

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.029.03,

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 20 октября 2023 года № 22

О присуждении Милостной Наталье Анатольевне, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Методология синтеза интеллектуальных высокопроизводительных нейро-нечётких систем технического зрения» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (технические науки) принята к защите 10 июля 2023 года (протокол заседания № 12) диссертационным советом 99.2.029.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94), федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95), федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85) приказом №1196/нк от 7 октября 2016 года (№1845/нк от 26 сентября 2023 года).

Соискатель Милостная Наталья Анатольевна, родилась 15 июня 1975 года, в 1997 году окончила Курский государственный технический университет (в настоящее время Юго-Западный государственный университет) с присвоением квалификации инженер-программист по специальности «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Автоматизация контроля и управления технологическим процессом высокоточной обработки деталей на основе теории нечеткой логики» защитила в 2009 году в диссертационном совете, созданном на базе Курского государственного технического университета (в настоящее время Юго-Западный государственный университет). Работает ведущим научным сотрудником кафедры вычислительной техники в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении

высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре вычислительной техники в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Юго-Западный государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Емельянов Сергей Геннадьевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», ректор.

Официальные оппоненты:

Ронжин Андрей Леонидович – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», исполняющий обязанности директора;

Ковшов Евгений Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторский институт монтажной технологии – Атомстрой», научно-инженерная и образовательная лаборатория цифровых компьютерных систем и автоматизации, начальник лаборатории;

Вохминцев Александр Владиславович – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет», научно-исследовательская лаборатория интеллектуальных информационных технологий и систем, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», г. Пенза, в своём положительном отзыве, подписанном Митрохиным Максимом Александровичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой вычислительной техники, Горбаченко Владимиром Ивановичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой компьютерных технологий, утверждённом первым проректором Артамоновым Дмитрием Владимировичем, доктором технических наук, профессором, указала, что диссертационная работа Милостной Натальи Анатольевны на тему «Методология синтеза интеллектуальных высокопроизводительных нейро-нечётких систем технического зрения» является логически завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном и техническом уровне, и посвящена решению актуальной научной проблемы. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы для управления сложными роботизированными комплексами, использующими в качестве оцувствления системы технического зрения, основанные на обработке стереоинформации. По своему научному содержанию, объёму исследований, полученным результатам и выводам диссертационная работа «Методология синтеза интеллектуальных высокопроизводительных нейро-нечётких систем технического зрения» в полной мере удовлетворяет требованиям Министерства науки и высшего

образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук, в частности пп.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (ред. от 18.03.2023), и соответствует паспорту научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а её автор, Милостная Наталья Анатольевна, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук.

Соискатель имеет 127 опубликованных работ, общим объёмом 82 печатных листа, в том числе по теме диссертации опубликовано 76 научных работ (57,8 печатных листа), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 25 (15 печатных листов, авторский вклад 70%), 13 публикаций в изданиях, индексируемых в наукометрических базах Scopus и Web of Science, в том числе 3 статьи в журналах квартиля Q1, 2 монографии и главы в 4 международных коллективных монографиях, индексируемых в наукометрической базе Scopus, 3 патента на изобретения и 14 программ для ЭВМ. Соискателем опубликовано 16 работ в материалах международных и всероссийских конференций (3,75 печатных листа, авторский вклад 70%).

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые статьи по теме диссертации:

1. Милостная Н.А. Компенсация ошибки сужения интервала дефазификации методом отношения площадей // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2023. – Т. 13. – № 1. – С. 111-122. DOI:10.21869/2223-1536-2023-13-1-111-122.

2. Бобырь М.В., Емельянов С.Г., Милостная Н.А. Оптимизация числа проходов в задаче логической фильтрации изображений // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2023. – № 2. – С. 95-102. DOI: 10.14357/20718594230208.

3. Bobyr M., Arkhipov A., Emelyanov S., Milostnaya N. A method for creating a depth map based on a three-level fuzzy model // Engineering Applications of Artificial Intelligence. – 2023. – Т. 117. – № Part B. – С. 105629. DOI: 10.1016/j.engappai.2022.105629. (Q1, IF 7.802).

4. Bobyr M.V., Milostnaya N.A., Bulatnikov V.A. The fuzzy filter based on the method of areas' ratio / M.V. Bobyr, // Applied Soft Computing. – 2022. – Т. 117. – С. 108449. DOI: 10.1016/j.asoc.2022.108449. (Q1, IF 8.263).

5. Бобырь М.В., Архипов А.Е., Милостная Н.А. Метод расчёта карты глубин на основе мягких операторов // Системы и средства информатики. – 2019. – Т. 29. – № 2. – С. 71-84. DOI: 10.14357/08696527190207.

