

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.03

Соискатель: Романов Александр Алексеевич

Тема диссертации: Автоматическая сшивка радиолокационных изображений земной поверхности при неизвестных элементах внешнего ориентирования

Специальность: 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация»

Решение диссертационного совета по результатам защиты: На заседании 06 июня 2017 года, протокол №6, диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным положением «О присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, и принял решение присудить Романову Александру Алексеевичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: Воскресенский Д.И. – председатель, Сычев М.И. – ученый секретарь, а также члены диссертационного совета Куприянов А.И., Гаврилов К.Ю., Гостюхин В.Л., Гринев А.Ю., Ильчук А.Р., Кузнецов Ю.В., Плохих А.П., Пономарев Л.И., Татарников Д.В., Татарский Б.Г., Темченко В.С., Чебышев В.В., Шевцов В.А., Шишкин Г.Г., Юдин В.Н.

Ученый секретарь совета Д 212.125.03

д.т.н., с.н.с.



М.И. Сычев

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 06.06.2017 №6

О присуждении Романову Александру Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Автоматическая сшивка радиолокационных изображений земной поверхности при неизвестных элементах внешнего ориентирования» по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация» (технические науки) принята к защите 21 марта 2017 года, протокол №4, диссертационным советом Д 212.125.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Романов Александр Алексеевич 1990 года рождения в 2013 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ). В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры 401 «Радиолокация и радионавигация» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», которую окончил в 2016 году. В настоящее время соискатель работает инженером в Акционерном обществе «Концерн радиостроения «Вега» (АО «Концерн «Вега»).

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 401 «Радиолокация и радионавигация».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Татарский Борис Григорьевич**, директор научно-образовательного центра Акционерного общества «Концерн радиостроения «Вега».

Официальные оппоненты:

1) **Карпов Олег Анатольевич**, доктор технических наук, старший научный сотрудник Акционерного общества «Корпорация «Фазотрон – Научно-исследовательский институт радиостроения» (АО «Корпорация «Фазотрон-НИИР»);

2) **Каргашин Юрий Дмитриевич**, кандидат технических наук, доцент, главный специалист департамента подготовки авиационного персонала Публичного акционерного общества «Авиационная холдинговая компания «Сухой» (ПАО «Компания «Сухой»);

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук (ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН)**, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном и.о. заведующего Лаборатории математических методов радиофизики, д.ф-м.н., профессором, член-корр. РАН Черепениным В.А.; ведущим научным сотрудником Лаборатории математических методов радиофизики, к.ф-м.н. Вдовиным В.А. и утвержденным Директором ИРЭ им В.А.Котельникова РАН, д.ф-м.н., член-корр. РАН Никитовым С.А., указала, что диссертация «Автоматическая сшивка радиолокационных изображений земной поверхности при неизвестных элементах внешнего ориентирования» актуальна, написана ясным, технически грамотным языком, является законченной квалификационной научной работой, удовлетворяет требованиям п. 9 положения «О присуждении ученых степеней». Материалы

исследований, представленные в диссертационной работе, позволяют заключить, что научные положения, выводы и рекомендации диссертации достаточно обоснованы. Достоверность выводов и результатов диссертации подтверждается корректностью использованного математического аппарата и результатами математического моделирования полученных автором алгоритмов.

По диссертации сделаны следующие замечания:

1. В работе упоминается о сшивке РЛИ земной поверхности, полученных в различных поляризациях, однако не приведены результаты математического моделирования с подобными исходными данными.

2. На рисунке 2.11 не видно различий между исходным РЛИ (а) и его смещенной и размытой копией (б). Набор РЛИ земной поверхности рисунка 2.11 (а-е) следовало представить в большем разрешении, возможно, с выносом в приложения.

3. Ось координат на рисунке 2.19 сливается с фоном, что делает ее трудноразличимой.

4. Не рассмотрена возможность применения алгоритма RANSAC вместо использования М-оценок при вычислении параметров взаимной ориентации перекрывающихся РЛИ земной поверхности в подразделе 2.3.5.

