

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника Научной лаборатории цифровых двойников в электроэнергетике Уральского энергетического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Матренина Павла Викторовича на диссертационную работу Сагайдака Дмитрия Анатольевича на тему: «Модели и алгоритмы реализации системного подхода к организации распределенной передачи видеоданных», представленную на соискание кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Актуальность темы диссертации. Перспективность использования многоканальных систем связи для передачи видеоданных заключается в возможности повышения быстродействия, обеспечения бесперебойности и конфиденциальности передачи данных. Применительно к рассматриваемому исследованию, важными факторами, определяющими актуальность и новизну диссертации, являются следующие:

- рассмотрение процесса кодирования видеоданных с помощью алгоритмов, основанных на схемах разделения данных;
- определение порядка аналитического расчета показателей пропускных способностей каналов связи, используемых для распределенной передачи видеоданных;
- проведение имитационного моделирования с помощью разработанной имитационной модели двухканальной системы связи, выполняющей многокритериальную оптимизацию с использованием генетического алгоритма.

В основе актуальности диссертации Сагайдака Д.А., направленной на разработку системного подхода к организации распределенной передачи видеоданных, лежит учет вышеуказанных факторов и связей между ними, объективно определенных тенденциями проектирования и эксплуатации двухканальных систем передачи видеоданных. Диссертация «Модели и алгоритмы реализации системного подхода к организации распределенной передачи видеоданных» является актуальной и важной работой как для развития технологий кодирования видеоданных, так и для развития многоканальных систем связи в части оптимизации их параметров, а также научно-методического аппарата решения задач управления, принятия решений и обработки информации.

Основные формальные положения работы. Объектом исследования являются технологии и системы кодирования видеоданных, предназначенные для распределенной передачи, двухканальные системы связи с каналами, обладающими различными пропускными способностями. Предметом исследования являются алгоритмы кодирования видеоданных, математические модели и методы анализа и оптимизации пропускной способности системы связи. Цель работы заключается в обеспечении бесперебойной и конфиденциальной передачи видеоданных путем применения системного подхода к организации видеосвязи, включая кодирование данных с разделением кадров, определение параметров каналов связи с помощью моделирования и аналитического обоснования достаточности пропускной способности. Для достижения этой цели в работе поставлена и решена научная задача разработки системного подхода, включающего в себя разработку алгоритмов, методов и модели для обеспечения бесперебойности и конфиденциальности передачи видеоданных в двухканальных системах связи.

Проведенный соискателем анализ известных работ показал, что исследования в такой совокупности объекта, предмета, цели исследования, а также решаемой основной научной задачи не проводились ранее. Рассматриваемая диссертация обладает новизной относительно известных исследований.

Соответствие паспорту специальности. Диссертация соответствует следующим областям исследований, указанных в паспорте специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика:

п. 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта»;

п. 5 «Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта»;

п. 12 «Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации».

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность. Обоснованность и достоверность научных положений, результатов и решений, представленных в диссертационной работе, подтверждается:

– корректными математическими обоснованиями и доказательствами, использованием аналитических математических преобразований при формировании теоретических выводов, использованием компьютерного моделирования для проверки аналитических выражений, натурными испытаниями и эмпирическими опытами;

– глубоким анализом известных работ в исследуемой области, наличием выводов о непротиворечивости и сходстве результатов диссертации с результатами других исследований в рассматриваемой области;

– подтверждением общих тенденций и выводов при оценке результатов и решений диссертации в сравнении с другими известными результатами, решениями и исследованиями;

– широкой апробацией, обсуждением и верификации результатов диссертации на различных научных конференциях, конгрессах и семинарах.

Таким образом, можно сделать вывод, что полученные соискателем результаты и решения, соответствуют критериям, изложенным в п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, то есть предложенные автором диссертации решения быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Кроме того, полученные автором в процессе исследований результаты подтверждены соответствующими актами внедрения, использовались при проведении НИОКТР.

Апробация, реализация и использование результатов исследования. Результаты исследования представлялись и обсуждались на 15 конференциях в период 2009-2024 гг. Разнообразие конференций позволяет сделать вывод о широком информировании научной общественности о полученных научных результатах соискателя, а также об их достаточной апробации.