6. Milostnaya N.A., Bobyr M.V., Kulabuhov S.A. A method of defuzzification based on the approach of areas' ratio // Applied Soft Computing. – 2017. – Т. 59. – Pp. 19-32. DOI: 10.1016/j.asoc.2017.05.040. (Q1, IF 8.263).

7. Бобырь М.В., Милостная Н.А., Кулабухов С.А. Обучение нейро-нечёткой системы на основе метода разности площадей // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2016. – № 4. – С. 15-26.

На автореферат поступили 16 отзывов из следующих организаций: Института проблем управления им. В.А.Трапезникова Российской академии наук, подписан

доктором технических наук, главным научным сотрудником Захаровой Аленой Александровной (Замечания: 1. В тексте автореферата не в полной мере раскрыт пункт 6 научной новизны, а именно, при описании модели оптимизации числа проходов для расчета суммы элементов при обработке изображения заявлено снижение времени обработки изображения, но в тексте не представлены результаты исследований, методики определения и оценка эффективности; 2. Не представлено сведений о внедрении научно-технических решений, выполненных в рамках диссертационного исследования на предприятиях и в организациях, не приводится оценка эффективности применения результатов диссертационных исследований при внедрении); Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», подписан доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой робототехники и мехатроники Подураевым Юрием Викторовичем (Замечания: В автореферате на рисунке 10,а не понятен вид функций принадлежности, а также мелкие пояснения на рисунках автореферата плохо читаемы, что затрудняет их понимание); Южного федерального университета, подписан доктором технических наук, профессором, профессором кафедры систем автоматического управления института радиотехнических систем управления Гайдуком Анатолием Романовичем (Замечания: 1. В тексте автореферата перед рисунком 4а (стр.16) отмечено, что «высота терма лежит в пределах от 0 до 1». В связи с этим неясно, почему на рис.4а величины $(d_1+d_2)/2$ и $d_1/2$ обозначены *Strapeze* и *Striangle*, хотя их размерность – единица длины в первой степени, а символ *S* используется для обозначения площади? 2. В автореферате недостаточно уделено внимания вопросам, связанным с исследованием устойчивости синтезируемой системы технического зрения; 3. По тексту автореферата неясно, позволяет ли предложенная модель распознавания цветных меток определять метку любого видимого цвета или только одного цвета, как в формуле (23), приведенной на стр.24); Московского государственного технического университета имени Н.Э.Баумана (национального исследовательского университета), подписан доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры автономных информационных и управляющих систем Сидоркиной Юлией Анатольевной (Замечания: 1. Плохое качество рисунков (мелкие подписи) значительно ухудшает восприятие материала, представленного в автореферате; 2. На рисунке 4а в формуле площади трапеции приведено некорректное значение ширины (перепутано d_2 и d_3)); Института систем обработки изображений Российской академии наук – филиала ФГУ «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук», подписан доктором технических наук, доцентом, старшим научным сотрудником лаборатории интеллектуального анализа Ильясовой Натальей Юрьевной (Замечание: Метод отношения площадей позволяет сократить время вычислительного процесса на несколько порядков по сравнению с аналогами, но из полученных результатов не понятно, метод отношения площадей сокращает время вычисления при дефазификации или ускоряется вычислительный процесс всей нейро-нечеткой системы вывода); Национального исследовательского университета «ИТМО», подписан доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником Бобцовым Алексеем Алексеевичем (Замечания: 1. Неясно, когда следует применять линейную и нелинейную формулы при проектировании суппорта выходной переменной функции принадлежности; 2. По тексту автореферата

