



УТВЕРЖДАЮ
Директор ФИЦ ИУ РАН
академик РАН
И.А. Соколов

«17» 05 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«ИНФОРМАТИКА И УПРАВЛЕНИЕ»
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» (ФИЦ ИУ РАН)

Диссертация Мурынина Александра Борисовича «Методы анализа данных дистанционных измерений для исследования объектов земной поверхности и океана», представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы», выполнена в отделе 13 ФИЦ ИУ РАН.

Соискатель Мурынин Александр Борисович в 1984 году окончил Московский физико-технический институт по специальности «экспериментальная ядерная физика», в 1999 году он защитил диссертацию кандидата технических наук по специальности 05.12.20 «Оптические системы локации, связи и обработки информации». С 1993 года соискатель Мурынин А. Б. работает в ФИЦ ИУ РАН, в настоящее время – в должности ведущего научного сотрудника.

По результатам обсуждения диссертации «Методы анализа данных дистанционных измерений для исследования объектов земной поверхности и океана» принято следующее заключение.

1. Оценка выполненной соискателем работы.

В диссертации исследуются, разрабатываются и развиваются методы и алгоритмы цифровой обработки и анализа данных, получаемых при дистанционном зондировании Земли. Разрабатываются подходы к повышению информативности этих данных для извлечения требуемой информации о характеристиках антропогенных объектов и областей на поверхности Земли. Развиваются численные методы восстановления пространственных спектральных характеристик волн на морской поверхности по аэрокосмическим изображениям.

Разработана совокупность базовых методов повышения пространственного разрешения спутниковых изображений, отличающихся различными подходами к восполнению информации при передискретизации изображений. Создан подход к

повышению пространственного разрешения спутниковых изображений, основанный на методах дистанционных измерений пространственных спектров объектов суши и Предложен также вероятностный метод повышения разрешения мультиспектральных изображений, который основан на использовании опорных панхроматических изображений, учёте статистических закономерностей, связывающих панхроматические изображения с мультиспектральными на локальных участках поверхности.

На основе разработанных базовых методов повышения пространственного разрешения спутниковых изображений развита группа методов комплексирования и обработки данных дистанционного зондирования с использованием традиционных и нейросетевых подходов для получения информации об антропогенных объектах на аэрокосмических изображениях, в том числе об объектах инфраструктуры. Разработан метод повышения разрешения изображений, предназначенный для повышения чёткости границ, основанный на использовании дополнительной априорной информации, например, карт поверхности, представленных в векторной форме. Разработан численный метод обработки данных дистанционного зондирования, обеспечивающий обнаружение антропогенных объектов, в том числе транспортных средств, на данных сверхвысокого пространственного разрешения, основанный на выделении областей с близкими цветовыми характеристиками. Развита метод нейросетевого суперразрешения для повышения качества аэрокосмических изображений антропогенных инфраструктурных объектов, причём созданная нейросеть со специально выбранной функцией потерь показала лучшие результаты в сравнении с аналогами как по количественным мерам качества, так и при визуальной оценке.

Предложен подход к решению задачи определения геометрических размеров наблюдаемых объектов в трёхмерном пространстве по двумерным данным, представленным в спутниковом изображении, основанный на комплексировании традиционных методов обработки изображения с методами, основанными на машинном обучении и интеллектуальном анализе данных с применением искусственных нейронных сетей.

Разработан метод восстановления пространственных спектров поверхностного волнения по аэрокосмическим оптическим изображениям, основанный на применении специальных восстанавливающих операторов. Показана целесообразность использования многопараметрических пространственно-частотных фильтров в качестве восстанавливающих операторов.

Продемонстрирована эффективность и адекватность применения метода восстановления спектров уклонов и возвышений морского волнения по космическим

оптическим изображениям высокого пространственного разрешения. Посредством численной оптимизации подобраны значения параметров нелинейных восстанавливающих фильтров, эффективно работающих как в условиях развитого, так и в условиях развивающегося волнения, а также в присутствии волн зыби.

