

75 лет профессору Владимиру Алексеевичу Фурсову

[В.О. Соколов](#)¹

¹Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, г. Самара

Аннотация

Кратко рассказывается о жизни и научной деятельности заведующего кафедрой суперкомпьютеров и общей информатики Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева (Самарского университета), ведущего научного сотрудника Института систем обработки изображений РАН (ИСОИ РАН) – филиала ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, доктора технических наук, профессора Владимира Алексеевича Фурсова – специалиста в области информатики и обработки изображений. Приводится краткий анализ вклада юбиляра в развитие теории идентификации, методов обработки и распознавания изображений и суперкомпьютерных, технологий преимущественно в последние годы.

Ключевые слова: цифровая обработка изображений, теория идентификации, распознавание изображений, суперкомпьютерные технологии.

Введение

9 мая 2020 года исполняется 75 лет со дня рождения ученого, педагога, специалиста в области теории идентификации, обработки и распознавания изображений, суперкомпьютерных технологий, заведующего кафедрой суперкомпьютеров и общей информатики Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева (Самарского университета), ведущего научного сотрудника Института систем обработки изображений РАН – филиала ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН (ИСОИ РАН), доктора технических наук, профессора Владимира Алексеевича Фурсова.



Доктор технических наук, профессор В.А. Фурсов

1. Краткие биографические данные

В статье, посвященной 70-летию Владимиру Алексеевичу Фурсову [1], подробно рассказано о его жизненном пути, научной и педагогической деятельности и вкладе в науку. Кратко напомним основные этапы его научно-педагогической карьеры:

1973 с отличием окончил Московский авиационный институт (ныне – национальный исследовательский университет);

1980 защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «Управление движущимися объектами» в Московском авиационном институте (МАИ);

1999 защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук в Самарском университете по специальности 05.13.16 «Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях», тема диссертации – «Идентификация моделей систем формирования изображений по малому числу наблюдений»;

2001 получил аттестат профессора по кафедре технической кибернетики Самарского университета.

На начальном этапе научные интересы В.А. Фурсова формировались в рамках научной школы академика Б.Н. Петрова. В этот период, опираясь на тесное сотрудничество с кафедрой 301 МАИ и научные связи с профессорами Б.М. Шамриковым и Е.Д. Теряевым, успешно выполняются научно-исследовательские работы в интересах НПО «Энергия» в области построения адаптивных систем летательных аппаратов с эпизодической идентификацией и поэтапной адаптацией. Некоторые результаты этих работ нашли отражение в публикациях [2–5]. В 1992 году В.А. Фурсов, в связи с распадом СССР, вынужден был переехать на постоянное место жительства в Самару.

С сентября 1992 года и по настоящее время деятельность В.А. Фурсова связана с Самарским университетом и ИСОИ РАН.

2. Научные результаты

В начальный период этого этапа деятельности В.А. Фурсов под руководством директора ИСОИ РАН лауреата Государственной премии РФ в области науки и техники Виктора Александровича Сойфера приступает к исследованиям в новой для себя области – идентификации моделей систем формирования изображений по малому числу наблюдений [6–7]. В первых работах этого периода были реализованы идеи идентификации систем с отбором информативных фрагментов изображений [8] и восстановления изображений с использованием фильтров, построенных путем непосредственной идентификации инверсного тракта [9].

По результатам работ, связанных с различными аспектами обработки изображений с использованием алгоритмов идентификации моделей по прецедентам [10], 2 апреля 1999 г. В.А. Фурсов защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук. В ходе работы над диссертацией под влиянием академика РАН В.А. Сойфера прочно сформировались новые направления научной деятельности В.А. Фурсова: идентификация систем формирования изображений, обработка и распознавание изображений. Эти направления остаются на многие последующие годы основными [11–20]. Полный список работ В.А. Фурсова в период с 1992 по 2014 годы можно найти в [1].