непонятно, может ли модель распознавания цветных меток определять любой цвет); Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук, подписан доктором технических наук, профессором, директором отделения Научного центра международного уровня «Цифровой биодизайн и персонализированное здравоохранение», ведущим научным сотрудником Червяковым Леонидом Михайловичем (Замечания: 1. Не ясно, как на этапе извлечения знаний осуществляется верификация эвристик, какой характер относительно времени они носят и что является основанием для их формирования (в содержательном смысле); 2. Имело смысл в автореферате в большей степени акцентировать внимание на практической стороне выполненных разработок, что способствует, несомненно, расширению доказательной базы работы; 3. В научной же постановке проблемы в автореферате не обнаружено в явном виде с чем связана выполненная работа, а именно с научным достижением, решением научной проблемы или научно обоснованными технико-технологическими решениями, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики); Федерального исследовательского центра Южного федерального центра Российской академии наук, подписан доктором технических наук, заместителем председателя Южного научного центра по научной работе Юрасовым Юрием Игоревичем (Замечания: 1. Следовало более подробно описать исследования работы мехатронного комплекса, а также результаты внедрения и оценку эффективности, которые получены в результате применения разработанной методологии; 2. Кроме того, в автореферате отсутствует какой-либо технико-экономический анализ предложенных автором разработок); Национального исследовательского Томского политехнического университета, подписан доктором технических наук, доцентом, профессором отделения электроэнергетики и электротехники инженерной школы энергетики Шилиным Александром Анатольевичем (Замечание: Ссылки на формулы и таблицы идут раньше, чем представлены сами формулы. Например, на странице 23 описывается использование модели числа проходов при обработке изображений при операции фильтрации (формула 24 на следующей странице) и в модели построения карт глубин (формулы 39-41 на странице 28), что затрудняет прочтение работы); Национального исследовательского университета «МЭИ», подписан доктором технических наук, профессором, профессором кафедры основ радиотехники Истоминой Татьяной Викторовной (Замечание: Наличие опечаток в тексте. Это относится к пункту 13 на странице 20: Обучение нейро-нечёткой системы с использованием формулы (6), то есть в этом слое осуществляется изменение весового коэффициента для каждой обучающей точки до тех пор, пока разность между заданным значением u_{exp} и нечётким выходом u_{defuz} не станет меньше или равна пороговому значению (рисунок 6, Слой 9). На мой взгляд, обучение проводится по формуле 16); Концерн Моринформсистема-АГАТ, подписан доктором технических наук, доцентом, руководителем научно-методического центра Андреевой Ольгой Николаевной (Замечание: При реализации математической модели нейро-нечёткой системы вывода, основанной на методе отношения площадей, целесообразно было бы дать одну общую формулу для построения треугольной и трапециевидной функций принадлежности, указав в треугольной функции о необходимости исключения проверки логической единицы в её ядре); Брянского государственного технического университета, подписан

доктором технических наук, профессором, директором учебно-научного технологического института, профессором кафедры автоматизированных технологических систем Петрешиным Дмитрием Ивановичем (Замечания: 1. В диссертационном исследовании практически не уделено внимание вопросам, связанным с анализом экономических параметров полученных технических решений; 2. Среди перечисленных в тексте автореферата на странице 14 критериев оценки есть стоимость, но на схеме технологии создания СТЗ (рисунок 2) этого критерия нет. К сожалению, оценка по критерию стоимости реализации СТЗ в работе не приводится); Государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф.Ушакова, подписан доктором физико-математических наук, профессором, начальником кафедры системного анализа и управления процессами на водном транспорте Зеленковым Геннадием Анатольевичем (Замечания: 1. При описании технологии создания системы технического зрения в описании критерия точности распознавания объектов заявлен учет верно распознанных объектов и ложных срабатываний, но не рассмотрено возникновение ошибок первого рода; 2. В автореферате не приведены в виде блок-схемы алгоритмы функционирования ВНССТЗ, только представлен сравнительный анализ по быстродействию и точности алгоритмов построения карт глубин; 3. Мелкое изображение массивов с описанием подсчета суммы элементов исходной и подготовительной матрицы в теореме об эквивалентности расчёта суммы элементов не позволяет понять модель оптимизации числа проходов в автореферате. Автор целесообразно указала ссылку на доказательство теоремы в тексте диссертации (параграф 2.5)); Астраханского государственного технического университета, подписан доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры прикладной информатики Хановой Анной Алексеевной (Замечания: 1. В автореферате активно используются термины «проклятие размерности», «ошибка сужения интервала дефаззификации» для обоснования разработки своего нового метода дефаззификации – метода отношения площадей, автору следовало бы указать и другие ошибки, возникающие при дефаззификации результирующей переменной в нечетко-логическом выводе, и сможет ли их компенсировать предложенный в диссертации метод; 2. На мой взгляд, не понятны графики сравнения результатов моделирования, представленные на рисунке 13, а также подписи осей на английском языке не соответствуют правилам оформления автореферата); Филиала Кубанского государственного университета в г. Славянск-на-Кубани, подписан доктором технических наук, профессором, профессором кафедры математики, информатики, естественнонаучных и общетехнических дисциплин Маслаком Анатолием Андреевичем (Замечания: Отсутствие отражения оценки части перечисленных результатов в реальном времени, хотя именно на этом факторе построена новизна работы. Недостаточно подробно описаны новые методы формирования области исследования); Керченского государственного морского технологического университета, подписан доктором технических наук, профессором, профессором кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства Олейниковым Александром Михайловичем (Замечания: В автореферате имеется ряд неточностей в описании формул на стр. 16, а также на стр. 25 автореферата не указан расчет коэффициентов для определения значения интенсивности каждого пикселя по формуле 29).

