

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 2.2.04.12
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «28» сентября 2023 г. № 7

о присуждении Сосновскому Андрею Васильевичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности этапов интерферометрической обработки радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли из космоса» по специальности 2.2.16. Радиолокация и радионавигация принята к защите диссертационным советом УрФУ 2.2.04.12 «22» августа 2023 г., протокол № 4.

Соискатель, Сосновский Андрей Васильевич, 1983 года рождения;

в 2006 г. окончил ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ» по специальности «Радиоэлектронные системы»;

в 2009 г. окончил очную аспирантуру ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет – УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения;

с 01.04.2015 г. по 30.09.2015 г. был прикреплен к ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» в качестве экстерна по направлению 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи (Радиолокация и радионавигация) для сдачи кандидатского экзамена по специальности;

работает в должностях ведущего инженера и старшего преподавателя (по совместительству) департамента радиоэлектроники и связи Института радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Диссертация выполнена на кафедре радиоэлектроники и телекоммуникаций Института радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ ФГАОУ ВО

«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент **Коберниченко Виктор Григорьевич**, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ, департамент радиоэлектроники и связи, профессор.

Официальные оппоненты:

Костров Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор, Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», кафедра «Радиотехника», профессор;

Киселев Алексей Васильевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств, профессор;

Ницак Дмитрий Анатольевич – кандидат технических наук, ФГКВБОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, научный работник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет более 50 опубликованных научных работ, в том числе по теме диссертации опубликована 31 работа, из них – 17 работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, включая 15 статей в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus и WoS. Общий объем опубликованных работ диссертации по теме – 17,27 п.л., авторский вклад – 11,49 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК Минобрнауки России и Аттестационным советом УрФУ:

1. **Сосновский, А.В.** Исследование алгоритмов развертывания фазы при формировании цифровых моделей местности методом космической радиолокационной интерферометрии / А.В. Сосновский, В.Г. Коберниченко // Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника. № 7. – 2012. – С. 84-92; 0,68 п.л. / 0,35 п.л.

2. **Sosnovsky, A.V.** A phase unwrapping algorithm for InSAR data processing / A.V. Sosnovsky // 2014 24th Int. Crimean Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2014). 7–13 September, Sevastopol, Crimea, Russia. – 2014. – № 24. – P. 1155–1156. 0,15 п.л. (WoS)

3. **Sosnovsky, A.V.** A phase unwrapping algorithm for interferometric phase images / A.V. Sosnovsky // Communications in computer and information science. – 2015. – Vol. 542. – P. 146–150. 0,25 п.л. (Scopus)

4. **Sosnovsky, A.V.** An InSAR phase unwrapping algorithm with the phase discontinuity compensation / A.V. Sosnovsky, V.G. Kobernichenko // CEUR Workshop Proceedings. – 2017. – Vol. 2005. – P. 127–136. 0,7 п.л. / 0,4 п.л. (Scopus)

5. **Sosnovsky, A.V.** An Efficiency Estimation for Multilooking and Phase Noise Suppression Methods for Spaceborne Interferometric Synthetic Aperture Radars Data Processing / A.V. Sosnovsky, V.G. Kobernichenko // 14th International Scientific-Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering, APEIE 2018 Proceedings. – 2018. – P. 434–438. 0,69 п.л. / 0,4 п.л.. (Scopus)

6. **Sosnovsky, A.V.** Processing of large-size InSAR images: Parallel implementation of inverse vortex phase field algorithm / A.V. Sosnovsky, V.G. Kobernichenko // CEUR Workshop Proceedings. 2018. – Vol. 2274. – P. 75–81. 0,45 п.л. / 0,3 п.л. (Scopus)

7. **Sosnovsky, A.V.** Phase noise suppression efficiency for InSAR interferograms / A.V. Sosnovsky, V.G. Kobernichenko // Proceedings – 2019 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, USBEREIT 2019. – 2019. – P. 466–468. 0,44 п.л. / 0,25 п.л. (Scopus, WoS)

8. **Sosnovsky, A.V.** Method for Increasing of the Phase Unwrapping Efficiency by Filtering the Residual Phase Image / A.V. Sosnovsky // Proceedings of ITNT 2021 – 7th

IEEE International Conference on Information Technology and Nanotechnology. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. – 2021. DOI:10.1109/ITNT52450.2021.9649338; 0,4 п.л. (Scopus)

9. **Sosnovsky, A.V.** Modification of Inversed Vortex Phase Field Unwrapping Algorithm for the InSAR Height Measurements / A.V. Sosnovsky, V.G. Kobernichenko // AIP Conference Proceedings. – 2022. – № 2425, 130013. DOI:10.1063/5.0081499; 0,33 п.л. / 0,2 п.л. (Scopus)

На автореферат поступили отзывы:

1. **Мартышко Петра Сергеевича**, доктора физико-математических наук, члена-корреспондента РАН, заведующего лабораторией математической геофизики ФГБУН Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург. Без замечаний.