Проведена валидация разработанного метода дистанционного измерения спектров морских волн с использованием подспутниковых измерений с помощью струнных волнографов, стереосъёмки с высоким пространственным разрешением с малой высоты, дрейфующих волновых буёв. Показано хорошее соответствие результатов, полученных при обработке спутниковых изображений высокого пространственного разрешения и результатов обработки данных, полученных различными подспутниковыми средствами.

2. Конкретное личное участие автора в получении научных результатов, изложенных в диссертационном исследовании.

Диссертация Мурынина Александра Борисовича является самостоятельным творческим исследованием, выполненным на высоком научно-теоретическом и практическом уровне. Все основные результаты получены лично автором.

3. Степень достоверности результатов исследования.

Научные выводы, сформулированные в диссертационной работе, конкретны и убедительны. Достоверность и обоснованность полученных соискателем результатов базируется на валидации представленных методов, в том числе в комплексных экспериментах, включавших спутниковую съёмку и синхронные подспутниковые измерения.

4. Новизна результатов исследования

В диссертации разработан ряд новых методов цифровой обработки аэрокосмических изображений.

Развит новый метод повышения пространственного разрешения спутниковых изображений, объединяющий нейросетевой метод сверхразрешения на основе машинного обучения, выполняемого по репрезентативной обучающей выборке, а также метод слияния панхроматических и мультиспектральных изображений (паншарпенинг), основанный на нахождении векторов признаков в окрестности каждого элемента изображения в соответствии с заданной моделью.

Предложен новый вычислительный метод повышения разрешающей способности космической аппаратуры основанные на пространственно-спектральном анализе улучшаемых изображений и синтезе изображения высокого разрешения с использованием

специально разработанных алгоритмов восполнения спектров мощности и фазовых спектров в области высоких пространственных частот, экстраполяции спектров мощности улучшаемых изображений в область высоких пространственных частот с использованием известных эмпирических закономерностей, в том числе с помощью степенной аппроксимации спектров мощности, а также с использованием фазового спектра, полученного из опорных изображений.

Предложен численный метод извлечения трёхмерной информации о наземных объектах из одиночного спутникового изображения, включающий применение нейросетевой модели семантической сегментации спутникового изображения и извлечения трёхмерных пространственных данных о наземных объектах с привлечением данных об условиях спутниковой съёмки.

Разработан метод восстановления пространственных спектров уклонов и возвышений морских волн по аэрокосмическим оптическим изображениям, основанный на применении восстанавливающих операторов, учитывающий нелинейную модуляцию поля яркости уклонами морской поверхности. Метод включает в себя ряд вычислительных операций, в том числе численный синтез полей уклонов морской поверхности с заданным пространственным спектром, и моделирование поля яркости с учётом условий освещения, для выполнения которых требуется информация об условиях формирования изображений.

Предложен новый метод измерения двумерных пространственных спектров ветровых волн по спектрам одиночных спутниковых изображений, включающий применение многопараметрического восстанавливающего оператора, учитывающего нелинейную модуляцию поля яркости уклонами поверхности; восстановление двумерных спектров уклонов и возвышений при всех значениях волнового вектора, не попадающих в угловой сектор дефицита информации; аппроксимацию углового распределения энергии волн с использованием усеченного ряда Фурье и восстановление двумерного спектра возвышений на основе полученной аппроксимации углового распределения энергии волн.

5. Теоретическая значимость

Теоретическая значимость состоит в том, что в работе используются единые подходы к обработке аэрокосмических изображений объектов различной физической природы. Эти подходы основаны на совместном использовании пространственного спектрального анализа, статистического анализа, численном моделировании физических процессов, синтезе изображений и машинном обучении. Полученные результаты могут быть использованы в теоретических и прикладных исследованиях в области анализа данных дистанционного зондирования. Разработанные методы и результаты исследований

представлены на научных международных конференциях, опубликованы в рецензируемых научных журналах.

6. Практическая значимость.

Результаты, изложенные в диссертации, могут быть использованы при создании технологии повышения разрешения космических снимков, программного обеспечения обработки космических изображений, систем компьютерного зрения, предназначенных для измерения трёхмерных характеристик объектов.

