

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.028.01 (Д 003.005.02)  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОМЕТРИИ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от «10» января 2023 г. № 1

О присуждении Серёдкину Александру Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Разработка методов реконструкции и анализа трёхмерной структуры движущихся объектов» по специальности 1.2.2. «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите «8» ноября 2022 г. протокол № 7 диссертационным советом 24.1.028.01 (Д 003.005.02) на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук (ИАиЭ СО РАН), 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, д. 1, приказ Минобрнауки России 255/нк от 28 марта 2020 года.

**Соискатель** Серёдкин Александр Валерьевич 19.05.1993 года рождения, в 2016 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ), в 2020 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ), работает в должности младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской Академии наук (ИТ СО РАН).

**Диссертация выполнена** в Лаборатории физических основ энергетических

технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской Академии наук (ИТ СО РАН).

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН **Маркович Дмитрий Маркович**, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской Академии наук, г. Новосибирск.

**Официальные оппоненты:**

**Спектор Александр Аншелевич**, д.т.н., профессор, профессор Кафедры теоретических основ радиотехники, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск.

**Пестунов Игорь Алексеевич**, к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего Лабораторией аэрокосмического мониторинга и обработки данных (совместно с АлтГУ), Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий», г. Новосибирск.

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КазНЦ РАН), г. Казань,

**в своем положительном заключении, подписанном**

- Н.И. Михеев, д.т.н., руководитель ИЭПТ ФИЦ КазНЦ РАН, заведующий Лабораторией гидродинамики и теплообмена
- Н.С. Душин, к.т.н., старший научный сотрудник Лаборатории гидродинамики и теплообмена
- Р.Р. Шакиров, младший научный сотрудник Лаборатории гидродинамики и теплообмена

**заверенном**

- А.А. Калачев, член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н., директор ФИЦ КазНЦ РАН

**указала, что** диссертационная работа «Разработка методов реконструкции и анализа трёхмерной структуры движущихся объектов» является законченной и самостоятельной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научно-техническом уровне. Диссертация Серёдкина А.В. по актуальности, степени научной новизны и практической значимости, объёму выполненных исследований и их ценности соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

**Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 научных работ, из которых 8 в рецензируемых научных журналах и изданиях, 2 патента на изобретения и 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ:**

1. Токарев М.П., Серёдкин А.В., Хребтов М.Ю., Петкогло Н.П., Вовк М.Ю., Чикишев Л.М., Дулин В.М., Маркович Д.М., Марчуков Е.Ю. Оптическая диагностика геометрии осесимметричного регулируемого сопла газотурбинного двигателя // Автометрия – 2019 - Т. 55. № 6 - С. 94-101  
(из перечня ВАК)
2. Серёдкин А.В., Токарев М.П. Алгоритмы обработки изображений камеры светового поля и их применение для оптической диагностики потоков // Вычислительные методы и программирование – 2016 – Т. 17. № 3 - С. 224-233 (из перечня ВАК)
3. Mel'Nik A.V., Seredkin A.V., Tokarev M.P., Gobyzov O.A. Laser line scanning of a shape of moving objects with various degree of transparency // Journal of Physics: Conference Series – 2020 - 1677(1) – 012187 (из перечня РИНЦ, Scopus)
4. Seredkin A.V., Bobrov M.S., Tokarev M.P., Gobyzov O.A. Development of the algorithm for the optimization of objects pick up sequence on a conveyor belt // Journal of Physics: Conference Series – 2020 - 1677(1) - 012195 (из перечня РИНЦ, Scopus)
5. Seredkin A., Plokhikh I., Mullyadzhyanov R., Malakhov I., Serdyukov V., Surtaev A., Chinak A., Lobanov P., Tokarev M. Pattern recognition for bubbly flows with vapor or gas-liquid interfaces using U-Net architecture // Proceedings – 2020 Science and Artificial Intelligence Conference, S.A.I.ence – 2020 - P. 5-8 – 9303175 (из перечня

РИНЦ, Scopus)

