

**ПРОТОКОЛ № 25**  
**заседания диссертационного совета 24.2.288.05**  
**от 06 октября 2022 г.**

**ЧЛЕНОВ СОВЕТА ВСЕГО: 22**

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:** согласно явочному листу 15 членов совета (из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации):

Терехов Владимир Андреевич	д.ф.–м.н.	1.3.11
Бобрешов Анатолий Михайлович	д.ф.–м.н.	1.3.4
Домашевская Эвелина Павловна	д.ф.–м.н.	1.3.11
Сирота Александр Анатольевич	д.т.н.	2.3.1
Степкин Владислав Андреевич	к.ф.–м.н.	1.3.4
Корчагин Юрий Эдуардович	д.ф.–м.н.	1.3.4
Усков Григорий Константинович	д.ф.–м.н.	1.3.4
Бормонтов Евгений Николаевич	д.ф.–м.н.	1.3.11
Овчинников Олег Владимирович	д.ф.–м.н.	1.3.11
Середин Павел Владимирович	д.ф.–м.н.	1.3.11
Турищев Сергей Юрьевич	д.ф.–м.н.	1.3.11
Абрамов Геннадий Владимирович	д.т.н.	2.3.1
Задорожний Владимир Григорьевич	д.ф.–м.н.	2.3.1
Курбатов Виталий Геннадьевич	д.ф.–м.н.	2.3.1
Каширина Ирина Леонидовна	д.т.н.	2.3.1

**ПОВЕСТКА ДНЯ:**

Защита диссертации Саввина Сергея Викторовича на тему «Алгоритмы обработки изображений с достижением эффекта сверхразрешения на основе методов оптимальной фильтрации и машинного обучения», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

**Диссертация выполнена** на кафедре технологий обработки и защиты информации факультета компьютерных наук в федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Воронежский государственный технический университет» министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор, Сирота Александр Анатольевич, федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра технологий обработки и защиты информации, заведующий кафедрой.

**Официальные оппоненты:**

Чернояров Олег Вячеславович, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра электроники и наноэлектроники, профессор;

Самойлин Евгений Александрович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 54 кафедра, профессор.

**Ведущая организация** федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), г. Белгород.

**СЛУШАЛИ:** Защиту диссертации Саввина Сергея Викторовича на тему «Алгоритмы обработки изображений с достижением эффекта сверхразрешения на основе методов оптимальной фильтрации и машинного обучения», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

*Вопросы по защищаемой диссертации задали:* д.т.н., доц. Каширина И.Л., д.ф.-м.н., проф. Бобрешов А.М., д.т.н., проф. Абрамов Г.В., д.ф.-м.н., доц. Усков Г.К.

*В дискуссии приняли участие:* д.т.н., проф. Абрамов Г.В., д.ф.-м.н., проф. Курбатов В.Г., д.т.н., доц. Каширина И.Л., д.ф.-м.н., проф. Задорожний В.Г., д.ф.-м.н., проф. Бобрешов А.М.

#### **ПОСТАНОВИЛИ:**

1. На основании результатов тайного голосования присудить Саввину Сергею Викторовичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Результаты голосования: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

2. Принять заключение диссертационного совета по диссертации Саввина Сергея Викторовича.

*(Стенограмма заседания, протокол счетной комиссии и заключение диссертационного совета прилагаются)*

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Терехов В.А.

Степкин В.А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.288.05,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 6 октября 2022 года № 25

О присуждении Саввину Сергею Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Алгоритмы обработки изображений с достижением эффекта сверхразрешения на основе методов оптимальной фильтрации и машинного обучения» по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 07 июля 2022 года (протокол заседания № 19) диссертационным советом 24.2.288.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1, приказ Минобрнауки России №1121/нк от 16.11.2017.

Соискатель Саввин Сергей Викторович, 22 июня 1993 года рождения, работает разработчиком программного обеспечения в обществе с ограниченной ответственностью «Айтентика Дон».

В 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», Минобрнауки России.

В 2021 году Саввин Сергей Викторович окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре технологий обработки и защиты информации факультета компьютерных наук федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор, Сирота Александр Анатольевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет»,

факультет компьютерных наук, кафедра технологии обработки и защиты информации, заведующий кафедрой.