Результаты диссертационных исследований внедрены в производственном предприятий и высшем учебном заведении, о чем имеются соответствующие акты, копии которых представлены в приложении к диссертации. Поэтому можно сделать вывод о том, что диссертация соответствует критериям, изложенным в п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней» а именно, что в диссертации, имеющей прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ (из них одна работа – К1, четыре работы – К2, две работы в журналах Белого списка Минобрнауки), и 2 статьи в изданиях, индексируемых в международной реферативной базе данных Scopus (две работы в Q3 по Scopus и Q4 по Web of Science). Также получено 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Структура диссертационной работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников, приложений. Общий объем составляет 181 страницу, в том числе 163 страницы основного текста.

Введение диссертации содержит обоснованные актуальности, в нем проведен анализ степени разработанности исследуемой научной проблемы и обоснованы подходы к ее решению, поставлена цель работы, сформулированы задачи исследования и основные результаты, выносимые на защиту, указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы, а также сведения о достоверности результатов.

Первая глава носит обзорный характер и посвящена современному состоянию вопроса распределенной передачи видеоданных в многоканальных системах связи. Рассмотрены методы и алгоритмы разделения изображений (в том числе видеопотоков) на части. Представлены различные типы систем параллельной передачи данных, а также проанализированы способы их исследования, включая аналитический подход, имитационное моделирование и методы оптимизации. В разделе также изложены требования для обеспечения стабильности и конфиденциальности видеоданных при их распределенной передаче.

Во второй главе приведено описание разработанных автором диссертационной работы алгоритмов кодирования видеок кадров, основанных на схемах разделения данных, что позволяет выполнять их распределенную передачу по двум каналам связи и обеспечивать конфиденциальность. Приведены результаты сравнения разработанных алгоритмов с уже существующими; а также исследования возможность восстановления закодированных видеок кадров только по большей их части, полученной в результате разделения.

В третьей главе предложена методика аналитического расчета пропускных способностей каналов двухканальной системы связи с последовательно усложняющимися свойствами входящего трафика видеоданных. Приведено доказательство четырех теорем, позволяющих свести двумерные задачи оптимизации (задачи с двумя варьируемыми параметрами) к одномерным. В результате получены расчетные формулы, с помощью которых аналитическим путем можно определить минимально необходимые значения пропускных способностей каналов связи двухканальной системы.

Четвертая глава посвящена решению многокритериальной задачи оптимизации двухканальной системы связи. Описана разработанная имитационная модель двухканальной системы с разделением видеок кадров по каналам связи. Проведены имитационные исследования распределения данных, также приведены результаты сравнения параметров каналов связи двухканальной системы, полученных с помощью методики аналитического расчета, с параметрами, полученными с помощью разработанной имитационной модели.

В пятой главе приводится описание программного комплекса, предназначенного для проведения экспериментальных исследований по распределенной передаче частей кадров видеоданных. Установлено, что при значениях пропускных способностей каналов связи, определенных с помощью имитационной модели, достигается наименьшее рассогласование времени доставки частей видеок кадров при незначительном увеличении затрат по сравнению с затратами, полученными при применении аналитически рассчитанных минимально необходимых значений пропускных способностей.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимости полученных результатов. В ходе работы автором получены следующие новые научные результаты:

- предложена оригинальная организация распределенной передачи видеоданных на основе системного подхода, включающего комплексную разработку алгоритмов кодирования, аналитической методики и имитационной модели для расчета параметров каналов связи;

– разработаны алгоритмы кодирования видеоданных, отличительной особенностью которых является разделение кадров на части неравного размера, что исключает возможность восстановления исходного изображения кадра по одной из его частей без информации о другой;

– предложена новая методика аналитического расчета пропускных способностей каналов связи с оптимизацией временных затрат, ключевой особенностью которой является возможность оценки издержек на содержание двухканальной системы связи при синхронизации передачи данных по каналам этой системы;

– разработана имитационная модель двухканальной системы видеосвязи, которая в сочетании с генетическим алгоритмом позволяет провести многокритериальную оптимизацию её параметров.

Теоретическая значимость работы заключается в:

– разработке алгоритмов разделения кадров видеоданных на части неравного размера;

– получении расчетных формул для определения минимально необходимых значений пропускных способностей каналов связи двухканальной системы.