В настоящей статье сосредоточимся на кратком обзоре результатов научно-педагогической деятельности В.А. Фурсова после 2014 года, т.е. за годы, прошедшие с 70-летнего юбилея. В эти годы основные направления научной деятельности были те же, что и ранее: теория идентификации, обработка и распознавание изображений, суперкомпьютерные технологии.

В рамках направления, связанного с теорией идентификации, совместно с учениками были получены новые фундаментальные результаты. В частности, построены новые оценки для прогнозируемой ошибки идентификации по малому числу наблюдений [21, 22].

Предложена новая схема формирования согласованных оценок параметров [23]. Соответствующий алгоритм согласованной идентификации сохраняет свои свойства достижимой точности и надежности, при этом вычислительные затраты существенно меньше.

На основе полученных новых теоретических результатов решены ряд прикладных задач обработки и анализа изображений. В частности, совместно с Е.В. Гошиным и А.В. Гавриловым решена проблема согласованного оценивания фундаментальной матрицы, играющей ключевую роль в задачах сопоставления изображений [24, 25].

Совместно с аспирантом К.Г. Пугачевым построен алгоритм согласованной идентификации моделей цветowych искажений [26].

Получены также важные результаты в разработке новых методов и алгоритмов обработки (улучшения качества) изображений. Впервые идея построения фильтра в параметрическом классе КИХ-фильтров с центрально симметричной частотной характеристикой, «сшитой» из отрезков квадратичной и экспоненциальной функций, была опубликована В.А. Фурсовым в работе [27] в 2016 году.

Эта идея оказалась плодотворной и уже в следующем 2017 году на основе этой модели В.А. Фурсов построил эффективную технологию устранения размытия на изображениях, основанную на идее слепой идентификации [28].

В 2018 году В.А. Фурсов обобщил результаты в работе [29], в которой была предложена модель квадратично-экспоненциального КИХ-фильтра (*SE-фильтра*) с расширенной областью частотного отклика.

Затем совместно с С.А. Бибиковым были проведены сравнительные исследования предложенных новых моделей и технологий на достаточно большом экспериментальном материале [30].

На основе полученных теоретических результатов была выполнена серия прикладных работ по построению новых технологий обработки изображений. В частности, совместно с П.Ю. Якимовым, К.В. Медведевой и Э.Ф. Фатхутдиновой были разработаны новые алгоритмы и программное обеспечение коррекции динамических искажений на изображениях в мобильных устройствах [31 – 33].

В последние годы это направление исследований продолжает активно развиваться в совместных работах с Е.В. Гошиным и К.В. Медведевой. В частности, весьма обнадеживающие результаты получены путем композиции построенного ранее линейного *SE*-фильтра с нелинейным фильтром. Описание новой двухэтапной линейно-нелинейной технологии обработки изображений можно найти в работах [34, 35].

Еще одно направление научных исследований, которое занимало большое место в работах последних лет В.А. Фурсова – распознавание объектов на изображениях. Совместно с П.Ю. Якимовым выполнена работа по обнаружению и распознаванию дорожных знаков с использованием модифицированного преобразования Хафа [36].

Большой цикл работ по распознаванию радиолокационных изображений выполнен совместно с Н.Л. Казанским, Д.А. Жердевым и Е.Ю. Минаевым. В этих работах развита теория распознавания по показателю сопряженности. В частности, получены новые результаты по формированию в качестве обучающих множеств так называемых опорных подпространств [37 – 40].

Результаты этой теории были успешно применены при построении технологий распознавания оптических [41] и радиолокационных изображений с предварительным фрактальным сжатием [41, 42].

В работах по распознаванию радиолокационных изображений важное место занимали также исследования, связанные с построением технологий распознавания с использованием модельных изображений в качестве эталонов [44, 45].

По результатам работ по распознаванию радиолокационных изображений с использованием показателей сопряженности и метода опорных подпространств под научным руководством В.А. Фурсова защитили кандидатские диссертации Е.Ю. Минаев (2017) и Д.А. Жердев (2018).