5. В работе не проводится теоретическая оценка возможного количества ошибочно найденных опорных точек с помощью разработанной процедуры автоматического поиска опорных точек, а также оценка влияния различных факторов на указанную величину. В этом вопросе автор ограничивается лишь приведением результатов математического моделирования в таблице 3.4.

Сделан вывод о том, что диссертационная работа «Автоматическая сшивка радиолокационных изображений земной поверхности при неизвестных элементах внешнего ориентирования» удовлетворяет требованиям ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Романов А.А. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация». Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании научно-квалификационного семинара «Генерация электромагнитных колебаний и их применения» при Лаборатории математических методов радиопизики ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, протокол №1/17 от 21.04.2017 г.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, и 10 публикаций в сборниках тезисов и докладов научных и научно-технических конференций.

Наиболее значимые публикации соискателя:

1) в журналах из перечня ВАК:

1. Романов, А.А. Объективная оценка насыщенности семантики радиолокационного изображения / А.А. Романов // Успехи современной радиоэлектроники, №5. — 2015. — С. 108-115.
2. Романов, А.А. Вычисление взаимной ориентации радиолокационных изображений с перекрытием с помощью нейронных сетей / А.А. Романов, Б.Г. Татарский // Информационно-измерительные и управляющие системы, №12. — 2015. — С. 26-33.
3. Романов, А.А. Определение взаимной ориентации двух перекрывающихся радиолокационных изображений земной поверхности / А.А. Романов, Б.Г. Татарский // Информационно-измерительные и управляющие системы, №1. — 2016. — С. 79-86.

2) в других изданиях:

1. Романов, А.А. Особенности алгоритма SURF при сшивке РЛИ земной поверхности / А.А. Романов // Труды 56-й научной конференции МФТИ: Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе», Всероссийской молодежной научно-инновационной конференции «Физико-математические науки: актуальные проблемы и их решения». Радиотехника и кибернетика. — 2013. — С. 143-144.

2. Романов, А.А. Методика расчета взаимной ориентации радиолокационных изображений / А.А. Романов // 63 Научно-техническая конференция. Сборник трудов. Ч.5. Радиотехнические системы специального назначения и их программное обеспечение / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики». — 2014. — С. 49-52.
3. Романов, А.А. Количественная характеристика детальности семантики радиолокационного изображения / А.А. Романов // 13-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2014». 17-21 ноября 2014 года. Москва. Тезисы. — 2014. — С. 422-423.
4. Романов, А.А. Обработка радиолокационных данных с использованием вычислительной системы на базе NeuroMatrix Core 3 / А.А. Романов, А.В. Шаповалов // International Conference “Engineering & Telecommunication En&T 2014”. November 26-28, 2014. Book of Abstracts. — 2014. — С. 127-129.
5. Романов, А.А. Вычисление взаимной ориентации перекрывающихся радиолокационных изображений с помощью нейронных сетей / А.А. Романов // Труды 57-й научной конференции МФТИ: Всероссийской научной конференции с международным участием «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в области физики», Всероссийской молодежной научной конференции с международным участием «Актуальные проблемы фундаментальных и прикладных наук в современном информационном обществе». Радиотехника и кибернетика. — 2014. — С. 90-91.
6. Романов, А.А. Методика поиска областей с общей семантикой на радиолокационных изображениях земной поверхности / А.А. Романов // VIII Всероссийская научно-техническая конференция

«Радиолокация и радиосвязь», 24-26 ноября 2014 г., Москва. Доклады. — 2014. — С. 124-128.

