

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО «Башкирский  
государственный педагогический  
университет им. М.Акумоллы»,  
д.п.н., профессор Л.А. Амирова

«19» \_\_\_\_\_ 2016 г.



### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Башкирский государственный педагогический университет  
им. М.Акумоллы»**

Диссертация «Методы математического моделирования обработки и анализа изображений в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений» выполнена на кафедре информационных и полиграфических систем и технологий Института профессионального образования и информационных технологий ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акумоллы».

В период подготовки диссертации соискатель Исхаков Алмаз Раилевич работал в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акумоллы» в должностях: ассистента кафедры теоретической физики физико-математического факультета с сентября 2003 г. по июнь 2004 г. года, с сентября 2004 г. по октябрь 2010 г., ассистента кафедры программирования и вычислительной математики физико-математического факультета, с ноября

2009 г. по ноябрь 2014 г., преподавателя кафедры программирования и вычислительной математики физико-математического факультета, преподавателя кафедры информационных и полиграфических систем и технологий Института профессионального образования и информационных технологий с октября 2014 г. по настоящее время, в 2011 г. окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В 2003 году соискатель Исхаков Алмаз Раилевич окончил Башкирский государственный педагогический университет по специальности «Математика и физика» с присвоением квалификации «Учитель математики и физики».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2016 г. ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы».

Научный руководитель – Маликов Рамиль Фарукович, д.ф.-м.н., профессор кафедры информационных и полиграфических систем и технологий Института профессионального образования и информационных технологий ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы».

Тема диссертации утверждена Ученым Советом Института профессионального образования и информационных технологий ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы», № 167-а/н от 27.10.2009 г.

*Актуальность темы и направленность исследования*

Диссертационная работа А.Р. Исхакова посвящена исследованию процессов обработки и анализа изображений в системах технического зрения. Разработка математических моделей обработки и анализа изображений в системах технического и машинного зрения, методов их моделирования, алгоритмов решения и программ расчета параметров этих

математических методов являются актуальными задачами, которые используются в разработке бесконтактных информационно-измерительных систем в промышленности, производстве, научных исследованиях и в социальной сфере.

Известны математические модели таких элементов систем технического зрения, как источники и приемники оптического излучения, оптические и оптико-механические узлы системы. Построенные математические модели отражают всего лишь принципы функционирования подсистем и описывают их вклад в процесс обработки, анализа и распознавания изображений системами технического зрения. Они не позволяют исследовать функции систем технического зрения на достоверность проводимых измерений, что снижает качество систем технического зрения, как информационно-измерительных систем. Разработка методов математического моделирования функций систем технического зрения, методов исследования обработки и анализа изображений, решение задачи подбора параметров методов моделирования, как задачи оптимизации многопараметрической целевой функции, генетическим алгоритмом является, несомненно, актуальной задачей.

#### *Личное участие автора в полученных научных результатах*

Научные результаты, выносимые на защиту и составляющие основное содержание диссертационной работы, получены автором самостоятельно.

В совместных работах соискателю принадлежат теория модифицированных дескриптивных алгебр изображений, формулы комбинаторных оценок воронки пространства обработки и анализа изображений, алгоритм разработки методов математического моделирования обработки и анализа изображений, постановка задачи вычисления количества и площади объектов наблюдения, как задачи оптимизации нелинейной двухпараметрической целевой функции с линейными ограничениями, генетический алгоритм численной оптимизации нелинейной двухпараметрической целевой функции с линейными ограничениями,

разработанный комплекс программ для расчета вероятности выбора начальных изображений, результаты вычислительного эксперимента по исследованию генетического алгоритма оптимизации нелинейной двухпараметрической целевой функции с линейными ограничениями.

#### *Степень достоверности результатов проведенных исследований*

Полученные теоретические и практические результаты не противоречат исследованиям и разработкам современных отечественных и зарубежных ученых по тематике математического моделирования информационно-измерительных процессов в технических системах.

