

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертацию Дружинина Дениса Вячеславовича  
«Алгоритмическое и программное обеспечение сжатия  
без потерь видеоданных графического интерфейса пользователя»  
на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

### **Актуальность избранной темы**

С ростом вычислительных возможностей персональных компьютеров создание и применение видео, в том числе видео графического интерфейса, стало доступно широкому кругу пользователей. Видеоданные в несжатом виде занимают значительный объём дисковой памяти, поэтому учёными был проведён большой объём исследований в области сжатия видеоданных. Подавляющее большинство разработанных алгоритмов сжатия предназначены для обработки камерных (традиционных) видеоданных.

Традиционные видеоданные в существенной мере отличаются от видеоданных графического интерфейса, для которых характерно преобладание дискретно-тоновых цветовых переходов. Такие особенности видеоданных графического интерфейса приводят к необходимости сжимать их с минимальными потерями информации. Поэтому актуальной является задача разработки эффективных алгоритмов сжатия без потерь видеоданных графического интерфейса. Диссертация Д.В. Дружинина посвящена решению данной задачи.

### **Содержание работы**

Во **введении** приводится общая постановка задачи исследования, её актуальность, выполнен обзор имеющихся в научной литературе результатов по теме диссертации.

В **первой главе** проводится анализ результатов исследований в области сжатия видеоданных графического интерфейса. Рассмотрены алгоритмы сжатия ключевых и промежуточных кадров. При сжатии ключевых кадров видео графического интерфейса происходит устранение пространственной избыточности, и применяются алгоритмы сжатия дискретно-тоновых изображений. При сжатии промежуточных кадров происходит устранение временной избыточности. Сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Во **второй главе** представлено семейство алгоритмов сжатия видеоданных графического интерфейса. Для устранения пространственной избыточности таких видеоданных предложены сдвиговый алгоритм, алгоритм пространственного группового кодирования, гибридный сдвигово-групповой алгоритм, а также алгоритм сжатия со сниженной пространственной избыточностью. Для устранения временной избыточности видеоданных предложен алгоритм оценки движения с учётом классификационных признаков, выполняющий поиск вектора движения в наиболее вероятных направлениях. Предложена архитектура кодека сжатия видеоданных графического интерфейса.

В **третьей главе** рассматриваются особенности практической реализации разработанных алгоритмов, а также проводится экспериментальное сравнение разработанных и существующих алгоритмов сжатия. Делается вывод о том, что разработанные алгоритмы демонстрируют высокие показатели вычислительной эффективности и степени сжатия.

В **четвёртой главе** представлен разработанный кодек сжатия видеоданных графического интерфейса, описана его архитектура, способ обработки данных и программный интерфейс. Приводятся результаты экспериментальных исследований существующих и разработанного кодеков.

#### **Научная новизна и практическая значимость результатов работы**

Диссертация содержит новые научные результаты в области сжатия видеоданных графического интерфейса пользователя. Предложенные в работе алгоритмы обладают высокой вычислительной эффективностью и позволяют сжимать такие видеоданные без потерь с высокой степенью сжатия. Так алгоритм пространственного группового кодирования за счёт более полного учёта горизонтальной и вертикальной избыточности пикселей позволяет повысить степень сжатия видеоданных графического интерфейса по сравнению с прочими алгоритмами группового кодирования. Гибридный сдвигово-групповой алгоритм соединяет в себе черты алгоритма пространственного группового кодирования и алгоритма словарного сжатия. Алгоритм сжатия со сниженной пространственной избыточностью представляет собой комбинацию гибридного сдвигово-группового алгоритма, а также алгоритмов словарного и статистического сжатия, и за счёт устранения основных типов избыточности видеоданных графического интерфейса позволяет существенно увеличить их степень сжатия.

Алгоритм оценки движения с учётом классификационных признаков способен выявлять наиболее вероятные типы движений, обеспечивая при этом значительно более высокую скорость обработки данных по сравнению с существующим алгоритмом, адаптированным для обработки таких видеоданных.

Представленная архитектура кодека сжатия видеоданных графического интерфейса предполагает применение разработанных алгоритмов сжатия и позволяет построить программное обеспечение кодека, обеспечивающее высокую степень сжатия данных при низком уровне вычислительной нагрузки на аппаратную платформу.

### **Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

В работе применены методы теории обработки изображений, теории сжатия информации, теории алгоритмов и математической статистики. Экспериментальные исследования выполнены с использованием программной реализации алгоритмов с последующей оценкой полученных результатов и сравнением с экспериментальными данными из специальной литературы. Достоверность полученных результатов подтверждена применением методов математической статистики и успешными результатами практической апробации алгоритмического и программного обеспечения.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В третьей главе при подборе формата результирующих данных для алгоритмов сжатия стоило бы рассмотреть возможность использования способа кодирования целых чисел VLQ (variable-length quantity), который обеспечивает высокую адаптивность к разрядности кодируемого числа.

2. Результаты экспериментальных исследований для алгоритмов, исполняемых на видеокарте, выглядят неполными, так как не приведены данные при варьировании количества работающих параллельно потоков.

3. Для экспериментальных исследований автору следовало бы набрать больший объём тестовых данных.

Указанные замечания не уменьшают общее благоприятное впечатление от работы и ее значимость.

### **Общее заключение**

Диссертационная работа Д. В. Дружинина является законченной научно-исследовательской работой, посвященной актуальной научной задаче создания эффективных алгоритмов и программного обеспечения сжатия видеоданных графического интерфейса пользователя, отличается научной новизной и практической значимостью полученных результатов. Материалы исследования достаточно полно отражены в публикациях автора и неоднократно докладывались на научных конференциях различного уровня. Автореферат полно и точно отражает содержание диссертации. На основании вышесказанного считаю, что

диссертация Дениса Вячеславовича Дружинина «Алгоритмическое и программное обеспечение сжатия без потерь видеоданных графического интерфейса пользователя» полностью соответствует критериям, установленным пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, а сам Дружинин Денис Вячеславович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по данной специальности.

Официальный оппонент

Профессор Отделения информационных технологий  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет» (634050, г. Томск,  
пр. Ленина, 30; (3822) 60-63-33; tpu@tpu.ru; https://tpu.ru)  
доктор технических наук (05.13.16 – Применение  
вычислительной техники, математического моделирования  
и математических методов в научных исследованиях;  
01.04.03 – Радиофизика), профессор



Спицын Владимир Григорьевич

12 марта 2019 г.

Подпись В. Г. Спицына заверяю

Ученый секретарь

Национального исследовательского  
Томского политехнического университета



О. А. Ананьева