**Официальные оппоненты:**

Чернояров Олег Вячеславович, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет „МЭИ”», кафедра электроники и наноэлектроники, профессор;

Самойлин Евгений Александрович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», 54 кафедра 5 факультета, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (г. Белгород) в своем положительном отзыве, подписанном Жиликовым Евгением Георгиевичем, доктор технических наук, профессор, кафедра информационно-телекоммуникационных систем и технологий, профессор, и Ломазовым Вадимом Александровичем, доктор физико-математических наук, доцент, кафедра прикладной информатики и информационных технологий, профессор, указала, что диссертация Саввина Сергея Викторовича является законченной научно-квалификационной работой, содержит новые результаты в области обработки и восстановления изображений и удовлетворяет требованиям п. 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013, № 842 (в ред. Постановления Правительства РФ от 01.10.2018 № 1168), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации – Саввин Сергей Викторович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 11 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ, в том числе 4 работы в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Все опубликованные работы посвящены разработке и исследованию алгоритмов обработки информации в задачах построения сверхразрешения в

условиях воздействия аппликативных искажений. В диссертации Саввина С.В. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты работы. Авторский вклад соискателя составляет не менее 80%, объем научных изданий составляет 5,0 п.л.

Наиболее значимые работы:

1. **Саввин, С.В.** Методы и алгоритмы построения сверхразрешения для последовательности изображений в условиях аппликативных помех / С.В. Саввин, А.Ю. Иванков, А.А. Сирота // Известия РАН. Теория и системы управления. – Москва: 2021. – № 3. – С. 136-148.

2. **Саввин, С.В.** Алгоритмы построения многокадрового сверхразрешения изображений в условиях аппликативных помех на основе глубоких нейронных сетей / С.В. Саввин, А.А. Сирота // Компьютерная оптика. – Самара: 2022. – Т. 46, № 1. – С. 130-138.

3. **Саввин, С.В.** Алгоритмические способы построения сверхразрешения видеоданных в условиях аппликативных помех с использованием глубоких нейронных сетей / С.В. Саввин // Вестн. Воронежского гос. ун-та, Сер. Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж: ИПЦ ВГУ: 2021. – № 4. – С. 107-120.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов:

1) Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук» (г. Санкт-Петербург), главный научный сотрудник, руководитель лабораторией информационных технологий в системном анализе и моделировании, заслуженный деятель науки РФ, д. т. н., профессор Соколов Б.В.;

2) Институт проблем точной механики и управления РАН (г. Саратов), заведующий лабораторией проблем когерентно-оптических измерений в точной механике, д. ф.-м. н., профессор Рябухо В.П.;

3) ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» (г. Ярославль), профессор кафедры цифровых технологий и машинного обучения, д. т. н., доцент Приоров А.Л.;

4) АО «Концерн «Созвездие» (г. Воронеж), начальник научно-технического управления, к. ф.-м. н, доцент Прибытков Ю.Н.;

5) ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (г. Курск), профессор кафедры программной инженерии, д. т. н., профессор Томакова Р.А.;

6) Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (г. Москва), ведущий научный сотрудник, д. ф.-м. н., с.н.с. Сбоев А.Г.;

7) ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (г. Воронеж), профессор кафедры инноватики и строительной физики им. профессора И.С. Суровцева, д. ф.-м. н., профессор Головинский П.А.;

8) ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» (г. Тамбов), директор института информатики и информационных технологий, д. т. н., профессор Громов Ю.Ю.

Все отзывы положительные. В них подчеркивается актуальность, научная и практическая значимость, новизна работы. Замечания носят частный, рекомендательный или уточняющий характер.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в рецензируемых научных изданиях и известностью их достижений в отраслях науки, связанных с темой и задачами рассматриваемой диссертации, в частности в области обработки цифровых сигналов и изображений, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

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

**разработаны** новые модели и алгоритмы обработки последовательностей изображений с целью повышения их качества и достижения эффекта сверхразрешения в условиях особого вида помех – аппликативных помех, проявляющихся в виде случайных аномальных наблюдений, на основе применения статистических методов оптимальной фильтрации и машинного обучения;

**предложен** адаптивный подход к оптимальной фильтрации последовательности изображений и двухэтапный метод сегментации областей изображений, искаженных воздействием аппликативных помех, основанный на выполнении суперпиксельной сегментации и кластеризации суперпикселей на основе EM-метода, позволяющие повысить точность восстановления изображений;

**доказана** эффективность применения предложенных автором моделей и алгоритмов сверхразрешения в условиях воздействия аппликативных помех при обработке последовательностей изображений и видеоданных;