Результаты, представленных в диссертации, были использованы в работах НИИ Космических систем им. А.А. Максимова, ПАО «РКК «Энергия», АО «НИИАС», ООО «SPIRIT Corp», Московского физико-технического института (национального исследовательского университета), что подтверждено соответствующими актами.

7. Ценность научной работы соискателя

Ценность научной работы, представленной в диссертации, состоит в том, что в ней изложены новые научно обоснованные технические и алгоритмические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие технологий обработки данных дистанционного зондирования. Такие технологии необходимы при создании систем аэрокосмического мониторинга различных антропогенных объектов и областей на земной поверхности. Особенно важны исследования явлений на морской поверхности, как природного происхождения, так и связанных с человеческой деятельностью. Результаты представленной научной работы имеют ценность также для развития систем компьютерного зрения широкого назначения.

8. Специальность, которой соответствует диссертация.

Полученные соискателем научные результаты соответствует паспорту специальности 2.3.8 – “Информатика и информационные процессы” (пункт 4).

9. Полнота изложения материала диссертации в работах, опубликованных автором.

Материалы диссертации изложены с следующих работах, опубликованных соискателем:

1. Бондур В. Г., Дулов В. А., Козуб В. А., Мурынин А. Б., Юровская М. В., Юровский Ю. Ю. Восстановление углового распределения энергии морских волн по спектрам спутниковых изображений // Доклады Российской академии наук. Науки о земле. 2023. Т. 509. № 1. С. 125–133. (1.2 п.л., авторский вклад — 30%).

Англ.версия: Bondur V. G., Dulov V. A., Kozub V. A., Murynin A. B., Yurovskaya M. V., Yurovsky Yu. Yu. Retrieving the Angular Distribution of Sea Wave Energy According to Satellite Imagery Spectra // *Doklady Earth Sciences*. 2023. Vol. 509. № 1. Pp. 363–369.

2. Bondur V., Dulov V., Kozub V., Murynin A., Yurovskaya M., Yurovsky Y. Validation of the satellite method for measuring spectra of spatially inhomogeneous sea waves // *J. Mar. Sci. Eng.* 2022. Vol. 10. № 10(1510). 22 p. URL: <https://www.mdpi.com/2077-1312/10/10/1510> DOI: 10.3390/jmse10101510. (2 п.л., авторский вклад — 35%).
3. Kazaryan M. L., Richter A. A., Murynin A. B., Gvozdev O. G., Kozub V. A., Pukhovskiy D. Yu., Zelenskiy A., Semenishchev E. Parametric Evaluation of Observed Objects from Images Based on Perspective Geometry Methods and Convolutional Neural Networks // *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*. 2022. Vol. 12317. № 123171E. 9 p. DOI: 10.1117/12.2646261.
4. Kazaryan M., Richter A., Gvozdev A., Murynin A., Kozub A., Pukhovskiy D., Shakhramanyan M., Semenishchev E. Reconstruction of 3D models of infrastructure objects from satellite images based on typed elements // *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*. 2022. Vol. 12269. Pp. 77–90. DOI: 10.1117/12.2641134.
5. Kozub V. A., Murynin A. B., Litvinchev I., Matveev I., Neural Network Approach to Segmentation of Economic Infrastructure Objects on High-Resolution Satellite Images // *Artificial Intelligence in Industry 4.0 and 5G Technology*. Wiley, 2022. Pp. 63–100. DOI: 10.1002/9781119798798.ch4. (2 п.л., авторский вклад — 25%).
6. Игнатъев В. Ю., Матвеев И. А., Мурынин А. Б., Усманова А. А., Цурков В. И. Повышение пространственного разрешения панхроматических спутниковых изображений на основе генеративных нейросетей // *Известия РАН. Теория и системы управления*. 2021. № 2. С. 64–72. DOI: 10.31857/S0002338821020074. (1 п.л., авторский вклад — 25%).