6. Seredkin A.V., Tokarev M.P., Plohih I.A., Gobyzov O.A., Markovich D.M. Development of a method of detection and classification of waste objects on a conveyor for a robotic sorting system // Journal of Physics: Conference Series – 2019 - 1359(1) - 012127 (из перечня РИНЦ, Scopus)
7. Chertovskikh P.A., Seredkin A.V., Gobyzov O.A., Styuf A.S., Pashkevich M.G., Tokarev M.P. An adaptive PID controller with an online auto-tuning by a pretrained neural network // Journal of Physics: Conference Series – 2019 - 1359(1) - 012090 (из перечня РИНЦ, Scopus)
8. Tokarev M.P., Abdurakipov S.S., Gobyzov O.A., Seredkin A.V., Dulin V.M. Monitoring of combustion regimes based on the visualization of the flame and machine learning // Journal of Physics: Conference Series – 2018 - 1128(1) – 012138 (из перечня РИНЦ, Scopus)
9. Бобров М.С., Токарев М.П., Плохих И.А., Серёдкин А.В. "Программное обеспечение для детектирования объектов твёрдых коммунальных отходов на ленте конвейера на основе нейронной сети" // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020662465
10. Абдуракипов С.С., Токарев М.П., Плохих И.А., Гобызов О.А., Серёдкин А.В. Программа мониторинга режимов горения на основе методов машинного обучения (flamesense) // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018666880, 21.12.2018. Заявка № 2018664174 от 10.12.2018.
11. Серёдкин А.В., Токарев М.П., Бобров М.С., Гобызов О.А. Способ оптимизации роботизированной сортировки ТКО путём динамического планирования перемещений робота-сортировщика // Заявка на патент № 2020132021
12. Гобызов О.А., Абдуракипов С.С., Токарев М.П., Серёдкин А.В., Дулин В.М., Бильский А.В. Система мониторинга режимов горения топлива путем анализа изображений факела при помощи классификатора на основе свёрточной нейронной сети // Патент на изобретение RU 2713850 С1, 07.02.2020. Заявка № 2018143528 от 10.12.2018

**На автореферат поступили следующие положительные отзывы:**

- отзыв Кузнецова Геня Владимировича (д.ф.-м.н., профессор

Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова Инженерной школы энергетики, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»),

содержит замечание, что в автореферате нет специального раздела, посвященного обоснованию достоверности защищаемых положений, выводов и результатов диссертационного исследования автора.

- отзыв Скорняковой Надежды Михайловны (д.т.н., доцент, заведующий Кафедры физики, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет "МЭИ" (НИУ «МЭИ»), г. Москва),

содержит замечания:

1. автореферат не содержит формул, блок-схем, представлено лишь словесное описание моделей и алгоритмов;

2. все статьи автора по теме диссертации написаны в соавторстве.

- отзыв Вараксина Алексея Юрьевича (д.ф.-м.н., член-корр. РАН, профессор, заведующий лабораторией №8 - физического моделирования двухфазных течений Объединенный институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН), г. Москва),

содержит замечания:

1. в автореферате нет формул для описания моделей, модели описаны только словами;

2. нет описания учета характеристик исследования турбулентного потока и оптической плотности среды, в которой проводятся измерения.

- отзыв Сипатова Алексея Валерьевича (д.т.н., начальник отделения камер сгорания АО «ОДК-Авиадвигатель», г. Пермь),

содержит замечания:

1. автореферат содержит лишь словесное описание моделей и алгоритмов (причем часто в виде аббревиатур на английском языке без пояснений);

2. остается неясным, разрабатывал ли соискатель сами системы 3D регистрации или лишь алгоритмы к ним?

- отзыв Сергеев Даниил Александрович (к.ф.-м.н., заведующий лабораторией экспериментальных методов в геофизической и технической гидродинамике Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный

исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), г. Нижний Новгород),  
содержит замечания:

1. по мнению автора отзыва есть неточности в терминологии;
2. несмотря на ограниченный объем автореферата было бы желательно более подробное описание основных принципов функционирования камеры светового поля;
3. недостаточно продемонстрирована новизна результатов, связанных с развитием метода динамического измерения трехмерных координат по стереоизображениям и его использования для выделения области выходного и критического газотурбинного двигателя с соплом регулируемой площади сечения.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их** высокой научной квалификацией в области оптической диагностики, трёхмерной реконструкции и цифровой визуализации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**Разработаны и изложены** новые способы обработки изображений с камеры светового поля, основанные на впервые предложенной реализации алгоритма перефокусировки “Total focus”, который позволяет использовать одну камеру при применении метода трёхмерной цифровой трассерной визуализации.

**Предложен и реализован** новый алгоритм планировщика для сбора объектов с конвейерной ленты как часть автоматизированной системы сортировки твёрдых коммунальных отходов на основе динамического дерева поиска с отсечениями, учитывающий расположение предметов на конвейерной ленте, их стоимость и место сбора каждого предмета, хранящий лучшее найденное решение для использования в случае прерывания (Anytime algorithm).

