

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА  
Д 212.173.06 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
МИНОБРНАУКИ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 20.06.2019 г. протокол № 3

О присуждении Зайцевой Анне Юрьевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обнаружение дымовых облаков на изображениях лесных массивов в системах противопожарного видеомониторинга» по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики принята к защите «18» апреля 2019 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом Д 212.173.06, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Зайцева Анна Юрьевна, 1993 года рождения, в 2015 г. окончила магистратуру по направлению «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ. Обучается в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, с 01.09.2015 г. по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре теоретических основ радиотехники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Васюков Василий Николаевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра теоретических основ радиотехники, профессор.

Официальные оппоненты:

Двойнишников Сергей Владимирович, доктор технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук», заведующий лабораторией основ безопасности и эффективного использования реакторных установок,

Косых Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук», заведующий лабораторией цифровых методов обработки изображений,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск в своем положительном заключении, подписанном Курячим Михаилом Ивановичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником, доцентом кафедры телевидения и управления, Куксенко Сергеем Петровичем, кандидатом технических наук, доцентом кафедры телевидения и управления и утвержденном Рулевским Виктором Михайловичем, кандидатом технических наук, доцентом, проректором по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»,

указала, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор, Зайцева Анна Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17.

Соискатель имеет 30 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 4 научные работы, опубликованные в журналах, входящих в перечень ВАК, 7 публикаций в трудах международных конференций, индексируемых Scopus и Web of Science, а также 19 работ, опубликованных в других изданиях и в сборниках трудов конференций.



Перечень наиболее значимых работ автора, в которых отражено основное содержание диссертационной работы и ее результатов:

1. Васюков, В. Н. Алгоритмы анализа изображений для системы раннего обнаружения лесных пожаров / В. Н. Васюков, А. Ю. Зайцева // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2014. – 4(25). – С. 57-69.

Соискателем предложен алгоритм обнаружения движения дымового облака, а также алгоритмы предварительной обработки изображений, направленные на повышение эффективности систем видеомониторинга лесных пожаров.

2. Васюков, В. Н. Система раннего обнаружения лесных пожаров - архитектура и алгоритмы / В. Н. Васюков, А. Ю. Зайцева, В. В. Бондаренко // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2015. – № 2(27). – С. 43-56.

Соискателем разработана динамическая модель изображения дымового облака, распространяющегося на фоне лесного массива, которая предназначена для обеспечения возможности генерирования большого количества изображений, на основе которых проводится оценивание эффективности алгоритмов контрастного обнаружения.

3. Васюков, В. Н. Иерархическая конечнозначная гиббсовская модель для сегментации текстурных изображений / В. Н. Васюков, А. Ю. Зайцева // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2016. – № 3(32). – С. 43-53.

Соискателем разработаны алгоритмы сегментации текстурных изображений на основе построения иерархической гиббсовской модели, наблюдаемые уровни в которой представлены изображениями бинарных препаратов текстуры.

4. Васюков, В. Н. О характере сходимости процедур моделирования изображений, описываемых бинарными гиббсовскими моделями / В. Н. Васюков, А. Ю. Зайцева, И. А. Денисенко // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2017. – № 3. – С. 29-38.

Соискателем исследовано явление фазового перехода при моделировании бинарных стохастических изображений, подчиняющихся распределению Гиббса.

5. Vasyukov, V. N. Image analysis algorithms for forest fire monitoring systems / V. N. Vasyukov, A. Yu. Zaitseva // Proceedings of 12th International Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE-2014). – Novosibirsk. – 2014. – Vol. 1. – P. 327-331.

Соискателем предложена процедура геометрической компенсации вертикальных геометрических искажений, повышающая эффективность текстурной сегментации изображений.

6. Vasyukov, V. N. Segmentation of textured images described by hierarchical Gibbs model / V. N Vasyukov, A. Yu. Zaitseva // 11th International forum on strategic technology (IFOST 2016): proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2016. – Vol. 1. – P. 452-455.

Соискателем разработана процедура получения трехзначного препарата текстуры, повышающая эффективность сегментации на основе применения иерархической гиббсовской модели.

7. Vasyukov, V. N. Textured images segmentation based on hierarchical finite-valued Gibbs model / V. N Vasyukov, A. Yu. Zaitseva // Proceedings of Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE–2016). – Novosibirsk: NSTU. – 2016. – Vol. 1. – P. 439-442.