Все поступившие в совет отзывы положительные. Во всех отзывах отмечается, что диссертационная работа выполнена на актуальную тему, на высоком научном уровне, отличается научной новизной, теоретической и практической значимостью, выполнена лично соискателем и имеет завершённый характер, соответствует паспорту научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика и критериям, предъявляемым п.п.9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями) к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

На все поступившие замечания соискателем даны исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты характеризуются высокой компетентностью в области систем обработки стереоизображений и наличием публикаций за последние пять лет в ведущих рецензируемых научных изданиях по теме диссертационной работы, что позволило им определить научную и практическую ценность диссертации. Областью научных интересов оппонентов является обработка информации и системный анализ в интеллектуально-информационных системах, интегрированных системах управления в производство. Ведущая организация является передовым научно-исследовательским образовательным учреждением в области методологии и технологии комплексного моделирования сложных технических систем, методов искусственного интеллекта, обладает высококвалифицированными научными специалистами, известными в стране и за рубежом, специализирующимися в области проблематики диссертационной работы. Организация обладает научным потенциалом, позволяющим определить научную ценность диссертации. Организация осуществляет научные разработки и подготовку кадров высшей квалификации по разработке систем обработки данных. В ведущей организации активно работает диссертационный совет 24.2.357.03 по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Официальные оппоненты не имеют совместных проектов и совместных публикаций с соискателем. Ведущая организация не имеет договорных отношений с соискателем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методология синтеза интеллектуальных высокопроизводительных нейро-нечётких систем технического зрения, основанная на моделях распознавания цветowych меток и построения карт глубин, позволяющих в режиме реального времени детектировать объекты, находящиеся на пути движения роботизированного комплекса, и формировать траектории его перемещения или обхода препятствий, обогащающая научную концепцию теории распознавания образов, использующуюся при управлении сложными техническими объектами;

предложен новый подход дефаззификации нечетко-логического вывода, основанный на двух модификациях метода отношения площадей, позволивший увеличить быстродействие нейро-нечеткого вывода до 32,5 нс.

доказана возможность использования новых идей, основанных на применении нейро-нечеткого подхода для синтеза систем технического зрения, обеспечивающих

увеличение быстродействия обработки стереоинформации в нейро-нечётких моделях при соблюдении требуемой точности вычислений путем нахождения новых закономерностей между значением параметров RGB каждого пикселя изображения и дистанцией от видеокамеры до детектируемого объекта;

введены новые термины в международные словари MAR (method of area's ratio), FF-MAR (Fuzzy Filter Method of Areas' Ratio) и MAR-ANFIS (method of area's ratio for adaptive neuro-fuzzy inference system), характеризующие разработанный в диссертации новый подход к дефаззификации, использующийся при построении адаптивной нейро-нечеткой системы вывода и основанный на модифицированных моделях отношения площадей, путем их публикации в ведущих международных научных журналах квартиля Q1 и индексирования в международных наукометрических базах Scopus и Web of Science.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что:

доказаны теорема об эквивалентности суммарного значения элементов в матрице, обработанной окном 3x3, при реализации двух проходов в прямом и обратном направлениях, суммарному значению элементов в окне 3x3, полученному поэлементным сложением значений ячеек этого окна;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы системного анализа, искусственных нейронных сетей, нечёткой логики и множеств, адаптивных нейро-нечётких систем вывода, математической статистики, распознавания образов и обработки изображений, обработки экспериментальных данных и планирования эксперимента;

изложены элементы теории обработки изображений, позволяющие по распознанным цветовым меткам определять расстояние до объектов и по вычисленным картам глубин строить 3d сцены в масштабе реального времени;

раскрыты новые проблемы, связанные с дефаззификацией нечетких выводов, заключающиеся в сужении интервала ядра выходной переменной, ведущей к появлению такой ошибки, как «проклятие размерности», возникающей при обучении адаптивных нейро-нечетких систем вывода;

изучены причинно-следственные связи, ведущие к устранению ошибки сужения интервала дефаззификации, позволяющие при обучении нейро-нечетких систем вывода путем исключения ошибки «проклятия размерности» эффективно детектировать объекты на стереоизображениях;

проведена модернизация метода детектирования границ объектов алгоритма Кэнни путем включения нечетко-логических правил, учитывающих разность градиента между смежными пикселями, относительно центрального, в окне 3x3, позволяющих учитывать вогнутую и выпуклую форму детектируемого объекта.

