

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.217.07, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРА-
ЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2019 г. № 9
о присуждении МАРТЕМЬЯНОВУ Борису Викторовичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Теоретические основы и методология построения информационно-измерительных систем идентификации параметров движения изображений» по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (технические системы)» принята к защите 25 сентября 2019 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 212.217.07, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, приказом Минобрнауки РФ 16.11.2017 г. № 1119/нк.

Соискатель, Мартемьянов Борис Викторович, 1951 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Методы растровой визуализации пространственных объектов в системах геометрического моделирования» по специальности 05.01.01 – «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» защитил в 1996 году в диссертационном совете К 064.09.02, созданном на базе Нижегородской государственной Архитектурно-строительной Академии, работает доцентом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре «Вычислительная техника» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Минобрнауки РФ.

Научный консультант – доктор технических наук Кузнецов Павел Константинович, ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», кафедра «Электропривод и промышленная автоматика», профессор.

Официальные оппоненты:

ЕРЕМЕЕВ Виктор Владимирович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет», НИИ обработки аэрокосмических изображений («Фотон»), директор;

ТАШЛИНСКИЙ Александр Григорьевич, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ульяновский технический университет», кафедра «Радиотехника», ведущий кафедрой;

ФУРСОВ Владимир Алексеевич доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кафедра «Суперкомпьютеры и общая информатика», заведующий кафедрой. дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (г. Москва) в своем положительном отзыве, подписанном начальником подразделения 3600, д.т.н., проф., член-корреспондентом РАН Себряковым Германом Георгиевичем и утвержденном первым заместителем генерального директора – исполнительным директором, академиком РАН Желтовым Сергеем Юрьевичем, указала, что диссертация Мартемьянова Б.В. является завершенной научно-квалификационной работой, соответствующей специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (технические системы)», вносящей значительный вклад в развитие метода функционализации параметров изображений и демонстрирующей научные и практические достижения мирового уровня. Представленная к защите диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Мартемьянов Борис Викторович, достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.16 – «Информационно-измерительные и управляющие системы (технические системы)».

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени. Соискатель имеет 88 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 38 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 12 работ, в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и WoS – 3 работы. Соискатель имеет патент на изобретение и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также 3 акта использования научных результатов докторской диссертации в ГНИ РКЦ «ЦСКБ-Прогресс» г. Самара

Заключение содержит следующие замечания: 1) Не определены требования к свойствам основного функционала, используемого в предложенном методе совмещения изображений. 2) Регулярные обобщенные функции, используемые при построении основного функционала, «сглаживают» исходные данные. Не оценено, каким образом такое сглаживание влияет на достоверность восстановления оптического потока в точках его разрыва. 3) Не рассмотрен вопрос о возможности построения предложенным методом плотного, без пропусков, оптического потока. 4) Не рассмотрена проблема восстановления оптического потока при наличии затенения, окклюзий объектов в совмещаемых изображениях. 5) В п.п 5.2 диссертации параметры смаза определяются не прямо по изображению, а косвенно, по условиям съемки. Следовало бы провести сравнение результатов «прямого» и «косвенного» определения параметров смаза.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Kuznetsov, P. K., Identification of the spatial motion kinematic parameters for a passive space vehicle by its image analysis/ P. K. Kuznetsov, B.V. Martemyanov // AIP Conference Proceedings. – 2018. – V. 2046. – P. 020054. doi: 10.1063/1.5081574. (Соискателю принадлежит методика восстановления параметров относительной ориен-

тации пассивного тела на основе анализа оптического потока изображений, получаемых от сторонней видеосистемы. Объем 0,64 п.л.)

2. Kuznetsov, P. K. New Method of Optical Flow Evaluation / P. K. Kuznetsov, B.V. Martemyanov // Proc. 24th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems 29 - 31 May 2017. - Saint Petersburg, Russia. - 2017. P. 27-31. (Соискателем предложена методика построения псевдо-дифференцирующего функционала для восстановления оптического потока. Разработаны алгоритмы и программное обеспечение, использованное при проведении экспериментов, подтверждающих основные научные положения, изложенные в статье. Объем 0,42 п.л.)