Соискателем исследовано влияние выбора препарата текстуры, полученного с применением различных детекторов границ, на эффективность сегментации на основе иерархической гиббсовской модели.

8. Zaitseva, A. Yu. Investigation of Gibbs fields modeling procedures convergence / A. Yu. Zaitseva, I. A. Denisenko // The 18th international conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices EDM–2017. – Novosibirsk: NSTU. – 2017. –P. 83-86.

Соискателем получены оценки времени сходимости процедуры моделирования бинарных текстурных изображений, представленных в виде реализаций бинарных случайных полей с гиббсовским распределением вероятностей (модель Изинга).

9. Vasyukov, V. N. Algorithms of binary texture images modeling / V. N. Vasyukov, A. Yu. Zaitseva // Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE–2018). – Novosibirsk: NSTU. – 2018. – Vol. 1. – P. 128-131.

Соискателем разработана бинарная гиббсовская модель текстурного изображения с несколькими типами текстур, предназначенная для моделирования изображений земной поверхности, схожими с аэро- и спутниковыми снимками.

10. Vasyukov, V. N. Determination of critical parameters of binary Gibbs random field based on image modeling / V. N. Vasyukov, A. Yu. Zaitseva, I. A. Denisenko // The



19th international conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices EDM–2018: proceedings. – 2018. – P. 114-117.

Соискателем экспериментальным способом определены критические значения параметров обобщенной бинарной гиббсовской модели с парными горизонтальными и вертикальными кликами.

11. Zaitseva, A. Yu. Development of region-based algorithm of texture segmentation / A. Yu. Zaitseva, V. N. Vasyukov // 13th International forum on strategic technology IFOST–2018: proceedings. – Harbin. – 2018. – P. 400-403.

Соискателем исследована эффективность текстурной сегментации на основе оценивания параметров бинарных гиббсовских случайных полей для изображений бинарного вейвлет-препарата текстуры, разработанный алгоритм применяется для сегментации реальных изображений, получаемых в системе противопожарного видеомониторинга.

Все основные результаты, приведенные в диссертации, и положения, выносимые на защиту, получены соискателем лично.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все положительные):

1. Заяц Анатолий Моисеевич, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург. Рецензент указывает на то, что в автореферате не приведены количественные оценки эффективности реализации разработанных алгоритмов, отмечает, что в списке трудов отсутствуют ссылки на свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ, реализующих разработанные алгоритмы.

2. Седалищев Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой вычислительной техники и электроники, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», г. Барнаул. Рецензент отмечает, что в автореферате не выделен отдельно структурный элемент «степень разработанности темы», в заключении не приведены перспективы дальнейшей разработки темы, рекомендованные ГОСТ Р 7.0.11-2011; а также, что в автореферате не представлены преимущества предлагаемого алгоритма раннего обнаружения по сравнению с



существующими аналогами. Рецензенту не вполне ясны рекомендации по выбору частоты кадров основной видеопоследовательности и анализу разнесенных кадров с целью повышения надёжности обнаружения дымового облака.

3. Виноградский Владимир Васильевич, кандидат технических наук, главный инженер, Доровских Роман Сергеевич, кандидат технических наук, ведущий специалист специального конструкторского бюро, ЗАО «Производственное объединение «Спецавтоматика», г. Бийск. Рецензенты отмечают отсутствие указания преимуществ предлагаемого алгоритма обнаружения по сравнению с существующими; считают, что утверждение о целесообразности использования разнесенных кадров видеопоследовательности не подкреплено конкретными рекомендациями о степени разнесения; отмечают отсутствие у автора по исследуемой тематике свидетельств о регистрации программ для ЭВМ или патентов на полезную модель, а также сведений об экономической целесообразности от предполагаемого внедрения проведенных исследований. Рецензенты указывают на то, что в качестве публикаций в журналах из перечня ВАК автор приводит 4 статьи, опубликованные в одном и том же журнале «Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации».