**введены** математические соотношения для включения вероятностных характеристик результатов локализации областей аномальных наблюдений, подверженных воздействию аппликативных помех, полученных при помощи предложенного двухэтапного метода сегментации, в процесс условно-линейной фильтрации с целью повышения точности восстановления изображений с высоким качеством.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

**показана** возможность использования адаптивного подхода к оптимальной фильтрации и методов машинного обучения для решения задачи построения

сверхразрешения для последовательностей изображений, имеющих аномальные наблюдения, вызванные воздействием аппликативных помех; для решаемой задачи впервые дана объективная оценка преимуществ и недостатков альтернативных подходов, базирующихся на применении в рамках теории статистических решений методов оптимальной динамической фильтрации и методов машинного обучения с использованием глубоких нейронных сетей.

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** методы математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, теории случайных полей, методы линейной алгебры, теории графов, теории обратных задач, методы оптимизации, методы оптимальной марковской фильтрации, методы цифровой обработки изображений, методы машинного обучения, а также технологии статистического имитационного моделирования;

**изложены** новые подходы к повышению детализации изображений и компенсации воздействия аппликативных помех, основанные на использовании адаптивной нелинейной оптимальной фильтрации и глубоких сверточных нейронных сетей;

**раскрыты** возможности повышения эффективности работы алгоритмов сверхразрешения за счет использования результатов двухэтапной сегментации областей аппликативных помех на входных изображениях, адаптивного подхода к оптимальной фильтрации в условиях статистической неопределенности относительно параметров используемой модели и предложенных архитектур глубоких нейронных сетей в виде ациклического направленного графа;

**изучены** основные закономерности для показателей эффективности восстановлений изображений, искаженных аппликативными помехами, при помощи алгоритмов сверхразрешения в зависимости от использованного подхода на основе оптимальной фильтрации или машинного обучения и параметров этих алгоритмов.

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

**разработаны и использованы при решении конкретных задач** модели и комплексные алгоритмы повышения разрешения и качества изображений на основе методов оптимальной фильтрации и машинного обучения, позволяющие справиться с негативным воздействием аппликативных помех на изображениях и обладающие достаточной универсальностью в плане входных и выходных разрешений, а также размеров обрабатываемой последовательности изображений, что делает возможным их применение в широком спектре задач компьютерного зрения;

**определены** оценки точности и быстродействия алгоритмов сверхразрешения, реализующих альтернативные подходы к построению алгоритмов обработки изображений;

**создана** система взаимосвязанных моделей обработки информации,

обеспечивающих проведение исследований алгоритмов построения сверхразрешения для последовательностей изображений и видеоданных на основе различных подходов;

**предложены** архитектуры глубоких сверточных нейронных сетей в виде многовходового ациклического направленного графа, используемые для итеративного повышения качества обрабатываемых изображений по мере поступления новых наблюдений в рамках подхода, основанного на машинном обучении;

**представлены** рекомендации по выбору целесообразных подходов к построению алгоритмов сверхразрешения в условиях воздействия помех аппликативного характера, исходя из априорной информации и предъявляемых требований.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**теория** построена на основе фундаментальных положений теории вероятностей, теории оптимальной марковской фильтрации, теории машинного обучения, современных методов цифровой обработки изображений и согласуется с известными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется** на применении алгоритмов оптимальной нелинейной фильтрации с использованием апостериорных сведений о пространственной локализации аппликативных помех, а также глубоких сверточных сетей в виде многовходового ациклического направленного графа при решении задачи построения сверхразрешения в условиях воздействия аппликативных помех;

**использованы** объективные количественные критерии оценки качества восстановления цифровых изображений, обеспечивающие сравнение различных синтезированных алгоритмов сверхразрешения между собой, а также с известными алгоритмами;

**установлено** количественное и качественное совпадение авторских результатов с экспериментальными данными, в тех случаях, где это сравнение применимо;

**использованы** методики обработки и анализа результатов статистического компьютерного эксперимента, обеспечивающие корректное сравнение практических и теоретических результатов исследований;

**надежность и обоснованность** научных положений и результатов, выносимых на защиту, подтверждены независимыми экспертными оценками рецензентов научных журналов, в которых опубликованы статьи, содержащие основные результаты работы.

**Личный вклад соискателя** состоит в решении поставленных руководителем задач, выборе методов исследования, проведении сравнительного анализа исследуемых алгоритмов, проведении расчетов и статистического компьютерного моделирования, а также интерпретации и содержательного анализа полученных