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

разработанные методы, модели и алгоритмы внедрены в производственные системы АО «Авиаавтоматика» им. В.В. Тарасова», Проектно-изыскательского и научно-исследовательского института морского транспорта «НовоморНИИпроект» (г. Новороссийск), ООО «Софт-Кристалл» (г. Томск), ОАО «Курскмедстекло», Научно-исследовательского центра (г. Курск) ФГУП «18 Центральный научно-исследовательский институт» Министерства обороны Российской Федерации;

определены перспективы практического применения предлагаемого метода отношения площадей по сравнению с традиционными методами дефаззификации в нечётком выводе при обработке информации путем распараллеливания вычислительных процедур с последующей реализацией их в программируемых логических интегральных схемах;

создана модель эффективного применения баз нечетких знаний, одна из которых определяет связь между градиентами смежных ячеек в задаче детектирования границ объектов, другая определяет взаимосвязь между уравнениями интенсивности яркости пикселей и расстоянием между границами одного и того же объекта на левом и правом стереоизображениях;

представлены практические рекомендации по дальнейшему расширению функциональных возможностей разработанных методов и математических моделей обработки стереоизображений для управления сложными роботизированными комплексами, использующими в качестве оцувствления системы технического зрения, основанные на нечёткой логике.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность обоснована апробированием предложенной методологии синтеза интеллектуальных высокопроизводительных нейро-нечётких систем технического зрения на роботизированных предприятиях, а также показана воспроизводимость результатов научного исследования в различных условиях путем публикации предложенных методов в высокорейтинговых российских и международных журналах с высоким уровнем рецензирования достоверности полученных результатов;

теория построена на известных, проверяемых данных и фактах, все теоретические результаты согласуются с опубликованными экспериментальными данными и результатами практического внедрения созданных методов, математических моделей и алгоритмов;

идея базируется на анализе современной литературы и научных работ по теории распознавания образов и нейро-нечеткой обработки данных, а также на теоретических и практических работах по проведению экспериментальных исследований с мехатронным комплексом, использующим в своей структуре систему технического зрения;

использованы результаты предыдущих известных работ в данной области для сравнения авторских результатов, а также подтверждения полученных результатов;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы известные и авторские методы анализа и обработки стереоизображений, моделирование осуществлялось в программных средах Matlab 2015, Microsoft Visual Studio 2019, Ise Designer 2014, Vivado 2018, для регистрации результатов применялось специально разработанное программное обеспечение, оценка точности моделей осуществлялась на языках программирования C#, Matlab, VHDL, SystemVerilog.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методов и математических моделей для создания единой методологии синтеза интеллектуальных высокопроизводительных нейро-нечетких систем технического зрения,

планировании и проведении экспериментальных исследований, заключающихся в оценке работоспособности мехатронного комплекса, использующего разработанную интеллектуальную систему технического зрения.

Результаты работы могут быть использованы в системах очувствления интеллектуальных роботизированных комплексов, а также в их управляющих и навигационных системах: в НИИ РИПУ ЮФУ (г. Таганрог), АО «НИКИМТ-Атомстрой» (г. Москва), ОАО «Брейн Девелопмент-Роботрек» (г. Санкт-Петербург), НПО «Андройдная техника» (г. Магнитогорск), ООО «АРКОДИМ-Про» (г. Казань), ООО «Эйдос-Робототехника» (г. Казань).

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания: отсутствие расчета экономических показателей для обоснованности практической значимости результатов исследования; имело смысл в большей степени акцентировать внимание на практической стороне выполненных разработок, что способствовало бы расширению доказательной базы работы.

Соискатель Милостная Наталья Анатольевна исчерпывающе ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и высказанные замечания и привела собственную аргументацию, в том числе наличие ограничений на объем диссертации по требованиям ВАКа при большом объеме проведенных исследований, которые было необходимо изложить в структурно и логически обоснованной и всеобъемлющей форме.

На заседании 20 октября 2023 года диссертационный совет принял решение: за успешное решение научно-технической проблемы повышения быстродействия вычислительного процесса обработки стереоизображений без потери точности, имеющей важное значение для совершенствования методов и технических средств высокопроизводительных нейро-нечетких систем технического зрения, разработки перспективных сенсорных систем и беспилотного транспорта, присудить Милостной Наталье Анатольевне учёную степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования в удалённом интерактивном режиме диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали за – 20, против – нет, воздержались – нет.

Председатель
диссертационного совета

Учёный секретарь
диссертационного совета



Филист Сергей Алексеевич

Томакова Римма Александровна

20 октября 2023 года