Метод опорных подпространств оказался также эффективным при решении задач распознавания гиперспектральных изображений. В исследованиях алгоритмов тематической классификации на основе показателя сопряженности и опорных подпространств активное участие принимал С.А. Бибиков. В ходе этих исследований решены некоторые задачи распознавания растительного покрова на гиперспектральных изображениях [46 – 47], ряд других задач формирования и обработки гиперспектральных и цветных изображений [48 – 50].

Некоторые частные случаи метода опорных подпространств применялись при решении ряда других прикладных задач. В частности, совместно с Е.В. Гошиным и Г.Е. Лошкаревой

построен новый алгоритм классификации, основанный на использовании метода опорных плоскостей [51].

Еще одно важное направление научных исследований В.А. Фурсова в последние годы – построение трехмерных моделей местности по последовательности изображений. Цикл работ в этом направлении выполнен совместно с Е.В. Гошиным и А.П. Котовым [52–55]. Построены новые технологии реконструкции трехмерных сцен по разноразмерным изображениям.

В ряде технологий построения трехмерных моделей сцен успешно применялись алгоритмы согласованного оценивания [56–59], основанные на теоретических результатах согласованной идентификации, о которых говорилось выше.

По результатам работ, связанных с построением трехмерных моделей местности, под научным руководством В.А. Фурсова защитил кандидатскую диссертацию А.П. Котов (2019).

3. Организационно-педагогическая деятельность

В.А. Фурсов ведет активную организационную работу по внедрению высокопроизводительных технологий, является представителем Самарского университета в Суперкомпьютерном консорциуме университетов России, членом программных комитетов конференций «Суперкомпьютерные дни в России». С 2015 года В.А. Фурсов является членом программного комитета и руководителем секции «Науки о данных» ежегодной конференции «Информационные технологии и нанотехнологии». Возглавляемая им кафедра суперкомпьютеров и общей информатики настойчиво внедряет преподавание суперкомпьютерных технологий в учебный курс «Информатика» на всех факультетах Самарского университета.

Сотрудники кафедры ведут научные исследования в области высокопроизводительных вычислений. В частности, построены гибридные высокопроизводительные вычислительные технологии с использованием графических процессоров и технологии CUDA. Работы сотрудников кафедры публикуются в трудах международных конференций [60–62].

Под руководством В.А. Фурсова за время работы в Самарском университете и ИСОИ РАН защищены 8 кандидатских диссертаций и одна докторская диссертация. В настоящее время научные исследования под его руководством выполняют 5 аспирантов. В.А. Фурсов является руководителем и исполнителем многих научно-исследовательских проектов по федеральным и региональным научно-техническим программам, грантам Российского фонда фундаментальных исследований, хозяйственным договорам с исследовательскими организациями и промышленными предприятиями.

В.А. Фурсов является автором и соавтором более 280 научных и учебно-методических работ, в том числе 5 монографий, 8 учебных пособий, 4 патентов на изобретения.

Награжден юбилейной медалью «20 лет Победы в ВОВ 1941–1945 гг.», медалью «Ветеран труда», ему присвоено звание «Заслуженный работник высшей школы РФ», является лауреатом Губернской премии в области науки и техники за 2001 год.

В.А. Фурсов является экспертом Российского научного фонда (РНФ) и Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), членом двух диссертационных советов, членом редколлегий журналов «Мехатроника, автоматизация и управление» (<https://mech.novtex.ru/jour/pages/view/EditorialC#>) и «Pattern Recognition and Image Analysis» (<https://www.springer.com/journal/11493/editors>).

Заключение

В заключение желаю Владимиру Алексеевичу Фурсову крепкого здоровья и творческих успехов в научной деятельности на благо нашей Родины и отечественной науки.

Список литературы

1. Просочкин, А.С. 70 лет профессору Владимиру Алексеевичу Фурсову // Известия Самарского научного центра РАН. т. 17, № 2, 2015, с. 248 – 253.
2. Shamrikov, B.M., Fursov, V.A. Estimation of the reliability of parametric identification of an object in adaptive control system // Engineering cybernetics. Vol. 17(6), pp. 142-149.