7. Романов, А.А. Расчет взаимной ориентации двух перекрывающихся радиолокационных изображений земной поверхности / А.А. Романов // Московская молодежная научно-практическая конференция «Инновации в авиации и космонавтике – 2015». 21-23 апреля 2015 года. Москва. Сборник тезисов докладов. — 2015. — С. 155.
8. Романов, А.А. Особенности сшивки радиолокационных изображений земной поверхности / А.А. Романов // 14-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2015». 16-20 ноября 2015 года. Москва. Тезисы. — 2015. — С. 269-270.
9. Романов, А.А. Ориентация радиолокационных изображений земной поверхности при решении задачи сшивки / А.А. Романов // XIII молодёжная научно-техническая конференция «Радиолокация и связь – перспективные технологии». Тезисы докладов. — 2015. — С. 43-44.
10. Романов, А.А. Уточнение системы координат единой радиолокационной карты при решении задачи сшивки / А.А. Романов // Гагаринские чтения – 2016: XLII Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: В 4 т. Том 1. — 2016. — С. 581.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Карпов Олег Анатольевич (официальный оппонент) – отзыв заверен первым заместителем генерального директора – Генерального конструктора АО «Корпорация «Фазотрон-НИИР» Гуськовым Ю.Н.

Замечания по диссертационной работе:

1. В подразделе 1.4 при обзоре существующих алгоритмов автоматического выделения и описания точек интереса не упомянут

алгоритм ORB, рассматриваемый в литературе как полноценная альтернатива описанным в диссертации алгоритмам SIFT и SURF.

2. На стр. 80 в правой части уравнения (56) в качестве множителя потерь весовой коэффициент wil . Очевидно, указанный недочет является опечаткой, так как в дальнейшем, в уравнении (57) данный множитель присутствует в сделанной замене на «взвешенные средние значения» величин.

3. В подразделе 3.5 проводится оценка влияния кривизны земной поверхности на точность получаемой единой радиолокационной карты. Показано, что полученный алгоритм сшивки РЛИ не учитывает кривизну земной поверхности и имеет значительную погрешность при линейных размерах сшивки свыше 400-500 км. Однако в работе не указаны пути решения данной проблемы.

4. В главе 3 неоднократно упоминается, что тот или иной моделируемый алгоритм обработки РЛИ легко поддается распараллеливанию, что позволяет значительно уменьшить время его работы на многоядерных вычислительных системах (технологии CUDA, OpenCL и прочие). Тем не менее, в диссертации не приводятся конкретные значения продолжительности работы данных алгоритмов на упомянутых вычислительных системах.

5. В подразделе 2.3.4 не приводятся конкретные значения показателя эффективности экстраполяции для нейронных сетей с прямыми и перекрестными связями с тремя и более скрытыми слоями.

При этом подчеркнуто, что «отмеченные недостатки не снижают научной ценности и практической значимости результатов, полученных автором в диссертации».

Каргашин Юрий Дмитриевич (официальный оппонент) – отзыв заверен начальником отдела кадров ПАО «Компания «Сухой» Юрченко Л.В.

Замечания по диссертационной работе:

1. Целью работы является повышение эффективности и степени автоматизации процедуры сшивки РЛИ. Количественная оценка повышения эффективности в работе не выполнялась.

2. Автор в работе считает неэффективными метод оценки семантики (информационной насыщенности) с помощью полутонного изображения, ссылаясь на его чувствительность к спекл-шуму. Как известно, современные РЛС при формировании итогового кадра РЛИ применяют несколько некогерентных независимых накоплений с целью ослабления «зернистости» изображения. Данный факт говорит о некорректности утверждения автора об неэффективности метода.

3. Если РЛИ характеризуется скудной семантикой, то автор предлагает не рассматривать такой кадр в алгоритме сшивки РЛИ, что является спорным утверждением, т.к. данное изображение может быть очень важным с точки зрения целевой обстановки.

4. В работе не проработаны вопросы выбора критерия для оценки качества сшивки как однотипных РЛИ, так и РЛИ с различающимися параметрами.

При этом подчеркнуто, что «отмеченные замечания не снижают уровня достигнутых научных и практических результатов и качества проведенных исследований».

На автореферат и диссертацию также поступило 8 отзывов из организаций:

Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (ВУНЦ ВВС «ВВА») – отзыв подписан старшим научным сотрудником 33 отдела научно-исследовательского центра, к.т.н. Легких О.Г., младшим научным сотрудником 33 отдела научно-исследовательского центра Потоцким А.Н. и утвержден заместителем начальника ВУНЦ ВВС «ВВА» по учебной и научной работе, к.в.н., доцентом Казаковым В.