Англ.версия: Ignatyev V. Yu., Matveev I. A., Murynin A. B., Usmanova A. A., Tsurkov V. I. Increasing the Spatial Resolution of Panchromatic Satellite Images Based on Generative Neural Networks // *Journal of Computer and Systems Sciences International*. 2021. Vol. 60. № 2. Pp. 239–247. DOI: 10.1134/S1064230721020076.

7. Гвоздев О. Г., Козуб В. А., Кошелева Н. В., Мурынин А. Б., Рихтер А. А. Нейросетевой метод построения трехмерных моделей ригидных объектов по спутниковым изображениям // *Мехатроника, автоматизация, управление*. 2021. Т. 22. № 1. С. 48–55. DOI: 10.17587/mau.22.48-55.
8. Bondur V., Murynin A. The Approach for Studying Variability of SeaWave Spectra in a Wide Range of Wavelengths from High-Resolution Satellite Optical Imagery // *J. Mar. Sci. Eng.*

2021. Vol 9. № 8(823) 15 p. URL: <https://www.mdpi.com/2077-1312/9/8/823>
DOI: 10.3390/jmse9080823. (2 п.л., авторский вклад — 65%).
9. Воробьев В. Е., Мурынин А. Б. Восстановление спектров пространственно-неоднородного морского волнения при космическом мониторинге обширных акваторий // Исследование Земли из космоса. 2020. № 6. С. 47–58. DOI: 10.31857/S0205961420060068. (1.5 п.л., авторский вклад — 70%).
Англ. версия: Vorobyev V. E., Murynin A. B. Retrieving Spectra of Spatially Inhomogeneous Sea Waves during the Satellite Monitoring of Vast Water Areas // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2021. Vol 57. № 9. Pp. 1108–1116. DOI: 10.1134/S000143382109067X.
10. Бондур В. Г., Воробьев В. Е., Мурынин А. Б. Восстановление спектров морского волнения по космическим изображениям высокого разрешения при различных условиях волнообразования // Исследование Земли из космоса. 2020. № 3. С. 45–58. DOI: 10.31857/S0205961420030021. (1.8 п.л., авторский вклад — 60%).
Англ. версия: Bondur V. G., Vorobyev V. E., Murynin A. B. Retrieving Sea Wave Spectra Based on High-Resolution Space Images under Different Conditions of Wave Generation // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2020. Vol. 56. № 9. Pp. 887–897. DOI: 10.1134/S0001433820090042. (2 п.л., авторский вклад — 50%)
11. Гвоздев О. Г., Козуб В. А., Кошелева Н. В., Мурынин А. Б., Рихтер А. А. Построение трехмерных моделей ригидных объектов по спутниковым изображениям высокого пространственного разрешения с использованием свёрточных нейронных сетей // Исследование Земли из космоса. 2020. № 5. С. 78–96. DOI: 10.31857/S020596142005005X. (2 п.л., авторский вклад — 35%)
Англ. версия: Gvozdev O. G., Kozub V. A., Kosheleva N. V., Murynin A. B., Richter A. A. Constructing 3D Models of Rigid Objects from Satellite Images with High Spatial Resolution Using Convolutional Neural Networks // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2020. Vol. 56. № 12. Pp. 1664–1677. DOI: 10.1134/S0001433820120427.
12. Воробьев В. Е., Мурынин А. Б., Хачатрян К. С. Высокопроизводительная регистрация пространственных спектров морского волнения при оперативном космическом мониторинге обширных акваторий // Исследование Земли из космоса. 2020. № 2. С. 56–68. DOI: 10.31857/S0205961420020062. (1.5 п.л., авторский вклад — 45%).
Англ. версия: Vorobyev V. E., Murynin A. B., Khachatryan K. S. High-Performance Registration of Sea-Wave Spatial Spectra during the Operational Space Monitoring of Vast Water Areas // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2020. Vol. 56. № 9. Pp. 1159–1167. DOI: 10.1134/S0001433820090248.