3. Anshakov, G.P. and other. Recovery of Non-Visual Data From Images Acquired by Land-Survey Satellites/ G.P. Anshakov, G.N. Myatov, A.A. Yudakov, P. K. Kuznetsov, B.V. Martemyanov// Proc. 25th Anniversary Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems 28 - 30 May 2018. - Saint Petersburg, Russia. - 2018. - P. 480-487. (Соискателем получены результаты извлечения из видеоданных оценки параметров колебаний фокальной плоскости телескопа космического аппарата, угловой скорости его движения. Объем 0,76 п.л.)

4. Мартемьянов Б.В. Метод отождествления многоматричной видеокамеры с полученными ею снимками / Б.В. Мартемьянов // Информационно-управляющие системы. – Санкт-Петербург. - №6 (55). - 2011. – С.11-15. (Объем 0,39 п.л.)

5. Кузнецов, П.К., Техническое зрение подвижных объектов. Метод анализа поля скоростей динамического изображения / П.К. Кузнецов, Б.В. Мартемьянов, В.И. Семавин // М.: Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2014. - №1. - С. 3-9. (Соискателем разработана методика анализа поля скоростей динамического изображения, использующая идею функционализации параметров изображений. Объем 0,63 п.л.)

6. Кузнецов, П.К. Техническое зрение подвижных объектов. Совмещение изображений как динамический процесс/ П.К. Кузнецов, Б.В. Мартемьянов, В.И. Семавин // М.: Вестник компьютерных и информационных технологий. –2014. - №2. - С. 3-10. (Соискателем проведен анализ динамических свойств им итерационного процесса совмещения изображений. Объем 0,49 п.л.)

7. Кузнецов, П.К. Техническое зрение подвижных объектов. Методика совмещения изображений, полученных при наблюдении с подвижного основания / П.К. Кузнецов, Б.В. Мартемьянов, А.В. Ращупкин // М.: Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2014. - №3. - С.10-17. (Соискателю принадлежит идея построения нелинейного функционала в методе совмещения изображений, полученных при наблюдении с подвижного основания. Объем 0,72 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы официальных оппонентов.

В отзыве официального оппонента д.т.н., профессора Еремеева В.В. содержатся замечания: 1) В название диссертации внесен очень важный объект исследований – методология идентификации параметров движения изображений на основе метода функционализации. Это обязывает к глубокому качественному и количественному анализу в части сопоставления известных альтернативных методов совмещения изображений по

скорости, точности, надежности, области применения, а также к необходимости более глубокого обоснования верности положений, вынесенных на защиту. 2) В работе значительное внимание уделено использованию метода функционализации для решения задачи прецизионной «сшивки» полос изображений от многоматричных видеодатчиков (п. 2.5, п. 5.4). Однако не представлена аналитическая модель этого процесса, определяющая для каждого пикселя «сшитого» изображения точные координаты фотоприемника в фокальной плоскости видеодатчика. 3) Для оценки точности «сшивки» полос в работе предложена модель искажения зон их перекрытия в виде затухающих гармонических колебаний (формула 2.36, стр. 88). Адекватность этой модели вызывают некоторые сомнения. Во-первых, в модели использовался период колебаний, равный 50000 строк, а на реальных снимках он значительно короче. Во-вторых, модель не включает имитации параллактических искажений, которые обусловлены влиянием рельефа, имеют сложный случайный характер и приводят к ощутимым смещениям пикселей зон перекрытия в кадровом направлении. 4) Без внимания остался вопрос учета неточности положения ПЗС-матриц в фокальной плоскости. 5) В диссертации и автореферате имеются стилистические ошибки.