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт точных приборов» (АО «НИИ ТП») – отзыв подписан начальником сектора лаборатории 112, к.т.н. Достоваловым М.Ю. и утверждён Заместителем генерального директора – главного конструктора АО «НИИ ТП» по научной работе, д.в.н, профессором Кострюковым В.Ф.

Публичное акционерное общество «Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел» (ПАО «МАК «Вымпел») – отзыв подписан начальником сектора радиолокационных исследований, к.т.н. Герасимовым П.А., заверен ученым секретарем ПАО «МАК «Вымпел», д.т.н., с.н.с. Литвиновым К.М. и утвержден Президентом ПАО «МАК «Вымпел», к.т.н. Люхиным А.В.

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс» (АО «НПП «Радар ммс») – отзыв подписан заместителем Генерального конструктора по радиолокации и радиофизике, д.т.н., профессором Сарычевым В.А. и заверен Заместителем Генерального директора по общим вопросам Солововым Н.А.

Открытое акционерное общество «Радиотехнический институт имени академика А.Л.Минца» (ОАО РТИ) – отзыв подписан заместителем генерального конструктора ОАО РТИ, д.т.н., профессором Тимошенко А.В. и заверен ученым секретарем ОАО РТИ, д.т.н., профессором Буханец Д.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технологический университет» (МИРЭА) – отзыв подписан заведующим кафедрой радиолокации и радионавигации института радиотехнических и телекоммуникационных систем, д.т.н., доцентом Замуруевым С.Н. и заверен проректором по инновационному развитию университета Рагуткиным А.В.

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт приборостроения имени В.В. Тихомирова» (АО «НИИП имени В.В. Тихомирова») – отзыв подписан ученым секретарем АО «НИИП имени В.В. Тихомирова», д.т.н. Кауфман Г.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана) – отзыв подписан старшим научным сотрудником НИИ РЭТ, к.т.н. Филатовым А.А. и утвержден директором НИИ РЭТ МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., с.н.с., Слукиным Г.П.

Основные замечания по содержанию работы:

1. В работе отсутствует аналитическая оценка параметров фильтра Гаусса, снижающего влияние спекл-структуры при обнаружении опорных точек.

2. Не определен способ вычисления пороговых величин в условии выхода из итерационной процедуры.

3. Не достаточно детально проведен анализ влияния высотных объектов и рельефа местности на точность получаемой сшивки.

4. Не представлено определение введенного понятия семантики, в связи, с чем возникают вопросы о преимуществах вводимых новых показателей в сравнении с известными критериями, характеризующими структуру поля контрастов, наблюдаемых на РЛ изображениях.

5. Использование проективной модели геометрических искажений на РЛ изображениях является весьма грубым приближением, приводящим к возникновению значительных ошибок, характерных, в особенности для РСА высокого разрешения при крутых углах наблюдения.

6. Для задачи сшивки изображений характерна серьезная проблема накопления суммарной ошибки положения ориентиров при увеличении числа обрабатываемых изображений. Данная проблема не упоминается и не представлена в материалах автореферата.

7. Приведены результаты математического моделирования показателей насыщенности семантики S и S_{ps} , в то время как результаты аналогичного моделирования для матричного показателя S_m отсутствуют.

8. При моделировании полученных алгоритмов вычислительные затраты целесообразно представлять в требуемом количестве операций, чем во временном эквиваленте.

9. В качестве входных данных используются амплитудные РЛИ земной поверхности, в то время как соответствующие им фазовые РЛИ никак не упоминаются.

10. В автореферате не приведены конкретные требования к насыщенности семантики РЛИ (пороговые значения показателей S) для успешного проведения сшивки.

11. Из текста автореферата не ясно как проводилась оценка влияния различных факторов на точность получаемой сшивки – автор ограничивается лишь приведением некоторых ее результатов в виде требований к входному набору данных.

12. Вместо описания используемого базиса СК РЛИ на странице 16 автореферата для лучшего понимания целесообразно привести соответствующий рисунок.