13. Gvozdev O., Kosheleva N., Kozub V., Murynin A., Richter A. 3D-modeling infrastructure facilities using deep learnin based on high resolution satellite images // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2020. Vol. 20. № 2.2. Pp. 149–156. DOI: 10.5593/sgem2020/2.2/s10.018. (1 п.л., авторский вклад — 25%).
14. Мурынин А. Б., Рихтер А. А., Шахрамьян М. А. Выбор информативных признаков для выделения областей размещения отходов по космическим изображениям высокого пространственного разрешения // Исследование Земли из космоса. 2019. № 2. С. 29–44. DOI: 10.31857/S0205-96142019229-44. (2 п.л., авторский вклад — 40%).
15. Мурынин А. Б., Трекин А. Н., Игнатьев В. Ю., Кульченкова В. Г., Ракова К. О. Метод повышения разрешения космических изображений ригидных объектов // Машинное обучение и анализ данных, 2019. Т. 4. № 5. С. 296–308. DOI: 10.21469/22233792.4.5.01. (1.5 п.л., авторский вклад — 25%).
16. Murynin A., Vorobyev V., Khachatran K. Method of high-performance registration of sea surface spectra in the process of satellite monitoring // 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Albena, 2019. V. 19. Pp. 569–576. DOI: 10.5593/sgem2019/2.2/S10.070. (1 п.л., авторский вклад — 40%).
17. Bondur V. G., Murynin A. B. Measurement of Sea Wave Spatial Spectra from High-Resolution Optical Aerospace Imagery // Surface Waves — New Trends and Developments. London: IntechOpen, 2018. Pp. 71–88. DOI: 10.5772/intechopen.71834. (2 п.л., авторский вклад — 60%).
18. Гороховский К. Ю., Игнатьев В. Ю., Мурынин А. Б., Ракова К. О. Поиск оптимальных параметров вероятностного алгоритма повышения пространственного разрешения мультиспектральных спутниковых изображений // Известия РАН. Теория и системы управления. 2017. № 6. С. 112–124. DOI: 10.7868/S0002338817060099. (1.5 п.л., авторский вклад — 25%).
Англ. версия: Gorokhovskiy K. Yu., Ignatiev V. Yu., Murynin A. B., Rakova K. O. Parameters Optimization of the Novel Probabilistic Algorithm for Improving Spatial Resolution of Multispectral Satellite Images // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2017. V. 56. № 6. Pp. 1008–1020. DOI: 10.1134/S1064230717060053.
19. Гурченков А. А., Мурынин А. Б., Трекин А. Н., Игнатьев В. Ю. Метод объектно-ориентированной классификации объектов подстилающей поверхности в задаче аэрокосмического мониторинга состояния импактных районов Арктики // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия Естественные науки. 2017. № 3(72). С. 135–146. DOI: 10.18698/1812-3368-2017-3-135-146. (1.4 п.л., авторский вклад — 35%).