В отзыве официального оппонента д.т.н., профессора Ташлинского А.Г. имеются замечания: 1) Автор выделяет (стр. 8) только две группы методов привязки изображений: взаимно-корреляционные и градиентные методы. Эта классификация, учитывая разнообразие мер подобий изображений, вероятно, неполная. 2) Утверждение автора, что работоспособность градиентных методов сохраняется только при малых скоростях движения, составляющих единицы шага сетки отсчетов смещения фрагмента изображения за межкадровый период (стр. 22), весьма спорно. 3) Из работы и публикаций (все, кроме двух 2009 и 2011 года, в соавторстве) не ясно, какие именно направления исследований предложил соискатель. 4) Отсутствует сравнительный анализ результатов решений, полученных автором, с результатами известных альтернативных подходов и методов. Это касается и модифицированного метода функционализации, и методики высокоточной привязки изображений, и методики оценки пространственной динамики фокальной плоскости и способов определения параметров смаза по условиям съемки. 5) Регулярные обобщенные функции, лежащие в основе основного функционала, дают своеобразный эффект сглаживания исходного изображения, вероятно влияющий и на точность восстановления оптического потока. Это влияние, в частности при наличии окклюзий, в работе не исследовано. 6) Относительно «апертурной проблемы» и достоверности привязки в окрестности точек разрыва оптического потока автор делает вывод (п. 2.4.2) о том, что до сих пор не существует общих эффективных способов ее точного решения. Но их и не может быть в принципе из-за ограниченности информации. Можно, в лучшем случае, оценить достоверность получаемой погрешности. 7) Предположение (п. 2.4.4), что величины \tilde{F}_x^i и \tilde{F}_y^i , рассматриваемые как случайные функции номера окна анализа в покрытии $\langle D^i \rangle$ не коррелированы, слабо обосновано. 8) Представляла бы интерес разработка конкретной методики учета «скоростной погрешности», вызванная инерционностью обработки: судя по результатам экспериментов (рисунки 2.10, 2.12 и др.) это целесообразно. 9) Формируемая карта диспарантности имеет узлы, которые в

результате ее формирования остаются незаполненными. Представлял бы интерес подход, предполагающий их заполнение с оценкой достоверности спрогнозированных для них векторов. 10) Название диссертации в актах использования научных результатов не соответствует названию диссертации, представленной к защите. 11) Следует отметить некоторые элементы небрежности при подготовке рукописи.

В отзыве официального оппонента д.т.н., профессора Фурсова В.А. указаны замечания: 1) Первая глава диссертации могла бы быть сокращена без ущерба для диссертации. 2) Предложенное уравнение движения изображения (2.3), (2.4) является преобразованием смещения изображения и не охватывает случай вращения и изменения масштаба изображения. 3) Автор характеризует число обусловленности матрицы формулой (2.19), однако обычно под числом обусловленности понимают произведение нормы матрицы на норму обратной к ней матрицы, поэтому в данном случае лучше использовать какое-то иное название. 4) При исследовании вибраций фокальной плоскости космического телескопа амплитуда колебаний дана в пикселях получаемого смаза. Следовало бы привести амплитуду колебаний физического смещения. 5) Не ясны преимущества предлагаемого метода в задачах совмещения изображений при больших начальных смещениях по сравнению с известными алгоритмами, использующими «пирамидальный» пересчет пиксельной сетки изображений. 6) Предложенная процедура оценки относительного положения фоточувствительных матриц в составе ОЭП рассмотрена только для одного, параллельного строкам матриц, направления. Не понятно, как определяется относительное положение матриц в других направлениях. 7) Существуют интернет-базы данных с изображениями реальных сцен с известными (эталонными) движениями содержащихся в них объектов. Желательно было бы протестировать предложенные алгоритмы определения скорости движения изображений на таких эталонах. 8) Обилие аббревиатур затрудняет чтение диссертации.

На автореферат диссертации поступило 12 отзывов

Отзывы содержат следующие основные замечания:

1. Д.т.н., профессор, член-корреспондент РАН Степанов О.А., начальник НОЦ АО «Концерн «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР» (г. Санкт-Петербург): 1) Не оценена погрешность перехода от непрерывного варианта уравнения (16) к конечно-разностному варианту. 2) Материал о случайных характеристиках видеосигнала и помех излагается не достаточно строго: получаемые соотношения типа выражения (14) должны содержать математические ожидания, среднеквадратические отклонения и т.п., а не значения самих величин; говорится об эргодичности пространственно-временных функций (видеосигналов), хотя этот термин относится к временным функциям. 3) Отсутствует учет дивергенции в уравнении оптического потока.

