

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.233.05
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ», МИНИСТЕРСТВО
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 15 марта 2016 г. № 2/16

о присуждении Веселову Антону Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обработка видеoinформации в системах сжатия, основанных на принципах кодирования зависимых источников»

по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

принята к защите 23 декабря 2015 года, протокол № 6/15, диссертационным советом Д 212.233.05 на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство образования и науки Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, приказ №741/нк от 08.07.2015 г.

Соискатель Веселов Антон Игоревич, 1986 года рождения, гражданин Российской Федерации. В 2009 году соискатель с отличием окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». В 2012 году окончил очную аспирантуру Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического

приборостроения, работает в должности ассистента кафедры инфокоммуникационных систем ГУАП.

Диссертация выполнена на кафедре инфокоммуникационных систем Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, Тюрликов Андрей Михайлович, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», кафедра инфокоммуникационных систем, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. Кудряшов Борис Давидович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий», кафедра «Информационные системы», профессор;

2. Зубакин Игорь Александрович, кандидат технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», кафедра «Телевидение и видеотехника», доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Акционерное общество "Научно-исследовательский институт телевидения", г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Шипиловым Николаем Николаевичем, кандидатом технических наук, профессором, главным научным сотрудником, и Ковальчуком Виктором Сергеевичем, кандидатом технических

наук, старшим научным сотрудником, начальником Базового центра системного проектирования, утвержденном Цыцулиным Александром Константиновичем, доктором технических наук, профессором, заместителем генерального директора по научной работе, указала, что диссертационная работа Веселова А.И. является законченной научно-квалификационной работой и выполнена на достаточном высоком научном уровне. Работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Веселов Антон Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Соискатель имеет 34 опубликованные работы, в том числе 15 работ по теме диссертации, в том числе 2 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, включенных в перечень ВАК, 1 монографию, 3 патента на изобретение, 8 выступлений на российских и международных конференциях. 2 статьи опубликованы без соавторов. Получены акты о внедрении результатов диссертационной работы от двух организаций: ЗАО «Интел А/О» и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения». В работах, опубликованных вместе с соавторами, личный вклад соискателя заключается в разработке методов и алгоритмов, а также непосредственном проведении экспериментальных исследований. Общий объем научных изданий составляет 31 печатный лист.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. *Веселов, А.И.* Метод генерации сторонней информации для систем распределенного кодирования видеоисточников / А.И. Веселов, М.Р. Гильмутдинов, Б.С. Филиппов // *Известия вузов. Приборостроение.* — 2013. — Т. 56, № 8. — С. 62–68.

2. *Веселов, А.И.* Алгоритм временной интерполяции кадров, основанный на процедуре итеративной оценки движения / А.И. Веселов, М.Р. Гильмутдинов //

Информационно-управляющие системы. — 2014. — Т. 71, № 4. — С. 25–33.

3. Scalable-to-lossless transform domain distributed video coding / A. Veselov, X. Huang, A. Ukhanova et al. // IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing. — 2010. — Oct. — Pp. 327–332.

4. *Veselov, A.* Analysis of Side Information Generation Impact on Distributed Video Coding Performance / A. Veselov, B. Filippov, M. Gilmutdinov // XIII International Symposium on Problems of Redundancy in Information and Control Systems. — 2012. — Sept. — Pp. 26–30.

5. *Veselov, A.* Iterative hierarchical true motion estimation for temporal frame interpolation / A. Veselov, M. Gilmutdinov // IEEE 16th International Workshop on Multimedia Signal Processing. — 2014. — Sept. — Pp. 1–6.

6. *Veselov, A.* A Generalized Correlation Noise Model for Pixel Domain Wyner-Ziv Video Coding / A. Veselov, M. Gilmutdinov // 6th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops. — 2014. — Oct.

7. Non-stationary Correlation Noise Modeling for Transform Domain Wyner-Ziv Video Coding / A. Veselov, B. Filippov, V. Yastrebov, M. Gilmutdinov // Smart Innovation, Systems and Technologies. — Springer, 2015. — Vol. 40. — Pp. 179–189.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из 8 организаций (все отзывы положительные):

1. Ленинградское отделение Центрального научно-исследовательского института связи (филиал ФГУП ЦНИИС – ЛО ЦНИИС) (подписал научный консультант директора ЛО ЦНИИС, кандидат технических наук Г.Г. Рогозинский, утвердил и.о. директора СПб филиала ФГУП ЦНИИС – ЛО ЦНИСС, кандидат технических наук, доцент Ефимов В.В.). Замечания: 1) не приведены оценки потенциального уменьшения сложности за счет использования разработанных алгоритмов по сравнению с кодеками на основе

рекомендаций Н.264/Н.265; 2) не приведено описание тестового множества видеопоследовательностей.

2. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (подписал заведующий кафедрой Сетей связи и передачи данных СПбГУТ, доктор технических наук, профессор, А.Е. Кучерявый). Замечания: 1) в тексте автореферата не указаны конкретные примеры прикладных задач, в которых может быть использован рассматриваемый подход; 2) не указаны характеристики используемого при восстановлении промежуточного кадра помехоустойчивого кода.

3. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (подписал профессор кафедры радиофизики, доктор физико-математических наук, профессор Ю.С. Радченко). Замечания: 1) не указан ни вид функционала (1), ни способ его оптимизации; 2) неясно, что подразумевается под моделью истинного движения, априори неизвестного наблюдателю. Это допущение при расчете условных характеристик? 3) никак не упоминается статистика Марковского поля ошибок предсказания; 4) ряд значений по выигрышу эффективности алгоритмов статистически незначимы.

4. АО «Всероссийский научно-исследовательский институт радиоаппаратуры» (подписал начальник научно-технического отдела АО «ВНИИРА», доктор технических наук В.Т. Яковлев). Замечания: 1) в тексте автореферата не указано, каким образом декодер, имея только опорные кадры, выполняет аппроксимацию ошибок межкадрового предсказания, допущение о гладкости (стр. 9) кажется очень общим без уточнения количественной меры, которая и определит эффективность предлагаемых алгоритмов; 2) сравнение проводится с кодеком на основе стандарта Н.264, а не более современного стандарта Н.265; 3) имеются стилистические неточности, в частности, из формулировки цели диссертационного исследования (стр. 4) можно сделать вывод, что сжатие данных производится на стороне декодера.

5. ПАО «Информационные телекоммуникационные технологии» (подписали заместитель генерального директора ПАО «Интелтех», директор научно-технического центра, доктор технических наук, профессор Н.И. Лычагин, начальник отдела ПАО «Интелтех», доктор технических наук, доцент В.И. Бобровский, утвердил Первый заместитель генерального директора ПАО «Интелтех» по научной работе, кандидат военных наук И.А. Кулешов). Замечания: 1) не проводится анализ разработанных алгоритмов в том случае, когда между базовыми кадрами видеопоследовательности находится несколько промежуточных кадров; 2) из автореферата не ясно, какой характер изменения имеют кривые «скорость-движение», лежащие в основе оценки эффективности результатов работы; 3) сравнение предложенных алгоритмов сжатия видеоданных с существующими алгоритмами производилось на основе программной модели распределенного видеокодека, однако из автореферата трудно судить об адекватности данной модели, поскольку не приводится ее формальное описание.

6. ФГУП Научно-исследовательский институт радио, Санкт-Петербургский филиал «Ленинградское отделение научно-исследовательского института радио» (подписал начальник НТЦ, заместитель директора филиала ФГУП НИИР-ЛОНИИР, кандидат технических наук, А.М. Синильников). Замечания: 1) как было отмечено, при сравнении алгоритмов необходимо учитывать не только качество и битовые затраты, но также и сложность разработанного решения. В автореферате не приведены количественные оценки снижения вычислительных затрат при использовании предложенного соискателем алгоритма кодирования по сравнению с широко используемыми на практике кодерами, например, основанными на рекомендации H.264; 2) автор указывает, что ему удалось снизить битовые затраты кодека, но при этом нигде в тексте автореферата в явном виде не написано, какие критерии использовались для оценки данного выигрыша.

7. АО «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова» (подписал ведущий научный сотрудник, доктор технических наук В.Р. Луцив). Замечания: к сожалению, автором работы не объяснено, почему для сравнения с разрабатываемыми алгоритмами им выбран кодек DISCOVER, заведомо проигрывающий по степени сжатия (и это упоминается в автореферате) кодекам H.264 Intra и H.264 Inter.