4. Пронин Сергей Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных технологий, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул. Рецензент указывает на то, что в автореферате нет четкой формулировки предмета и объекта исследования, и что результаты исследования сходимости процедур моделирования изображений, описываемых бинарными гиббсовскими моделями, не нашли отражения в тексте автореферата, хотя у автора диссертации имеется публикация на эту тему «О характере сходимости процедур моделирования изображений, описываемых бинарными гиббсовскими моделями» (В.Н. Васюков, А.Ю. Зайцева, И.А. Денисенко) в журнале «Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации» из Перечня ВАК.

5. Нежевенко Евгений Семенович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения РАН», г. Новосибирск. Из текста автореферата рецензенту не ясны моменты, касающиеся использования АРУ, и то, каким образом функции коррекции (4), (5), (6): корень квадратный, квадрат и куб, – подтверждают



низкую чувствительность разработанного алгоритма к монотонным изменениям яркости. По мнению рецензента, АРУ влияет на результат сравнения. Рецензенту не понятно, почему именно метод сегментации «k-средних» взят для сравнения, как выбираются объекты интереса по результатам сегментации и почему из них исключается небо. Рецензент считает, что, возможно, все это есть в диссертации, но в автореферате все это изложено не очень убедительно.

6. Крашенинников Виктор Ростиславович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и информационных систем и технологий, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск. Рецензент указывает на отсутствие в тексте автореферата предельно допустимого значения вероятности ложной тревоги для рассматриваемой системы и его обоснования, а также отмечает, что в автореферате не указана степень личного участия соискателя в получении результатов диссертационной работы.

7. Кашкин Валентин Борисович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск. По мнению рецензента, из автореферата не понятно, функционируют ли разработанные информационные приложения в полностью автоматическом режиме или они направлены на снижение временных и трудовых затрат оператора. Рецензент хотел бы узнать, как численно оценивается эффективность предложенного в работе алгоритма обнаружения движения дымового облака при моделировании; а также применяла ли автор диссертации свои разработки при обнаружении пожара в лесу.

8. Калинин Вячеслав Олегович, кандидат технических наук, генеральный директор ООО «Центр технологий виртуализации», г. Новосибирск. Рецензент указывает на отсутствие в автореферате описания способа поиска и выбора оптимального значения параметров  $N_{кр}$  и  $k_{кр}$  для работы алгоритма (стр. 8-9); на отсутствие обоснованности выбора морфологического алгоритма выравнивания яркости (2) должным образом; отсутствие результатов практических испытаний работы алгоритма обнаружения на реальных изображениях лесных пожаров и численных результатов испытаний его эффективности на моделях изображений развития дымового облака, а также на то, что в автореферате не рассмотрены особенности применения разработанных алгоритмов для обработки видеоматериалов,

получаемых с борта БПЛА, что, по его мнению, является наиболее актуальным перспективным методом мониторинга пожарной обстановки в настоящее время.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Двойнишников Сергей Владимирович, доктор технических наук, заведующий лабораторией основ безопасности и эффективного использования реакторных установок Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук», является специалистом в области оптико-электронной диагностики, лазерной доплеровской анемометрии, многопараметрической триангуляции, имеет многолетний опыт решения задач цифровой обработки сигналов.

Косых Валерий Петрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией цифровых методов обработки изображений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук», является специалистом в области обработки изображений, сфера научных интересов связана с разработкой методов и алгоритмов анализа изображений и созданием на их основе систем для проведения полного цикла решения прикладных задач анализа сигналов и изображений (см. [https://www.nstu.ru/science/dissertation\\_sov/dissertations/view?id=17481](https://www.nstu.ru/science/dissertation_sov/dissertations/view?id=17481)).

Коллектив кафедры телевидения и управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» занимается исследованиями и разработкой программных и технических средств телевизионно-вычислительной автоматики для систем наблюдения, астроориентации и управления, интегрированных систем безопасности (перечень последних публикаций на с. [https://www.nstu.ru/files/dissertations/svedeniya\\_o\\_veduscheiy\\_organizacii\\_bez\\_pechati\\_155990959193.pdf](https://www.nstu.ru/files/dissertations/svedeniya_o_veduscheiy_organizacii_bez_pechati_155990959193.pdf)).



Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан алгоритм обнаружения движения дымового облака на фоне лесного массива, в основе которого лежит алгоритм анализа характеристик связанных компонент пороговых множеств изображения разности кадров видеопоследовательности при понижающемся пороге, преимуществом которого является отсутствие необходимости априорной статистической информации об изображении; разработаны алгоритмы сегментации изображений, получаемых в системах обнаружения лесных пожаров, на области, занятые лесом и небом, а также лесом и зданиями, в основе которых лежит применение текстурного и яркостного признаков;

предложена динамическая модель изображения дымового облака, распространяющегося на фоне лесного массива, применяемая для генерирования последовательности изображений дымового облака в процессе развития на лесном фоне, с использованием данной модели проведено оценивание эффективности разработанного алгоритма обнаружения движения дымового облака.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изложены принципы построения алгоритма обнаружения движущегося объекта на основе анализа динамики характеристик связанных компонент пороговых множеств изображения разности разнесенных кадров видеопоследовательности при понижении порога, не требующего априорной статистической информации об изображении; изложены результаты исследований явления фазового перехода и вопроса сходимости процедур моделирования текстурных изображений на основе гиббсовских моделей, которые могут представлять интерес для статистической физики;

доказана возможность применения предложенной динамической модели изображения дымового облака, распространяющегося на фоне лесного массива, для генерирования изображений, используемых при решении задачи оценивания характеристик эффективности алгоритмов обнаружения дымовых облаков на лесном фоне; доказана эффективность способа извлечения текстурной информации об изображении на основе оценивания значений векторов морфологических спектров, построенных по части изображения бинарного контурного препарата текстуры, полученного с применением оператора выделения границ Кэнни, заключенной в скользящем сканирующем окне.



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

разработанные алгоритмы предварительной обработки и анализа изображений внедрены в МКУ г.Новосибирска «Горзеленхоз», где они использовались при модернизации программного обеспечения системы противопожарного видеомониторинга лесных массивов;

разработанная динамическая модель изображения дымового облака, распространяющегося на фоне лесного массива, прошла государственную регистрацию программы для ЭВМ «Имитационная модель для генерирования последовательностей изображений дымовых облаков в процессе развития на фоне лесного массива» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019617588 от 17.06.2019).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теоретические выкладки построены на известных подходах и методах цифровой обработки изображений, статистического моделирования, теории обнаружения, теории множеств, кластерного анализа, математической морфологии, теории гиббсовских марковских случайных полей;

установлена непротиворечивость и понятная интерпретация полученных результатов.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке алгоритма обнаружения движения дымового облака на фоне лесного массива и исследовании его эффективности на реальных изображениях; получении результатов оценивания эффективности различных алгоритмов выравнивания яркости, применяемых на этапе предварительной обработки изображений, методом статистического моделирования; разработке аппликативной модели фонового по отношению к дымовому облаку изображению лесного массива; разработке динамической модели изображения дымового облака, распространяющегося на фоне лесного массива; получении результатов оценивания характеристик эффективности алгоритмов обнаружения дымовых облаков с использованием последовательностей модельных изображений; получении результатов оценивания времени сходимости процедуры стохастической релаксации, применяемой для моделирования реализаций бинарных гиббсовских случайных полей; исследовании явления фазового перехода в



бинарных гиббсовских моделях случайных полей; разработке многоуровневой иерархической конечнозначной гиббсовской модели для решения задачи сегментации текстурных изображений; разработке процедур получения препаратов текстуры, содержащих небольшое число уровней яркости (2, 3, 4); разработке алгоритмов сегментации изображений на области, занятые лесом и небом, а также лесом и зданиями; оценивании эффективности разработанных алгоритмов сегментации на реальных изображениях; личном участии в апробации результатов исследования; подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития методов и алгоритмов предварительной обработки и анализа изображений в системах раннего обнаружения лесных пожаров, и соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

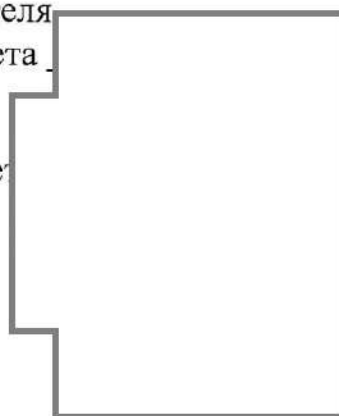
На заседании «20» июня 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Зайцевой А.Ю. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.13.17, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, нет человек дополнительно введенных на разовую защиту, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета

«20» июня 2019 г.



Спектор Александр Аншелевич

Фаддеенков Андрей Владимирович