3. Shamrikov B.M., Fursov V.A. Algorithms for increasing confidence of estimates. In article: Nikolaev J.A., Teryaev E.D., Shamrikov B.M. Design a Parameter Identification Algorithm for Adaptive Aircraft Control System // V IFAC Symposium on Identification and System Parameter Estimation. 1979, Preprints, vol. 2, 1053-1057.
4. Belonogov V.V., Teryev E.D., Fursov V.A., Shamrikov B.M. Development of adaptation and identification algorithms in adaptive digital aircraft control systems. - VI IFAC Symposium on Identification and System Parameter estimation. Preprints, Kioto, 1981.
5. Fursov, V.A. Accuracy analysis and identification algorithm design on the basis of small numbers of observations // Izvestiya Akademii Nauk: Tekhnicheskaya Kibernetika. 1991. (6), pp. 130-135.
6. Sergeyev, Vladislav V., Fursov, Vladimir A., & Maksimov, M. V. Identification of model parameters and correcting filters for space-variant distortions // Proc. SPIE. 1997. Vol. 3348, p. 275-282.
7. Sergeyev, Vladislav V., Fursov, Vladimir A., & Parfyonov C. I. Information Technology for Evaluating the Resolving Power of the Video Channel with the Use of a Model Filter with Infinite Impulse Response // Pattern recognition and image analysis, Vol. 9, No.2, 1999, p. 314-316.
8. Фурсов В.А. Идентификация оптических искажающих систем с отбором информативных фрагментов изображений // Компьютерная оптика. Вып. 14-15, 1995. - с. 78-79.
9. Фурсов В.А. Восстановление изображений КИХ-фильтрами, построенными путем непосредственной идентификации инверсного тракта // Компьютерная оптика. Вып. 16, 1996, с. 103-108.
10. Фурсов В.А. Идентификация моделей систем формирования изображений по малому числу наблюдений. - Самара: ИПО СГАУ, 1998. - 128 с.
11. Соيفер В.А., Котляр В.В., Фурсов В.А. Построение алгоритмов оперативной коррекции искажений на изображениях в оптико-электронных системах наведения и целеуказания // «Современные методы проектирования и обработки ракетно-артиллерийского вооружения».- Саров, ВНИИЭФ, 2000 г., с. 340-345
12. V. A. Soifer, D. L. Golovashkin, N. L. Kazanskiy, V. A. Fursov. Modeling the diffraction process using finite-difference solutions of Maxwell's equations on parallel computation structures 6th International Seminar on Science and Computing. Moscow, 15-17 September 2003.
13. Fursov V.A. Estimates conformity principle in the problems of identification// Lecture Notes in Computer Science.2003, Vol. 2658, p. 463-470.
14. Vladimir A. Fursov, Andrey V. Gavrilov. Conforming Identification of the Controlled Object, Proceeding International Conference on Computing, Communications and Control Technologies: CCCT'2004, August 14-17, 2004 - Austin, Texas, USA. P. 326-330.
15. Гаврилов А.В., Соифер В.А., Фурсов В.А. Идентификация по малому числу наблюдений с использованием критерия относительной согласованности оценок // Компьютерная оптика, № 27, 2005, с. 138-141.
16. Fursov, V.A., Kazanskiy, N.L., Nikonov, A.V. Constructing an adaptive color reproduction system with color space reference regions recognition //IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline). – 2009. – Vol. 13, Issue PART 1. – P. 1745-1750. –DOI: 10.3182/20090603-3-RU-2001.0150.
17. А.В. Гаврилов, В.А. Соифер, В.А. Фурсов. Идентификация оптических нелинейных систем. Труды международной НТК, 26 сентября – 1 октября, 2005 г., пос. Дивноморское, Геленджик, Том 1, Таганрог-Донецк-Минск, с. 101-104.
18. Методы компьютерной обработки изображений / под ред. Соифера В.А. – 2-е изд., испр. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 784 с. –ISBN 5-9221-270-2
19. Computer Image Processing, Part II: Methods and algorithms (Chapter 10: Estimation by a small number of observations)/ edited by Victor A. Soifer // VDM Verlag. – 2009. – 584 p.
20. Fursov V A, Bibikov S A and Bajda O A 2014 Thematic classification of hyperspectral images using conjugacy indicator Computer Optics 38(1) 154-158