20. Игнатъев В. Ю., Матвеев И. А., Мурынин А. Б., Трёкин А. Н. Оценка качества изображений при повышении разрешения на основе пространственного спектрального синтеза // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия Естественные науки. 2017. № 1(72). С. 124–141. DOI: 10.18698/1812-3368-2017-1-124-141. (2.1 п.л., авторский вклад — 30%).
21. Бондур В. Г., Дулов В. А., Мурынин А. Б., Юровский Ю. Ю. Исследование спектров морского волнения в широком диапазоне длин волн по спутниковым и контактными данным // Исследование Земли из космоса. 2016. № 1–2. С. 7–24. DOI: 10.7868/S0205961416010048 (2 п.л., авторский вклад — 40%).
Англ. версия: Bondur V. G., Dulov V. A., Murynin A. B., Yurovsky Yu. Yu. A Study of Sea-Wave Spectra in a Wide Wavelength Range from Satellite and In-Situ Data // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. 2016. Vol. 52. № 9. Pp. 888–903. DOI: 10.1134/S0001433816090097.
22. Бондур В. Г., Дулов В. А., Мурынин А. Б., Игнатъев В. Ю. Восстановление спектров морского волнения по спектрам космических изображений в широком диапазоне частот // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2016. Vol. 52. № 6. С. 716–728. DOI: 10.7868/S0002351516060055. (1.6 п.л., авторский вклад — 30%).
Англ. версия: Bondur V. G., Dulov V. A., Murynin A. B., Ignatiev V. Yu. Retrieving Sea-Wave Spectra Using Satellite-Imagery Spectra in a Wide Range of Frequencies // Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. 2016. Vol. 52. № 6. Pp. 637–648. DOI: 10.1134/S0001433816060049.
23. Гурченков А. А., Бочкарёва В. Г., Мурынин А. Б., Трёкин А. Н. Улучшение качества изображений методом экстраполяции пространственных спектров // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия Естественные науки. 2016. № 2. С. 91–102. DOI: 10.18698/1812-3368-2016-2-91-102. (1.4 п.л., авторский вклад — 30%).
24. Бондур В. Г., Мурынин А. Б., Игнатъев В. Ю. Оптимальный выбор параметров для восстановления спектров морского волнения по аэрокосмическим изображениям // Машинное обучение и анализ данных. 2016. Т.2. № 2. С. 218–230. DOI: 10.21469/22233792.2.2.07. (1.8 п.л., авторский вклад — 40%).
25. Бондур В. Г., Мурынин А. Б. Методы восстановления спектров морского волнения по спектрам аэрокосмических изображений // Исследование Земли из космоса. 2015. № 6. С. 3–14. DOI: 10.7868/S0205961415060020. (1.6 п.л., авторский вклад — 60%).

- Англ. версия: Bondur V. G., Murynin A. B. Methods for Retrieval of Sea Wave Spectra from Aerospace Image Spectra // *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*. 2016. Vol. 52. № 9. Pp. 877–887. DOI: 10.1134/S0001433816090085.
26. Matveev I. A., Murynin A. B., Trekin A. N. Method for Detecting Cars in Aerospace Photos // *Pattern Recognition and Image Analysis*. 2015. Vol. 25. № 4. Pp. 669–673. DOI: 10.1134/S1054661815040161. (0.8 п.л., авторский вклад — 30%).
 27. Бочкарева В. Г., Матвеев И. А., Мурынин А. Б., Цурков В. И. Методы улучшения качества изображений, основанные на пространственном спектральном анализе // *Известия РАН. Теория и системы управления*. 2015. № 6. С. 115–123. DOI: 10.7868/S0002338815060025. (1 п.л., авторский вклад — 40%).
Англ. версия: Bochkareva V. G., Matveev I. A., Murynin A. B., Tsurkov V. I. Methods for Improving Image Quality Using Spatial Spectral Analysis // *Journal of Computer and Systems Sciences International*. 2015. Vol. 54. № 6. Pp. 897–904. DOI: 10.1134/S1064230715060027.
 28. Игнатьев В. Ю., Мурынин А. Б. Метод и алгоритмы прогнозирования сезонных характеристик областей антропогенного воздействия с использованием многолетних космических данных // *Известия РАН. Теория и системы управления*, 2015. № 3. С. 135–143. DOI: 10.7868/S0002338815030117. (1.8 п.л., авторский вклад — 45%).
Англ. версия: Ignatiev V. Yu., Murynin A. B. Method and algorithms of forecasting the seasonal characteristics of anthropogenic impact areas using long-term remote sensing data // *Journal of Computer and Systems Sciences International*. 2015. Vol. 54. № 3. Pp. 406–414. DOI: 10.1134/S1064230715030119.
 29. Трекин А. Н., Матвеев И. А., Мурынин А. Б., Бочкарёва В. Г. Метод повышения разрешения космических изображений с использованием априорной информации в векторной форме для сохранения границ // *Машинное обучение и анализ данных*. 2015. Т. 1. № 12. С. 1717–1730. DOI: 10.21469/22233792.1.12.07. (1.8 п.л., авторский вклад — 30%).
 30. Murynin A. B., Knyaz V. A., Matveev I. A. Human Vision Pathology Diagnostics by Photogrammetrics Means // *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2014. Vol. XL-5. Pp. 437–443. DOI: 10.5194/isprsarchives-XL-5-437-2014.
 31. Бондур В. Г., Мурынин А. Б., Матвеев И. А., Трёкин А. Н., Юдин И. А. Метод вычислительной оптимизации в задаче сопоставления растровой и векторной информации при анализе спутниковых данных // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2013. Т. 10. № 4. С. 98–106.
 32. Мурынин А. Б., Бондур В. Г., Игнатьев В. Ю., Гороховский К. Ю. Прогнозирование урожайности на основе многолетних космических наблюдений за динамикой развития