Обоснованность полученных в диссертационной работе положений и выводов подтверждается: корректным применением апробированных научных положений и методов исследования в области математического моделирования технических систем; соответствием полученных результатов вычислительного эксперимента, теоретически получаемым прогнозам.

Достоверность научных положений подтверждается строгостью постановки задачи многопараметрической оптимизации нелинейной целевой функции с линейными ограничениями и апробацией разработанных вычислительных алгоритмов на примерах вычисления количества и площади наблюдаемых объектов на изображениях. Адекватность разработанных методов математического моделирования обработки и анализа изображений соответствием функциям системы технического зрения корректным применением апробированных научных подходов, методов и технологий. Результатов вычислительного эксперимента, правильной его организацией и соответствием интерпретаций, прогнозируемым положениям.

#### *Научная новизна результатов*

В области математического моделирования:

Разработана теория модифицированных дескриптивных алгебр изображений, основанная на универсальных алгебрах, для исследования обработки и анализа изображений в системах технического и компьютерного зрения. Получены формулы количественной оценки пространственных образований

(воронка) пространства обработки и анализа изображений для проведения выборки начальных изображений. Разработан новый алгоритм создания методов математического моделирования обработки и анализа изображений произвольных измерительных функций для систем технического зрения.

В области численных методов:

Разработан генетический алгоритм для многопараметрической оптимизации нелинейной целевой функции с линейными ограничениями для вычисления оптимальных значений параметров в функциях систем технического зрения.

В области комплексов программ:

Разработан программный комплекс расчета вероятности выбора начальных изображений для методов математического моделирования обработки и анализа изображений в пространстве состояний изображений.

#### *Практическая значимость полученных результатов*

Теория модифицированных дескриптивных алгебр изображений расширяет отечественный алгебраический подход к обработке, анализу, распознаванию и пониманию изображений. Разработанный вычислительный аппарат является специализацией дескриптивных алгебр изображений. Формулы оценки пространственного образования (воронки) носят конструктивный характер и позволяют выбрать начальные изображения для разработки методов математического моделирования обработки и анализа изображений. Теоретическая значимость основных положений теории и результатов исследований, несомненно, расширяют возможности всего алгебраического подхода в целом.

Алгоритм разработки методов математического моделирования обработки и анализа изображений могут быть использованы для разработки функций систем технического и компьютерного зрения. Построенные методы математического моделирования обработки и анализа изображений не могут гарантировать достоверность измерений, что требует подбора вариаций для их параметров. Задача поиска оптимальных значений параметров, согласно разрабатываемой теории, формулируется, как задача

многопараметрической оптимизации нелинейной функции с линейными ограничениями, расширяя область применения нелинейного программирования.

Разработанный генетический алгоритм для решения задачи многопараметрической оптимизации нелинейной целевой функции с линейными ограничениями делает достойный вклад в развитие численных методов оптимизации целевой функции в дискретном пространстве экспоненциальной сложности.

#### *Ценность научных работ соискателя*

Полученные результаты исследований могут найти применение в разработках эффективных систем технического зрения для промышленности, производства, сферы безопасности, социальной сферы, в разработках беспилотных транспортных систем, космической отрасли и многих других отраслях.

Результаты диссертации опубликованы в 17 работах, из них 4 статьи опубликованы в журналах из перечня ведущих российских рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 1 монография, 1 свидетельство о регистрации программного продукта в Объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование» (ОФЭРНиО) Минобрнауки РФ.

*Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК*

1. Исхаков, А.Р. Система классификации микроскопических водорослей рода *Chlorella* / А.Р. Исхаков, М.Р. Богданов, А.В. Богданова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т.12, №1(3). – С. 688-690.
2. Исхаков, А.Р. Автоматизация предварительной обработки картографического материала, содержащего цветные контуры, в целях их дальнейшей векторизации / А.Р. Исхаков, Р.М. Асадуллин, М.Р.

Богданов, Н.И. Федоров // Информационные технологии. – 2011. - №5. – С. 67-72.