21. В.А. Фурсов. Два подхода к оценке точности и достоверности согласованной идентификации. / Труды X Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», Москва, 26-30 января 2015 г. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, – 2015, – с. 907-918.
22. Fursov, V.A., Gavrilov, A.V., Kotov, A.P. Prediction of Estimates' Accuracy for Linear Regression with a Small Sample Size // 2018 41st International Conference on Telecommunications and Signal Processing, TSP 2018. 2018. P. 8441385. DOI: 10.1109/TSP.2018.8441385.
23. Fursov, V.A., Gavrilov, A.V., Goshin, Ye.V. Parametric Identification by Means of Consequent Formation of a Conformed Estimations // IFAC-PapersOnLine. Vol. 49, Issue 13, 2016, P. 123-128. DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.07.938.
24. Goshin, Ye.V., Fursov, V.A. Iterative procedure for camera parameters estimation using extrinsic matrix decomposition // Proceedings of SPIE. Volume 9807, 2016, Article number 980713.
25. Fursov VA, Gavrilov AV, Goshin YeV, Pugachev KG. Conforming identification of the fundamental matrix in the image matching problem // Computer Optics 2017; 41(4). 559-563. DOI: 10.18287/2412-6179-2017-41-4-559-563.
26. К.Г. Пугачев, В.А. Фурсов Алгоритм согласованной идентификации моделей цветовых искажений // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2015): Материалы международной научной конференции и научной школы (Самара, 29 июня – 1 июля 2015 г.) . Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. С. 321-324.
27. Фурсов, В.А. Построение КИХ-фильтров в заданном параметрическом классе частотных характеристик для коррекции дефокусировки / В.А. Фурсов // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40, № 6. – С. 878-886. – DOI: 10.18287/2412-6179-2016-40-6-878-886.
28. V.A. Fursov. Identification of square-exponential FIR-filter parameters in the absence of a test image. Procedia Engineering 201 (2017) 206–212. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.09.611
29. Фурсов, В.А. Построение квадратично-экспоненциальных КИХ-фильтров с расширенной средней областью частотного отклика / В.А. Фурсов // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42, № 2. – С. 297-305. – DOI: 10.18287/2412-6179-2018-42-2-297-305.
30. Fursov, V.A. Finite Impulse Response Filter with Square-Exponential Frequency Response / Fursov, V.A., Bibikov, S.A. // Pattern Recognition and Image Analysis, Vol. 29, Iss. 2, 2019, P. 284-295.
31. В.А. Фурсов, П.Ю. Якимов. Интернет-технология коррекции динамических искажений на изображениях в мобильных устройствах. Научный сервис в сети Интернет: труды XIX Всероссийской научной конференции (18-23 сентября 2017 г., г. Новороссийск). - М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2017. 436 – 445 с. ISBN 978-5-98354-037-8. DOI: 10.20948/abrau-2017.
32. Фурсов В.А., Фатхутдинова Э.Ф. Разработка мобильного приложения для коррекции динамических искажений на изображениях // Научный сервис в сети Интернет: труды XX Всероссийской научной конференции (17-22 сентября 2018 г., г. Новороссийск). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2018. — С. 468-479. — DOI:10.20948/abrau-2018-23.
33. Fursov, V.A. The technology of forming adaptive recovery filters in mobile devices / V A Fursov, K S Medvedeva and E F Fatkhutdinova // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1368(5). P. 052011. DOI: 10.1088/1742-6596/1368/5/052011.
34. Фурсов, В.А. Технология повышения детализации изображений с нелинейной коррекцией высокоградиентных фрагментов / В.А. Фурсов, Е.В. Гошин, К.С. Медведева // Компьютерная оптика. – 2019. – Т. 43, № 3. – С. 484-491. – DOI: 10.18287/2412-6179-2019-43-3-484-491.
35. Fursov, V. Two-step technology for improving details of images captured with mobile devices / V. Fursov, Y. Goshin // Proceedings of SPIE. 2020. Vol. 11433. P. 114332X. DOI: 10.1117/12.2557034.
36. Yakimov P. Traffic Signs Detection and Tracking using Modified Hough Transform / Yakimov P., Fursov V. // SIGMAP 2015 - 12th International Conference on Signal Processing and