- вегетации // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 4. С. 245–256.
33. Murynin A., Gorokhovskiy K., Ignatiev V. Trainable method for predicting characteristics of land surface objects // Proc. IADIS international conference computer graphics, visualization, computer vision and image processing 2013. Prague, Czech Republic, July 22-24, 2013. Pp. 119–125.
34. Murynin A., Gorokhovskiy K., Bondur V., Ignatiev V. Analysis of Large Long-term Remote Sensing Image Sequence for Agricultural Yield Forecasting // Image Mining. Theory and Applications. Proc. 4th International Workshop on Image Mining. In conjunction with VISIGRAPP 2013. Barcelona, Spain, February 2013. Pp. 48–55.
35. Бондур В.Г., Мурынин А.Б. Восстановление пространственных спектров морской поверхности по оптическим изображениям с учетом нелинейной модуляции поля яркости. // Оптика атмосферы. 1991. Т.4. №4. С.387-393 (1 п.л., авторский вклад — 60%).
36. Lobantsov V. V., Matveev I. A., Murynin A. B. Method of multimodal biometric data analysis for optimal efficiency evaluation of recognition algorithms and systems // Pattern Recognition and Image Analysis. 2011. Vol. 21. № 2. Pp. 494–497. (0.5 п.л., авторский вклад — 35%).
37. Lobantsov V. V., Matveev I. A., Murynin A. B. A Biometrical Data Quality Analysis Method to Reliably Evaluate the Efficiency of Recognition Algorithms and Systems // Pattern Recognition and Image Analysis. 2012. Vol. 22. № 4. Pp. 595–600. (0.6 п.л., авторский вклад — 30%).
38. Мурынин А. Б., Десятчиков А. А., Ковков Д. В., Лобанцов В. В., Маковкин К. А., Матвеев И. А., Чучупал В. Я. Комплекс алгоритмов для устойчивого распознавания человека // Известия РАН. Теория и системы управления. 2006. № 6. Pp. 119–130. (1.4 п.л., авторский вклад — 35%).
Англ. версия: Desyatchikov A. A., Kovkov D. V., Lobantsov V. V. et al. A system of algorithms for stable human recognition // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2006. Vol. 45. № 6. Pp. 958–969. DOI: 10.1134/S1064230706060116.
39. Matveev I. A., Murynin A. B. 3-D Surface Reconstruction in Automatic Recognition System // 23rd Int. Congress on High-Speed Photography and Photonics. Moscow, 1998. Proc. SPIE Vol. 3516. Pp. 417–425 (0.8 п.л., авторский вклад — 50%).
40. Колмогоров В. Н., Матвеев И. А., Мурынин А. Б. Восстановление поверхности движущегося объекта в системе компьютерного зрения // Сообщения по прикладной математике. Препринт ВЦ РАН. 1999. 25 с (2 п.л., авторский вклад — 40%).

