпиксельных сдвигов различных изображений одного и того же объекта, а также влияния ошибок оценивания на эффективность свехразрешения. Такое же замечание касается других используемых в моделях параметров, например, степени расфокусировки изображений.
2. В используемых моделях получения сверхразрешения отсутствуют шумы регистрации, что не позволяет сделать вывод об эффективности предложенных алгоритмов в условиях низких и умеренных отношениях сигнал-шум. Трудно оценить качество работы алгоритмов в условиях импульсных шумов, а также возможность совмещения предлагаемых алгоритмов с алгоритмами масочной и медианной фильтрации шумов.
3. В диссертации отсутствует количественное сравнение полученных алгоритмов с известными, представлены только качественные соображения.

4. Чтение работы сильно затрудняет используемый автором подход для описания алгоритмов в виде фрагментов программного кода в Mathcad. Было более правильным и корректным по отношению к читателю текста диссертации привести алгоритмы полностью в математической форме, дополненной рисунками в виде стандартной блочной формы, либо в виде псевдокода.
5. Отдельные материалы обзорной главы перегружены, в них много известных и тривиальных рассуждений.

3. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород. Юдин Дмитрий Александрович, ст. преподаватель кафедры технической кибернетики, к.т.н. (Официальный оппонент).

Замечания:

1. В Диссертации отсутствует численная мера оценки качества работы предлагаемых алгоритмов субпиксельной обработки изображений, эффективность алгоритмов оценивается только визуально.
2. Из диссертации неясно насколько экономически обосновано и технически реализуемо применение специальной маски (описанной в разделе 3.1), имеющей решетку диафрагм, которая должна устанавливаться перед фотоматрицей камеры (матрицей детекторов).
3. Блок-схема алгоритма на рис. 2.4 выполнена некорректно и не соответствует правилам выполнения схем алгоритмов, программ данных и систем, изложенным в ГОСТ 19.701-90.
4. В ходе анализа источников автором не рассмотрены существующие в России и мире патенты по теме диссертации.
5. На странице 65 диссертации указана ссылка на приложение 1, которого нет в диссертации.
6. В диссертации отсутствуют подписи некоторых рисунков (например, рисунков 1.1, 1.4, 2.2., 2.3, 2.5-2.10, 2.14-2.16, 3.1, 3.2., 3.5, 3.12, 3.13), отсутствуют заголовки в таблицах.

4. ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» г. Ростов-на-Дону. Подписал: Наседкин Андрей Викторович, главный научный сотрудник, заведующей кафедрой математического моделирования Института математики, механики и компьютерных

наук им. И.И. Воровича Южного федерального университета, д.ф.-м.н., профессор.  
Заверила: Поленова Е.Ю., ведущий специалист по работе с персоналом.

Замечания:

1. В автореферате недостаточное внимание уделено описанию математической модели процессов регистрации изображений и синтеза изображения высокого разрешения.
2. В работе слабо отражен вопрос о влиянии шумов на результаты синтеза цифровых изображений, которые могут в значительной степени ограничить возможности предлагаемых методов.

5. ФГБУН Институт космических исследований Российской академии наук, г. Москва. Подписал: Гришин Владимир Александрович, с.н.с. отдела 71, к.т.н., доцент.  
Заверил: Захаров Александр Валентинович, ученый секретарь, д. ф.-м. н.

Замечания:

1. Предложенный закон сканирования требует субмикронных точностей перемещений. Однако реальные приводы и конструктивная реализация механизмов перемещения характеризуются не только конечной точностью перемещений, но и допустимыми величинами паразитных угловых разворотов, а также прогибов маски и т. п. В работе отсутствует анализ влияния этих параметров.
2. Отсутствуют оценки скорости накопления ошибок синтеза изображений высокого разрешения, которые ограничивают применимость метода. Отсутствуют оценки обусловленности матриц уравнений, к которым сводится краевая задача восстановления изображения высокого разрешения.
3. Нет оценок влияния разброса как интегральной чувствительности пикселей, так и неравномерности чувствительности по площади пикселей.
4. В случае сканирования маской, размещенной в фокальной плоскости оптической системы, отсутствуют оценки влияния дифракционных эффектов. Например, в процессах фотолитографии влияние дифракционных эффектов весьма велико.
5. В случае сканеров, размещаемых на борту космических аппаратов, достаточно сложно обеспечить синхронное перемещение потока изображения по длине всех линеек. Отсутствуют оценки влияния рассогласования потока изображения по длине линеек на точность восстановления изображения большего разрешения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается большим опытом работы и публикациями Сироты А.А., Юдина Д.А. и представителей ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» в областях, соответствующих паспорту специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