- Multimedia Applications, Proceedings; Part of 12th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications, ICETE 2015, 2015. p. 22-28.
37. Жердев Д.А. Распознавание объектов по диаграммам рассеяния электромагнитного излучения на основе метода опорных подпространств / Д.А. Жердев, Н.Л. Казанский, В.А. Фурсов // Компьютерная оптика. – 2014. – № 38. – С. 503-510.
38. Zherdev, D. A. Pattern recognition of electromagnetic field scattering from anthropogenic objects on underlying surface / Denis A. Zherdev, Vladimir A. Fursov // Proc. of SPIE. 2014. Vol. 9216. P. 92160Z. DOI: 10.1117/12.2061354.
39. Фурсов В.А. Распознавание объектов на радиолокационных изображениях с использованием показателей сопряжённости и опорных подпространств / Фурсов В.А., Жердев Д.А., Казанский Н.Л. // Компьютерная оптика. – 2015. – Т. 39. – № 2. – С. 255-264.
40. Fursov, V., Zherdev, D., Kazanskiy, N. Support subspaces method for synthetic aperture radar automatic target recognition // International Journal of Advanced Robotic Systems, 2016, Vol. 13, Iss. 5, P. 1-11, DOI: 10.1177/1729881416664848.
41. Г.П. Аншаков, А.Д. Голяков, В.Ф. Петрищев, В.А. Фурсов. Автономная навигация космических аппаратов. Под ред. А.Н. Кириллина, ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», Самара, 2011, 486 с.
42. Fursov, V., Minaev, E., Zherdev, D., Kazanskiy, N. Support subspaces method for recognition of the synthetic aperture radar images using fractal compression // International Journal of Advanced Robotic Systems, 2017. Vol. 14(5). P. 1–8. DOI: 10.1177/1729881417733952.
43. Minaev E, Fursov V. Support subspaces method for fractal images recognition // CEUR Workshop Proceedings, 2016; Vol. 1638: 379-385. DOI: 10.18287/1613-0073-2016-1638-379-385.
44. Zherdev D. A., Fursov V. A. Support plane method applied to ground objects recognition using modelled SAR images // Proceedings of SPIE. 2015. Vol. 9599. P. 95992J. DOI: 10.1117/12.2188531.
45. D.A. Zherdev, E.Y. Minaev, V.V. Procudin, V.A. Fursov. Object recognition using real and modelled SAR images. Procedia Engineering 201 (2017) 503-510. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.473>
46. Бибииков, С.А. Распознавание растительного покрова на гиперспектральных изображениях по показателю сопряжённости / С.А. Бибииков, Н.Л. Казанский, В.А. Фурсов // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42, № 5. – С. 846-854. – DOI: 10.18287/2412-6179-2018-42-5-846-854.
47. Vladimir Fursov. Thematic classification with support subspaces in hyperspectral images / Vladimir Fursov, Sergei Bibikov, Denis Zherdev // Int. J. Engineering Systems Modelling and Simulation, Vol. X, No. Y, 2019.
48. Nikonorov, A., Bibikov, S., Myasnikov, V., Yuzifovich, Y., Fursov, V. Correcting color and hyperspectral images with identification of distortion model // Pattern Recognition Letters. 2016. Vol. 83, pp. 178-187. DOI: 10.1016/j.patrec.2016.06.027.
49. Nikonorov A., Petrov M., Bibikov S., Yuzifovich Y., Yakimov P., Kazanskiy N., Skidanov R., Fursov V. Comparative evaluation of deblurring techniques for Fresnel lens computational imaging // Proceedings - International Conference on Pattern Recognition, Article number 7899729, pp. 775-780 (2016). DOI: 10.1109/ICPR.2016.7899729.
50. Kazanskiy N.L., Morozov A.A., Nikonorov A.V., Petrov M.V., Podlipnov V.V., Skidanov R.V., Fursov V.A. Experimental study of optical characteristics of a satellite-based Offner hyperspectrometer // Proc. SPIE, 2018, Vol. 10774, Art. No. 1077411. DOI: 10.1117/12.2318853.
51. Goshin Ye.V., Loshkareva G.E., Fursov V.A. Research and development of the classification algorithm based on the method of reference planes // CEUR Workshop Proceedings, 2015; 1490:304-308. DOI: 10.18287/1613-0073-2015-1490-304-308.
52. Котов, А.П. Технология оперативной реконструкции трехмерных сцен по разноракурсным изображениям [Текст] / А.П. Котов, В.А. Фурсов, Е.В. Гошин // Компьютерная оптика. – 2015. – Т. 39. – № 4. – С. 600-605. – DOI: 10.18287/0134-2452-2015-39-4-600-605.