3. Исхаков, А.Р. Доверенные сети связи, как основа информационной безопасности государства / А.Р. Исхаков, Т.Я. Якубов, А.Р. Маннапов // Информационное общество. – 2015. - №1. – С. 37-48.
4. Iskhakov, A.R. Calculation of aircraft area on satellite images by genetic algorithm / A.R. Iskhakov, R.F. Malikov // Bulletin of the south ural state university. Series: «Mathematical modeling, programming & computer software». – 2016. – Vol.9, No.4. – P. 148-154.

#### *Монография*

5. Исхаков, А.Р. Моделирование систем технического зрения в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений: монография / А.Р. Исхаков, Р.Ф. Маликов. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2015. – 159 с.: ил.

#### *Свидетельство о регистрации программы*

6. Исхаков, А.Р. Электронный ресурс «Программный комплекс MDAITool 1.0 «Проектирование информационных систем» / А.Р. Исхаков, Р.Ф. Маликов. – М.: ФГНУ ИНИПИ РАО, ОФЭРНИО № 22154 от 20.09.2016.

#### *Другие научные статьи и тезисы докладов*

7. Исхаков, А.Р. Об одном подходе к формализации операции структуризации, процедурных преобразований и T-представлений в дескриптивных алгебрах изображений / А.Р. Исхаков, Ф.Ф. Исламов, Г.В. Логвин, М.С. Агафонов // Материалы международной заочной научно-практической конференции «Инновации и современная наука», Новосибирск, 12 декабря 2011 г. – Ч.1. – С.6-18.
8. Исхаков, А.Р. Параметрические преобразования и P-представления дескриптивных алгебр изображений / А.Р. Исхаков, Н.Г. Мигранов, Е.М. Кузнецова, И.В. Мухаметова, В.А. Галанов // Материалы международной заочной научно-практической конференции «Математика и информационные технологии в современном мире»,

Новосибирск, 20 декабря 2011 г. – С.65-76.

9. Исхаков, А.Р. Математическое моделирование систем технического зрения на основе модифицированных дескриптивных алгебр изображений / А.Р. Исхаков, Р.Ф. Маликов, Н.Г. Мигранов // Материалы республиканской научно-практической конференция «Информатизация образовательного пространства: опыт, проблемы и перспективы», Уфа, 22 декабря 2011 г. – Ч.2. – С.12-17.
10. Исхаков, А.Р. Модифицированные дескриптивные алгебры изображений и пространство состояний изображения / А.Р. Исхаков, Н.Г. Мигранов, А.И. Ильина, Р.М. Гумеров. // Материалы IX международной научно-практической конференции «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук», Москва, 30-31 декабря 2011 г. – С.94-101.
11. Исхаков, А.Р. Моделирование функции системы технического зрения в пространстве состояний изображения / А.Р. Исхаков, Н.Г. Мигранов, А.С. Павлов, Э.Ф. Газизов // Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции «Теория и практика современной науки», Москва, 30 декабря 2011 г. – С. 169-185.
12. Исхаков, А.Р. Нейронные сети в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений / А.Р. Исхаков, Н.Г. Мигранов. // Сборник тезисов X Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение», Москва, 20 марта – 2012 г. – С.34.
13. Исхаков, А.Р. Обработка и анализ изображений в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений / А.Р. Исхаков, Н.Г. Мигранов, Р.Ф. Маликов // Сборник трудов XIII Национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием, Белгород, 16-20 октября 2012 г. – С.44-51.
14. Исхаков, А.Р. Методология теории обработки и анализа изображений / А.Р. Исхаков, Н.Г. Мигранов, Р.Ф. Маликов // Сборник трудов конференции «Прикладная информатика и компьютерное



моделирование», Уфа, 25-28 мая 2012 г. – С. 100-103.

15. Исхаков, А.Р. Математическое моделирование систем технического зрения в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений // Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Робототехника и искусственный интеллект», Железногорск, 13 декабря 2014 г. – С. 89-95.

16. Исхаков, А.Р. Интеллектуальная система анализа видео-контента в доверенных сетях связи // Тезисы докладов конференции «Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015», Москва, 16-20 февраль 2015 г. – С. 124.