**Предложен и реализован** оптический метод динамического измерения трёхмерных координат в условиях неравномерного освещения с большей устойчивостью к вибрациям, чем ранее существующие методы на основе обработки изображений стереопар, которая была достигнута демпфированием вибраций, адаптивной подстройкой длительности выдержки в зависимости от освещения, а также выбором системы подсветки и светофильтров.

**Предложен и реализован** алгоритм выделения области выходного и критического сечений газотурбинного двигателя с соплом регулируемой площади сечения, а также вычисления их трёхмерных координат и размеров на зашумлённой трёхмерной модели, полученной методом триангуляции изображений стереопар, с использованием алгоритмов фильтрации на основе вероятностных и интегральных методов.

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

Предложенный метод трёхмерной цифровой трассерной визуализации на основе одной камеры светового поля **позволяет производить измерения** в условиях узкого оптического доступа и передвигать устройство без необходимости проведения повторной калибровки.

Разработанный алгоритм планировщика для сбора объектов с конвейерной ленты работает в режиме отсечения по времени (Anytime algorithm) и **позволяет решать оптимизационную задачу** по сбору произвольно расположенных объектов на конвейерной ленте путём моделирования наиболее перспективных вариантов перемещения захвата, что позволяет ему работать в условиях, когда объекты имеют различное место сбора и стоимость.

Предложенная в работе система оптической диагностики на основе обработки изображений стереопар **обеспечила возможность определения** размеров выходного и критического сечений сопла газотурбинного двигателя с соплом регулируемой площади сечения во время наземных испытаний во всём диапазоне раскрытия и поворотов выходного устройства для режимов работы двигателя вплоть до максимальных.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**По результатам моделирования** эффективность предложенного алгоритма планировщика для сбора объектов с конвейерной ленты превышает на 11 % эффективность алгоритма, который не производил симуляцию возможных исходов на основе информации о последующих объектах.

Благодаря разработанному методу оптической диагностики и алгоритму фильтрации и выделения трёхмерных координат впервые **удалось напрямую**

**измерить** площадь критического и выходного сечений сопла регулируемой площади сечения с относительной погрешностью менее 0,3 % и высокой воспроизводимостью результатов.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

разработке и реализации алгоритмов калибровки камеры светового поля, восстановления изображений и трехмерных координат по изображениям светового поля. Также автор разработал и реализовал алгоритм работы планировщика и алгоритм обработки данных для вычисления диаметра сопла двигателя и реализовал все его этапы. Автор принимал непосредственное участие в создании и отладке системы автоматизированной сортировки твёрдых коммунальных отходов, в обучении нейронной сети для их классификации, а также в построении экспериментального образца автоматизированной системы сортировки твёрдых коммунальных отходов. Автор производил тестирование аппаратного комплекса по определению формы трехмерных объектов на макете сопла турбореактивного двигателя и лично принимал участие в экспериментах на работающем образце газотурбинного двигателя.

**В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:**

--- защищаемое положение 5 сформулировано в виде результата.

А.В. Серёдкин согласился, что защищаемое положение можно было бы сформулировать более удачно.

--- формулировка результата «...разработана, реализована, протестирована и апробирована система бесконтактной оптической диагностики геометрии сопла...» могут ввести в заблуждение, т.к. создается впечатление, что вы разрабатывали и изготавливали эту аппаратуру.

А.В. Серёдкин с замечанием согласился и пояснил, что отдельные камеры не разрабатывали, а разрабатывали систему, и соединение отдельных элементов в единый комплекс было частью данной работы.

Также в выступлении члена диссертационного совета были высказаны замечания --- вопрос целостности работы: три слабо связанные задачи.



--- нет анализа существующих методов реконструкции движущихся объектов.  
--- научная новизна не отражена.

В ходе дискуссии другие члены диссертационного совета и оппонент выразили несогласие с выступлением.

На заседании 10 января 2023 года диссертационный совет постановил: за решение научной задачи, имеющей значение для развития оптических методов измерений, присудить Серёдкину Александру Валерьевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

При проведении электронного тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 6 докторов технических наук по специальности 1.2.2 (05.13.18) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», участвовавших в заседании (очно 18, дистанционно 7), из 30 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 22, против 3.

Председатель диссертационного совета  
академик РАН



Шалагин Анатолий Михайлович

Ученый секретарь диссертационного совета  
д. ф.-м. н.

Ильичев Леонид Вениаминович

« 13 » января 2023 г.