2. Д.т.н., профессор Булатов В.Н., профессор кафедры «Промышленная электроника и информационно-измерительная техника» ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» (г. Оренбург): 1) Не обоснованно использование равномерного закона плотности распределения шума (стр. 26). 2) Пункт 8 положений выносимых на защиту (стр.9) в тексте автореферата сформулирован недостаточно ясно и корректно.

3. Д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Лакеев А.В., «Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН» (г. Иркутск): 1) Не рассмотрена проблема интерполяции оптического потока на зоны изображения, где обобщенная производная равна нулю. 2) Не учтена дивергенция в уравнении оптического потока.

4. Д.т.н., доцент Новиков А.И., кафедра «Электронные вычислительные машины» ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет им. В.Ф. Уткина» (г. Рязань): 1) Не ясна применимость предложенной модели движения изображения к движению вращения. 2) Не учтена дивергенция в уравнении оптического потока. 3) Небрежное оформление обозначений на структуре предлагаемой ИИС.

5. Д.т.н., профессор, Корячко В.П., зав.кафедрой САПР ВС ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет им. В.Ф. Уткина» (г. Рязань): 1) Не рассмотрена проблема восстановления оптического потока в точках его разрыва. 2) Не объяснены преимущества использования различных вариантов составной функции веса основного функционала. 3) Непонятно изложена технология виртуальной подвижки матриц, позволившей, по утверждению соискателя, с высокой точностью оценивать взаимное положение матриц ФПЗС на фокальной плоскости. 4) При моделировании задачи сшивки полос не аргументировано использование равномерного закона распределения шума в изображениях.

6. Д.т.н., профессор Казанский Н.Л., руководитель института систем обработки изображений РАН – филиал ФГУ «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» РАН»: 1) Недостаточно ясно изложена процедура виртуальной коррекции положения фоточувствительных матриц на фокальной плоскости космического телескопа. 2) Следовало указать размерность величин в графике амплитудно-частотной характеристики колебаний фокальной плоскости в единицах перемещения для дальнейшей выработки рекомендаций по улучшению конструкции телескопа. 3) Не проведено сравнение теоретических и экспериментально полученных оценок погрешности совмещения изображений.

7. Д.т.н., профессор Сергеев В.В., генеральный директор АО «Самара-Информспутник» (г. Самара): 1) Не рассмотрены случаи разрывов в оптическом потоке. 2) Недостаточно убедительна мотивация выбора в качестве ядра основного функционала функции пирамидального вида.

8. Д.т.н., профессор Богословский А.В., профессор кафедры «Радиоэлектроника» ФГКВУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж): 1) Не рассмотрены последствия «сглаживания» видеоданных сверткой с регулярной обобщенной функцией. 2) В модели (19) реального видеосигнала не учтены возможные масштабные искажения изображений объектов сцены. 3) В заключение отсутствуют рекомендации по направленности дальнейших исследований и по возможным применениям полученных результатов.

9. Отзыв АО «Ракетно-космический центр «ПРОГРЕСС» (г. Самара), подписанный зам.главного конструктора, д.т.н. Мятовым Г.Н., начальником отдела, к.т.н. Юдаковым А.А. и утвержденный первым заместителем ген. директора-ген. конструктором, д.т.н. Ахметовым Р.Н.: 1) Описание предложенной модели движения изображения (2, 3) не

позволяет судить о ее применимости к случаю изменения масштаба изображения. 2) В автореферате не приведены аналитические оценки области притяжения нулевого решения предложенной в работе итерационной процедуры совмещения изображений. 3) Не охарактеризованы особенности оптического потока изображений, полученных космической съемкой, а именно такие изображения рассматриваются в прикладных задачах диссертации. 4) Решение задачи обнаружения малоразмерных малоскоростных объектов изложено не информативно.