17. Исхаков, А.Р. Параметрический синтез систем технического зрения в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений // Исследования наукограда. – 2015. – №2 (12). – С. 24-31.

18. Iskhakov, A.R. Mathematical methods of modeling of image processing and analysis in the modified descriptive algebras of images / Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2016. – Vol.3, No.1. – P.3-9.

Из совместных работ в диссертацию вошли только результаты, полученные лично ее автором.

Результаты работы докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на Международной научно-практической конференции «Инновации и современная наука» (Новосибирск, 2011), Международной научно-практической конференции «Математика и информационные технологии в современном мире» (Новосибирск, 2011), Республиканской научно-практической конференции «Информатизация образования: опыт проблемы и перспективы» (Уфа, 2011), IX Международной научно-практической конференции «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук» (Москва, 2011), IV Международной научно-практической конференции «Теория и практика современной науки» (Москва, 2011), XIII Всероссийской научно-технической конференции «Нейроинформатика-2011» (Москва, 2011), XIV Всероссийской научно-технической конференции «Нейроинформатика-2012» (Москва,

2012), XIII Национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием (Белгород, 2012), VI Всероссийской научно-технической конференции «Робототехника и искусственный интеллект» (Железногорск, 2014 г.), Научно-технической конференции «Техническое зрение в системах управления» (Москва, 2016 г.), VIII Всероссийской научно-технической конференции «Робототехника и искусственный интеллект» (Железногорск, 2016 г.).

Материалы диссертационной работы также проходили обсуждение на научных семинарах: Института математики УНЦ РАН (Уфа, 2011 г.), математического факультета ЧелГУ (Челябинск, 2012 г.), Института систем обработки изображений РАН (Самара, 2012 г.), Башкирского отделения научного совета по методологии искусственного интеллекта РАН (Уфа, 2013 г.), Вычислительного центра им. А.А. Дородницына РАН (Москва, 2013 г.), Стерлитамакского филиала БашГУ (Стерлитамак, 2015 г.), кафедры уравнений математической физики факультета математики, механики и компьютерных наук ЮУрГУ (Челябинск, 2015 г.), кафедры уравнений математической физики факультета математики, механики и компьютерных технологий в институте естественных и точных наук ЮУрГУ (Челябинск, 2016 г.).

*Специальность, которой соответствует диссертация*

Содержание работы соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» и отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, поскольку подтверждается соответствие результатов исследований следующим пунктам паспорта специальности: разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений; реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента; проведение комплексных исследований научных и

технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Диссертация «Методы математического моделирования обработки и анализа изображений в модифицированных дескриптивных алгебрах изображений» Исхакова Алмаза Раилевича является законченным, самостоятельно выполненным научным исследованием, содержит новые научные результаты и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

ПРИСУТСТВОВАЛИ: зав.кафедрой Р.И. Саитов, д.т.н., профессор; С.В. Максимов, к.т.н., доцент; Л.В. Миниярова, к.с.-х.н., доцент; О.Г. Старцева, к.п.н., доцент; Р.Р. Хасанов, ст.преподаватель; А.Ф. Низамутдинова, ст.преподаватель; Ю.З. Габидуллин, преподаватель;

ПРИГЛАШЕНЫ: В.М. Картак, д.ф.-м.н., профессор; Р.М. Асадуллин, д.ф.-м.н., профессор; З.Ш. Каримов, к.ф.-м.н., профессор.

Заключение принято на заседании кафедры информационных и полиграфических систем и технологий Института профессионального образования и информационных технологий ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы». Результаты голосования: «за» - 10 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол № 3 от 27.10.2016 г.

Заведующий кафедрой информационных и полиграфических систем и технологий,  
доктор технических наук, профессор

Р.И. Саитов



Подпись *Р.И. Саитова*  
Заверяю: Начальник отдела документационного обеспечения

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы»,  
450000, г. Уфа, ул. Октябрьской революции, 3-а, тел.: 8 (347) 272-58-05, e-mail: office@bspu.ru