41. Kolmogorov V. N., Matveev I. A., Murynin A. B. Some techniques of real-time disparity estimation // Proc. Int. Conf. Computer Vision and Graphics, Graphicon'99. 1999. Pp. 174–181 (1 п.л., авторский вклад — 40%).
42. Барановский В.Д., Бондур В.Г., Кулаков В.В., Малинников В.А., Мурынин А.Б. Калибровка дистанционных измерений двумерных пространственных спектров волнения по оптическим изображениям // Исследование Земли из космоса. 1992, №2. С. 59-67 (1.2 п.л., авторский вклад — 30%).
43. Антипова Н.В., Гвоздев О.Г., Козуб В.А., Мурынин А.Б., Рихтер А.А. Восстановление структурной информации об антропогенных объектах из одиночных аэрокосмических изображений // Известия РАН. Теория и системы управления, 2023, № 3, с. 90–105 . DOI: 10.31857/S0002338823030010 (1.4 п.л., авторский вклад — 25%).
44. Мурынин А.Б. Восстановление пространственных спектров морской поверхности по оптическим изображениям в нелинейной модели поля яркости // Исследование Земли из космоса. 1990. №6. с.60-70.
45. Мурынин А.Б. Параметризация фильтров, восстанавливающих пространственные спектры уклонов морской поверхности по оптическим изображениям // Исследование Земли из космоса. 1991. №5. с.31-38.

В приведённом списке 35 публикаций сделаны в изданиях из списка ВАК и приравненных международных наукометрических баз.

Материалы главы 1 диссертации наиболее полно изложены в опубликованных работах [18,20,23,27] из приведённого выше списка.

Материалы главы 2 диссертации наиболее полно изложены в опубликованных работах [5,6,14,19,26,28,31,32] из приведённого выше списка.

Материалы главы 3 диссертации наиболее полно изложены в опубликованных работах [7,11,13, 38,43] из приведённого выше списка.

Материалы главы 4 диссертации наиболее полно изложены в опубликованных работах [1,2,8,12,16,17,22,25,35,44,45] из приведённого выше списка.

Материалы главы 5 диссертации наиболее полно изложены в опубликованных работах [1,2,8,9,10,21,22,42] из приведённого выше списка.

Основные результаты диссертации докладывались на международных и всероссийских конференциях, в том числе на следующих:

1. 20-я Международная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». ИКИ РАН, Москва, 14–18 ноября 2022 г.;
2. Всероссийская научная конференция «Моря России: вызовы отечественной науки». Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, 26–30 сентября 2022 г.;
3. 20-я Всероссийская конференция с международным участием «Математические методы распознавания образов» (ММРО-2021). Вычислительный центр Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, 7–10 декабря 2021 г.;
4. 19-я Международная конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». ИКИ РАН, Москва, 15–19 ноября 2021 г.;
5. Всероссийская научная конференция «Моря России: год науки и технологий в РФ - десятилетие наук об океане ООН». Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь, 20–24 сентября 2021 г.;
6. 13-я Международная конференция «Интеллектуализация обработки информации». Москва, Россия, 8–11 декабря 2020 г.;
7. 18-я Всероссийская Открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса». ИКИ РАН, Москва, 16–20 ноября 2020 г.;
8. Int. Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2020 Earth and Planetary Sciences. Альбена, Болгария, 16–25 августа 2020 г.;
9. 17-я Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». ИКИ РАН, Москва, 11–15 ноября 2019 г.;
10. Вторая международная конференция «Ситуация, язык, речь. Модели и приложения». Москва, Россия – Рим, Италия, 8–11 октября 2019;
11. Всероссийская научная конференция «Моря России: фундаментальные и прикладные исследования». г. Севастополь, 23–28 сентября 2019 г.;
12. 6-я Всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». ИКИ РАН, Москва, 12–16 ноября 2018 г.;
13. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019. Альбена, Болгария, 30 июня – 6 июля 2019 г.;
14. 12th International Conference “Intelligent Data Processing: Theory and Applications”. Гаэта, Италия, октябрь 8–12 октября 2018 г.;
15. 11th International Conference “Intelligent Data Processing: Theory and Applications”. Барселона, Испания, 10–14 октября 2016 г.

Диссертация «Методы анализа данных дистанционных измерений для исследования объектов земной поверхности и океана» Мурынина Александра Борисовича рекомендуется

к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.8 – “Информатика и информационные процессы”.

Заключение принято на заседании отдела 13 ФИЦ ИУ РАН.

Присутствовали на заседании 10 чел. Результаты голосования: «за» - 10 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 1 от «11» мая 2023 г.

Председатель:

Ильин В.Д., д.т.н.

Секретарь:

Егорова Е.К., к.ф.-м.н.