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

**разработана** новая научная идея получения изображений с разрешением, превышающим разрешение аппаратуры съемки;

**предложен** оригинальный подход к получению изображения высокого разрешения путем специального формирования и последующей субпиксельной обработки набора исходных изображений низкого разрешения;

**доказана** эффективность использования маскирования при съемке группы входных изображений для обеспечения синтеза изображения высокого разрешения без накопления ошибок.

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

**доказаны** положения, вносящие вклад в расширение представлений о методах сверхразрешения, а именно:

принципы метода субпиксельного сканирования изображений, обеспечивающего создание краевых условий, доопределяющих задачу синтеза изображения высокого разрешения;

метод маскирования изображения с целью использования расфокусировки изображения для повышения разрешения цифрового изображения.

**Применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы компьютерного моделирования процессов формирования и обработки цифровых изображений, в том числе методы линейной алгебры, численные методы решения систем разностных уравнений;

**изложены** аргументы для обоснования предлагаемых в диссертации методов повышения разрешения цифрового изображения, а также алгоритмы и компьютерные программы для их реализации;

**раскрыты** связи между элементами матриц, представляющих группу исходных цифровых изображений, с элементами матрицы синтезируемого изображения высокого разрешения;

**изучены** возможности повышения эффективности методов обработки цифровых изображений;

**проведена модернизация** методов повышения пространственного разрешения цифровых изображений, основанных на субпиксельной обработке.

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

**разработаны и внедрены** новые методы и алгоритмы субпиксельной обработки цифровых изображений высокого разрешения, позволяющие получать изображение с разрешением, превосходящим разрешение аппаратуры съемки;

**определены** перспективы практического использования теории при решении задач мониторинга земной поверхности с использованием аэрокосмических изображений;

**созданы** программные средства, реализующие разработанные алгоритмы субпиксельной обработки изображений;

**представлены** рекомендации по дальнейшему совершенствованию разработанных методов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**Для экспериментальных работ**

Результаты получены с использованием известных технических характеристик существующих матриц детекторов;

**теория** построена на известных и проверенных данных с использованием апробированного математического инструментария на известных принципах кодирования и обработки цифровых изображений;

**идея базируется** на анализе известных подходов и обобщении передового опыта работы с пространственными характеристиками цифровых изображений;

**использованы** оригинальные методы формирования наборов исходных изображений, обеспечивающие однозначность решения задачи синтеза цифрового изображения высокого разрешения;

**установлено** отсутствие противоречий результатов диссертационного исследования известным положениям теории и практики обработки изображений;



**использованы** современные методики формирования и обработки исходной информации на основе моделирования и вычислительных экспериментов в среде математического программного пакета MathCad.

**Личный вклад соискателя состоит** в непосредственном участии на всех этапах диссертационного исследования, а именно: в поиске и анализе публикаций по теме исследования, разработке методов и алгоритмов синтеза изображений со сверхразрешением; программной реализации разработанных алгоритмов; подготовке научных результатов к опубликованию и апробации полученных результатов на всероссийских научно-технических конференциях.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи (проблемы) и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследований, непротиворечивостью методологической платформы, взаимосвязью выводов.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842.

Диссертационный совет Д 212.015.14 при ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» на заседании 08.06.2016 г. принял решение присудить Кавиевой Евгении Сергеевне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 9 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета  
Д 212.015.14, д-р техн. наук, профессор

Н.И. Корсунов

Ученый секретарь диссертационного совета  
Д 212.015.14, к-т техн. наук

А.Г. Жихарев



8 июня 2016 г.