10. Д.т.н., профессор Шарнин Л.М., профессор кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ» (г. Казань): 1) Не рассмотрена применимость разработанного метода к фрагментам изображений, содержащих заслонения (окклюзии) объектов. 2) В процедуре (17) совмещения изображений присутствует коэффициент λ , относительно которого не сформулированы критерии выбора его числового значения. 3) При исследовании задачи сшивки полос изображений моделировался сдвиг полос изображений только в направлении одной координатной оси. 4) Материал, связанный с задачей обнаружения малоразмерных малоскоростных объектов, изложен поверхностно.

11. Д.т.н., профессор Бодин О.Н., профессор кафедры «Информационно-измерительная техника и метрология» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» (г. Пенза): 1) Не обосновано рассмотрение в моделях шума только с равномерным законом плотности распределения. 2) Модель движения изображения (1) и (2) не охватывает случаи масштабирования и движения вращения. 3) Не ясно изложена технология виртуальной подвижки матриц, не показано как она позволяет определять истинные взаимные сдвиги матриц ФПЗС.

12. К.т.н., доцент Чернышов Н.Г., зав.кафедрой «Конструирование радиоэлектронных и микро-процессорных систем» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (г. Тамбов): 1) Не приведена оценка экономической эффективности выполненных исследований. 2) Нет сравнений предложенных методик с передовыми отечественными и зарубежными исследованиями. 3) Нет сведений о стандартных пакетах прикладных программ и типовых информационных технологиях, применяемых автором.

Все отзывы положительные. В отзывах с замечаниями отмечено, что указанные недостатки не снижают научную и практическую значимость результатов и не влияют на общую положительную оценку работы, а диссертация соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Сделано заключение, что Мартемьянов Борис Викторович достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.16 - «Информационно-измерительные и управляющие системы (технические системы)».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой научной компетентностью в области информационно-измерительных систем, математического моделирования в области обработки космических снимков, что подтверждается публикациями в ведущих рецензируемых отечественных и зарубежных науч-

ных изданиях, тематикой и специализацией докторских диссертаций оппонентов и сотрудников ведущей организации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны теоретические основы и методология построения высокоточных информационно-измерительных систем идентификации параметров движения изображений яркостных объектов, настраиваемых на различные постановки задач измерений и специфические характеристики движущихся объектов;

предложены: обобщенная математическая модель динамического изображения; обобщенное уравнение оптического потока; методика вычисления измеримых характеристик изображения на основе использования нормированных нелинейных обобщенных функций со сложным составным ядром; методика высокоточного совмещения разнородных изображений и построения карт диспарантности; универсальная методика оценки погрешности совмещения разнородных изображений; метод дистанционной вибродиагностики фокальной плоскости космического телескопа в условиях орбитального полета;

доказана перспективность использования предложенной математической модели динамического изображения и обобщенного уравнения оптического потока, позволяющих повысить точность и быстродействие обработки информации, для построения алгоритмов и программ высокоточного определения параметров движения изображений яркостных объектов при дистанционном зондировании Земли информационно-измерительными системами;

введены новые понятия:

- измеримые характеристики изображения - характеристики, вычисляемые на подобластях изображения ненулевой меры (площади);
- характеристический вектор многоматричного оптико-электронного преобразователя космического аппарата наблюдения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность предложенных методов, моделей и алгоритмов извлечения измерительной информации из изображений, сформированных космическими аппаратами наблюдения;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы теории информации, теории измерений, дифференциального исчисления, векторного анализа, теории динамических систем, компьютерной графики;

изложена методика построения информационно-измерительных систем высокоточной оценки параметров движения разносектральных, разнояркостных и ракурсно искаженных изображений;

раскрыты возможности предложенного метода функционализации параметров изображений в решении проблемы построения информационно-измерительных систем высокоточного восстановления оптического потока, создаваемого динамическими изображениями, различающимися яркостью, спектральным составом и ракурсом съемки;

изучены: общие закономерности, связывающие изменения параметров изображения с параметрами векторного поля движения изображения (оптическим потоком); влияние характеристик движения изображения на метрологические показатели информационно-измерительной системы идентификации параметров движения изображений:

проведена модернизация информационно-измерительной системы (ИИС) идентификации параметров движения изображений путем введения в структуру системы блоков, численно реализующих предложенные обобщенные математические модели движения изображения и уравнения оптического потока, использование которых привело к повышению точности совмещения изображений вплоть до десятых долей пикселя и увеличению быстродействия, позволяющего реализовывать предложенные алгоритмы определения параметров движения в системах реального времени.