53. Fursov V.A., Goshin Y.V. 3D scene stereo reconstruction with the use of epipolar restrictions // CEUR Workshop Proceedings, 2015; 1490:268-276. DOI: 10.18287/1613-0073-2015-1490-268-276
54. A.P. Kotov, Ye.V. Goshin, A.V. Gavrilov, V.A. Fursov. DEM generation based on RPC model using relative conforming estimate criterion. Procedia Engineering. Volume 201, 2017. Pages 708-717. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.589>
55. V A Fursov, and A P Kotov. Computing RPC using robust selection of GCPs // Journal of Physics: Conf. Series 1096 (2018) 012094 DOI:10.1088/1742-6596/1096/1/012094.
56. V A Fursov, A V Gavrilov, Ye V Goshin and K G Pugachev. The technology of image matching by the criterion of conformity of image fragments samples // Journal of Physics: Conf. Series 1096 (2018). 012084 DOI:10.1088/1742-6596/1096/1/012084.
57. Fursov, V.A., Goshin, Ye.V., Pugachev, K.G. Adaptive algorithm of conforming image matching // CEUR Workshop Proceedings, 2019, Vol. 2416, pp. 26-33.
58. Fursov, V.A. Solution of overdetermined systems of equations using the conforming subsystem selection / V A Fursov, A P Kotov and Ye V Goshin // Journal of Physics: Conference Series, 2019. Vol. 1368(5), P.052009. DOI: 10.1088/1742-6596/1368/5/052009.
59. V.A. Fursov, Ye.V. Goshin, A.P. Kotov. The Hybrid CPU/GPU Implementation of the Computational Procedure for Digital Terrain Models Generation from Satellite Images // Computer Optics. – 2016. – 40(5). – P. 721-728.
60. V.A. Fursov, A.V. Gavrilov. Parallel algorithm of data selection using relative conforming estimate criterion / Next Generation Concurrent Engineering: Smart and Concurrent Integration of Product Data, Services, and Control Strategies, CE. 2005. P. 375-380.
61. Kotov, A.P., Fursov, V.A., Goshin, Ye.V. Research of parallel CUDA implementations of the algorithm for constructing the disparity map from stereo images // CEUR Workshop Proceedings. Volume 1576, 2016, Pages 574-581.
62. А.П. Котов, Е.В. Гошин, В.А. Фурсов Гибридная CPU/GPU реализация сквозной информационной технологии построения цифровых моделей местности по космическим снимкам. Труды международной конференции "Суперкомпьютерные дни в России 2016" (26-27 сентября 2016 г., г. Москва). // – М.: Изд-во МГУ, 2016. С. 140-151.