8. АО «Научно-производственное предприятие «Радар-ммс» (подписал заместитель директора НПК ММСН АО «НПП Радар ммс», доктор технических наук, профессор С.В. Богословский). Замечания: 1) из текста автореферата непонятно, какое спектральное преобразование использовалось в представленной работе; 2) при рассмотрении задачи оценки параметров ошибок межкадрового предсказания приводится описание действий, выполняемых декодером. Не дается обоснование данных действий и в целом неясно, почему декодер должен выполнять именно такие операции, а также возможны ли альтернативные способы обработки; 3) в работе отмечается важность простоты решения, применяемого на передатчике. При этом при сравнении эффективности различных методов распределенного кодирования не производится сравнительный анализ их сложности.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в области кодирования видеoinформации и наличием соответствующих публикаций, в том числе в ведущих журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые методы обработки видеoinформации на стороне декодера в системах распределенного кодирования, позволяющие учитывать при сжатии особенности видеопотока; **предложен** комплекс алгоритмов обработки видеoinформации на стороне декодера в системе распределенного кодирования

видеоданных, обладающих возможностью адаптации к особенностям движения объектов сцены, модель кодека для сравнения алгоритмов генерации дополнительной информации, а также аналитическая модель ошибок межкадрового предсказания, учитывающая специфические характеристики видеопотока; **доказана** возможность повышения степени сжатия без ухудшения качества восстановления видеоданных за счет использования предложенных алгоритмов в системе распределенного кодирования; **введены** понятие распределенного видеокодека; трактовка понятия межкадрового предсказания в системе распределенного кодирования; понятие виртуального канала.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана необходимость учета при сжатии видеоинформации с использованием распределенного кодирования теоретических моделей движения объектов в видеопотоке и коррелированности ошибок межкадрового предсказания; **применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован** комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе общие методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики, теории случайных процессов, теории принятия решений, методы компьютерного зрения, а также методы имитационного моделирования; **изложены** принципы применения теории кодирования зависимых источников с дополнительной информацией на стороне декодера в задаче сжатия видеоданных; **раскрыты** особенности разработки кодеков видеоинформации с использованием принципов кодирования с дополнительной информацией на стороне декодера; **изучены** факторы, влияющие на эффективность кодирования видеоданных в системах распределенного кодирования; **проведена модернизация** алгоритма оценки параметров ошибок межкадрового предсказания в системах распределенного кодирования, за счет чего повышается степень сжатия без ухудшения качества восстановленных видеоданных.

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

разработаны и внедрены алгоритм оценки истинного движения, алгоритм поиска неподвижных регионов в видеопоследовательностях и алгоритм временной интерполяции, которые используются ЗАО «Интел А/О» в проекте «Разработка цепочки фильтров постобработки видеоданных», а также в учебном процессе кафедры инфокоммуникационных систем Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения в рамках курсов «Мультимедиа технологии» и «Цифровая обработка изображений», о чем имеется 2 акта о внедрении;

определены перспективы практического применения разработанных алгоритмов в системах распределенного кодирования видеоинформации;

создана система практических рекомендаций разработчикам распределенных видеокодеков по учету особенностей видеоданных в задаче временной интерполяции кадров и при оценке ошибок временной интерполяции кадров;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию алгоритмов сжатия видеоданных с использованием принципов кодирования зависимых источников с дополнительной информацией на декодере.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием общепринятого стандартного тестового множества видеопоследовательностей и согласуются с имеющимися практическими результатами в данной области;

теория согласуется с известными теоретическими моделями распределенного кодирования; **идея базируется** на обобщении передового опыта ведущих отечественных и зарубежных ученых; **использованы** результаты сравнения полученных в работе экспериментальных результатов с ранее известными практическими результатами; **установлено** качественное совпадение результатов работы с результатами независимых источников по тематике работы; **использованы** современные методики сбора и обработки исходной

информации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном выполнении всех исследований; получении научных результатов, выводов и рекомендаций; разработке программных комплексов, реализующих предложенные в исследовании алгоритмы; подготовке публикаций по выполненной работе; внедрении новых научных результатов в учебные и промышленные предприятия; апробации результатов исследования.

На заседании 15 марта 2016 года диссертационный совет принял решение присудить **Веселову Антону Игоревичу** ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 10 докторов наук по специальности 05.12.13, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 18, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета Д 212.233.05
доктор технических наук, профессор

Крук Евгений Аврамович

Ученый секретарь диссертационного совета Д 212.233.05
кандидат технических наук, доцент

Овчинников Андрей Анатольевич

«15» марта 2016 года