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

разработаны и внедрены: методология построения высокоточных ИИС идентификации параметров движения изображений яркостных объектов, а также методика извлечения из космических изображений не визуальной информации, позволившей определять параметры вибраций фокальной плоскости космических аппаратов наблюдения непосредственно в орбитальном полете;

определены особенности, способы и перспективы практического использования результатов, полученных в диссертационной работе, позволяющих повысить эффективность информационно-измерительных систем для идентификации параметров движения изображений;

создано специальное математическое, алгоритмическое и программное обеспечение, реализующее блоки предварительной обработки видеoinформации и вычисления параметров оптического потока в составе перспективной информационно-измерительной системы идентификации параметров движения изображений;

представлены рекомендации: по проектированию алгоритмов выявления скоростных смазов изображений; по методологии создания систем обнаружения малоразмерных движущихся объектов—и диагностики характеристик оптических телескопов космических аппаратов наблюдения;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ выполнен анализ и приведены результаты решения ряда практических задач идентификации параметров и характеристик движения изображений, отличающиеся повышением точности решений и существенным снижением трудоемкости по сравнению с другими известными методами;

теория построена на базе применения аппарата обобщенных функций к обработке динамических изображений, подтверждается корректным использованием соответствующего математического аппарата, данными компьютерного моделирования, научным обоснованием принятых положений и допущений, подробным анализом и оценкой полученных результатов;

использованы апробированные методики аналитического и компьютерного моделирования при экспериментальной проверке разработанных методов идентификации параметров движения изображений:

установлено соответствие полученных теоретических выводов результатам экспериментов для основного круга задач идентификации параметров движения изображений:

использованы сертифицированные средства проведения экспериментов и апробированные методы сбора и обработки полученной информации для проверки результатов экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит в постановке и решении комплекса основных задач важной научной проблемы построения информационно-измерительных систем идентификации параметров движения изображений. Предложены: обобщенная математическая модель движения изображения, связывающая параметры оптического потока с параметрами перемещения изображения; метод совмещения разнородных (разнояркостных, разноспектральных и ракурсно искаженных) изображений, основанный на использовании конструкции нормированного функционала со сложно-составным ядром; итерационная процедура совмещения, отличающаяся субпиксельной точностью и высоким быстродействием. Постановки всех конкретных частных задач и методик их решения принадлежат соискателю. Соискателем лично создано алгоритмическое и программное обеспечение, реализующее предложенные методики идентификации параметров движения изображений, проведены экспериментальные исследования реальных космических изображений.

В диссертации с единой методологической позиции, основанной на использовании аппарата обобщенных функций, решена важная научная проблема построения высокоточных информационно-измерительных систем идентификации параметров движения изображений, получаемых оптическими системами беспилотных мобильных платформ, имеющая приоритетное значение для развития различных областей науки и техники.

На заседании № 9 от 26 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Мартемьянову Борису Викторовичу ученую степень доктора технических наук по специальности 05.11.16 - «Информационно-измерительные и управляющие системы (технические системы)». При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве «18» человек, из них «8» докторов наук по специальности 05.11.16 - «Информационно-измерительные и управляющие системы (технические системы)», участвовавших в заседании, из «22» человек, входящих в состав совета, проголосовали: за «18», против «нет», недействительных бюллетеней «нет».

Председатель диссертационного
совета Д 212.217.07

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.217.07



М.Ю. Лившиц

Е.Е. Ярославкина

26 декабря 2019 г.