13. В автореферате не представлены результаты моделирования алгоритма уточнения ориентации базового РЛИ, а также не описаны используемые при этом «тестовые наборы РЛИ с некорректными искажениями».

14. При приближении (но не равенстве) определителя матрицы в (26) к нулю разрабатываемый алгоритм ориентации РЛИ будет давать значительную погрешность, однако в работе не описаны подходы к оценке величины и влияния указанной ошибки на результаты сшивки.

15. Отсутствуют требования к минимальному размеру РЛИ во входном наборе данных.

16. На графике рисунка 3 автореферата ошибочно указана размерность угла поворота в градах (надо в градусах).

17. При моделировании полученного алгоритма сшивки не приведены результаты обработки разноракурсных РЛИ земной поверхности.

18. В автореферате отсутствует сравнение качества получаемых «сшитых» изображений автоматически с результатами, полученными при активном участии оператора.

19. В автореферате не проанализированы требования к точности ориентации носителя при решении задачи сшивки РЛИ существующими методами и изменение данных требований при использовании разработанных в диссертации алгоритмов сшивки.

Все отзывы, поступившие на диссертацию и автореферат, положительные и содержат заключение о соответствии диссертации требованиям, установленным положением «О присуждении ученых степеней» ВАК РФ.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован наличием публикаций и значительного опыта по тематике диссертации, компетентностью в области науки по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация», способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **Разработан** алгоритм автоматической сшивки РЛИ земной поверхности без использования информации об элементах внешнего ориентирования и географической привязки.
- **Проведена** оценка влияния рельефа местности и кривизны земной поверхности на точность получаемой сшивки РЛИ земной поверхности, получены требования к максимальному размеру сшивки и перепадам местности внутри кадра РЛИ.
- **Проведены** экспериментальные исследования, подтверждающие возможность сшивки РЛИ земной поверхности с помощью полученного алгоритма с точностью в несколько единиц разрешения при соблюдении полученных требований к максимальному размеру сшивки и перепадам местности внутри кадра РЛИ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **Разработана** модификация алгоритма выделения и описания точек интереса SURF с повышенной точностью вычисления дескрипторов.
- **Разработан** алгоритм определения качества РЛИ через определение его формальной характеристики – насыщенности семантики изображения.
- **Разработаны** алгоритмы обработки РЛИ, позволяющие в совокупности проводить автоматическую сшивку РЛИ земной поверхности при неизвестных элементах внешнего ориентирования.

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

1. Результаты диссертационной работы **использованы** при выполнении НИР «Перспектива-500» в АО «Концерн «Вега», что подтверждается актом о внедрении.
2. Результаты диссертационной работы **внедрены** в учебном процессе кафедры 401 МАИ, что подтверждается актом о внедрении.

Достоверность результатов исследования подтверждается:

- корректностью постановки задачи исследования и применением адекватного математического аппарата;
- математическим моделированием полученных алгоритмов с использованием реальных входных данных.

Личный вклад соискателя состоит в:

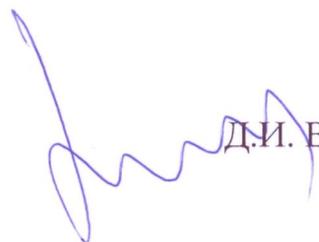
- **проведении** обзора и анализа существующих программных комплексов сшивки РЛИ земной поверхности и алгоритмов обработки и анализа изображений, позволяющих потенциально проводить сшивку РЛИ земной поверхности;
- **разработке и исследовании** алгоритмов обработки РЛИ, позволяющих в совокупности проводить сшивку РЛИ земной поверхности без использования элементов внешнего ориентирования и географической привязки;

- **проведении** математического моделирования полученных алгоритмов на искусственных и реальных входных данных;
- **исследовании** влияния высотных объектов, рельефа и кривизны земной поверхности на точность получаемой сшивки.

На заседании 06 июня 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Романову А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация», участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета Д 212.125.03
д.т.н., профессор



Д.И. Воскресенский

Ученый секретарь совета Д 212.125.03
д.т.н., с.н.с.



М.И. Сычев

06.06.2017 г.