2. **Захарова Александра Ивановича**, доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, главного научного сотрудника лаборатории радиолокационных систем и методов Фрязинского филиала ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук, г. Фрязино, Московская обл. Содержит вопросы относительно причин повышения эффективности разработанного алгоритма при параллельной реализации, причин более высокой точности результатов по сравнению с другими алгоритмами, а также о вычислительной эффективности алгоритма в условиях необходимости многократного его прохождения по полю интерферограммы.

3. **Захарченко Владимира Дмитриевича**, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры радиофизики ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет». Без замечаний.

4. **Горячкина Олега Валериевича**, доктора технических наук, профессора, проректора по научной работе ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара. Содержит замечание, касающееся ограниченности экспериментальной оценки точности только радиолокационными данными космического аппарата ALOS.

5. **Паршина Юрия Николаевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой радиотехнических устройств, и **Андреева Владимира Григорьевича**, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры радиотехнических устройств ФГБОУ ВО «Рязанский государственный технический университет имени В.Ф. Уткина». Содержит замечания, касающиеся нечёткого определения понятий близкой к линейной вычислительной сложности и интерферограммы большого размера, отсутствия сведений о получении автором свидетельств об интеллектуальной собственности на программные продукты, по оформлению рисунков в автореферате и вопрос по корректности обозначения.

6. **Лепёхиной Татьяны Александровны**, кандидата технических наук, начальника отдела № 705 АО «Концерн радиостроения «Вега», г. Москва. Содержит вопросы относительно оптимального значения параметра фильтра фазового шума, влияния некогерентного накопления на точность абсолютной фазы и условий сходимости алгоритма развёртывания фазы.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетентностью и известностью результатов проведенных ими исследований в области радиолокации и радионавигации. Это подтверждается соответствующими публикациями в рецензируемых российских и международных научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, является научно-квалификационной работой, в которой содержится **решение научной задачи повышения эффективности развёртывания фазы радиолокационных данных, имеющей значение для развития технологий дистанционного зондирования Земли из космоса.**

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Предложена математическая модель интерферометрической фазы и её разрывов, основанная на комплекснозначном дискретном представлении

интерферограммы, в которой, в отличие от общепринятого представления, интерферометрическая фаза является аргументом функции комплексной переменной с единичной амплитудой, а разрывы интерферометрической фазы представляются в модели в виде нулей и полюсов этой функции.

2. Разработан новый метод развёртывания фазы, основанный на построении встречного вихревого поля разрывов фазы и рекурсивном выравнивании этого поля. В отличие от существующих, алгоритм, реализующий данный метод, имеет почти линейную вычислительную сложность и допускает выполнение на параллельных вычислительных устройствах.

3. Созданы методики экспериментального оценивания эффективности основных этапов интерферометрической обработки по критерию среднеквадратичной ошибки измерения высоты рельефа, абсолютной фазы или интерферометрической фазы, основанные на преобразовании значений эталонных высот в значения эталонных абсолютных фаз, которые, в отличие от существующих, не требуют завершения всей последовательности интерферометрической обработки для получения оценок.

4. Предложена модификация технологии интерферометрической обработки, в которой, в отличие от существующей, развёртывание фазы и фильтрация фазового шума осуществляются параллельно, а затем дополнительной фильтрации подвергается остаточная интерферограмма, что ведёт к повышению точности восстановления абсолютной фазы на 5–10%.

Диссертационная работа Сосновского А.В. посвящена разработке методов и методик интерферометрической обработки радиолокационных данных (метода развёртывания фазы, методик оценивания точности результатов интерферометрической обработки, модификации последовательности интерферометрической обработки). Результаты диссертационной работы использовались АО «Урал-Сибирская геодезическая компания», г. Екатеринбург, при оценке точности цифровых моделей рельефа в рамках выполнении работ по договорам № 186/20/03 от 15 декабря 2020 г., № 85/22/03 от 10.03.2022, ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»,

г. Самара, в рамках НИР по договору № 13/07 от 10.02.2007 с ОАО РЦК «Прогресс» для оценки точности цифровых моделей рельефа и сравнения способов оценивания когерентности интерферометрических пар, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» при выполнении НИР № 5.1.1.140.с2.з1-16/2 «Разработка методов интерферометрической обработки радиолокационных изображений космических систем дистанционного зондирования Земли», а также в учебном процессе в департаменте радиоэлектроники и связи и на кафедре радиоэлектроники и телекоммуникаций УрФУ.

На заседании 28 сентября 2023 г. диссертационный совет УрФУ 2.2.04.12 принял решение присудить Сосновскому А.В. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет УрФУ 2.2.04.12 в количестве 10 человек, в том числе 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
УрФУ 2.2.04.12

Князев Сергей Тихонович

И.О. ученого секретаря
диссертационного совета
член совета УрФУ 2.2.04.12
(приказ ректора УрФУ
от 27.08.2023 г. №646/09)
д-р техн. наук, проф.

Шабунин Сергей Николаевич

28.09.2023 г.