Практическая значимость полученных результатов заключается в следующем:

– разработаны программное и алгоритмическое обеспечения для разделения кадров видеоданных на части неравного размера, и имитационная модель двухканальной системы связи, которые нашли практическое применение на предприятии и в учебном процессе.

– разработан программный комплекс, который позволяет выполнить исследования для оценки синхронности получения частей разделенных кадров и оценки возможности восстановления исходного изображения кадра по его большей части, что способствует снижению финансовых затрат и обеспечению конфиденциальности процесса передачи видеоданных.

По работе имеются следующие замечания.

1. В обзоре (раздел 1.2) приведено описание существующих алгоритмов и методов разделения изображений на части или «теневые» изображения, но не приводятся описание реальных систем и программных комплексов, в которых данные алгоритмы и методы используются.

2. В разделе 2.1 рассматривается цветовая модель RGB, однако в системах передачи данных для повышения пропускной способности может использоваться также модель YUV, позволяющая кодировать пиксель не тремя, а двумя байтами. Возникает вопрос, насколько трудозатратной будет модификация разработанного алгоритмического и программного обеспечения для модели YUV и насколько изменятся оценки эффективности алгоритмов.

3. В разделе 2.1 приводится матрица (2.6) без подробного обоснования используемых значений; следовало бы привести аналитическое выражение, согласно которому вычисляются элементы матрицы.

4. В выводе 1 раздела 3.2 сказано, что один из основных подходов, позволяющих сократить время задержки сопряженных фрагментов в очередях синхронизации, состоит во введении максимальной положительной корреляции между процессами перемещения сопряженных фрагментов. Представляется необходимым обоснование преимущества выбранного подхода над балансировкой каналов и активным управлением очередями в контексте диссертационной работы.

5. Выбор генетического алгоритма для решения задачи многокритериальной оптимизации двухканальной системы связи основан на научных публикациях, описывающих успешный опыт его применения в различных областях, однако, обоснование его достоинств или экспериментальное сравнение с другими алгоритмами для решаемой задачи не приведено.

6. В результате проведенных экспериментальных исследований определено, что расхождение получения частей видеоданных при параметрах каналов связи, определенных имитационной моделью, не превышает 300 мс. Насколько изменится оценка с учетом дополнительных вычислений для объединения полученных частей кадра.

7. В тексте диссертации упоминается, что разработка программного комплекса выполнена в среде C++ Borland. Но последнее ее обновление было в 2000 году. Вероятно, автор имел ввиду более современную среду C++ Builder, ранние версии которых были разработаны фирмой Borland.

Указанные замечания не оказывают существенного влияния на положительную общую оценку диссертации.

Анализ автореферата диссертации. Автореферат диссертации полностью отражает содержание диссертации и соответствует требованиям п. 25 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ. В автореферате излагаются основные идеи и выводы диссертации, показывается вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость приведенных результатов исследований, содержатся сведения об организации, в которой выполнялась диссертация, об оппонентах и ведущей организации, о научном руководителе соискателя ученой степени, приводится список публикаций автора диссертации, в которых полно отражены основные научные результаты диссертации.

Заключение. Диссертационная работа Сагайдака Дмитрия Анатольевича «Модели и алгоритмы реализации системного подхода к организации распределенной передачи видеоданных» является законченной научно-квалификационной работой, которая выполнена самостоятельно и имеет внутреннее единство. Положения, выдвинутые для публичной защиты, обладают научной новизной и практической значимостью. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (в редакции от 25.01.2024 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям. В исследовании изложены новые теоретические и практические решения, позволяющие применить системный подход к организации распределенной передачи видеоданных, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие систем распределенной передачи видеоданных. Считаю, что автор диссертационной работы, Сагайдак Дмитрий Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Согласен на включение моих данных в аттестационное дело и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

ведущий научный сотрудник Научной лаборатории цифровых двойников в электроэнергетике Уральского энергетического института Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, кандидат технических наук (научная специальность 2.3.1)



Матренин Павел Викторович

«30» мая 2025 г.

Почтовый адрес: 620062, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19.

Тел. +7 (343) 375-41-87

E-mail: p.v.matrenin@urfu.ru

Полное наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Подпись П.В. Матренина заверяю



Начальник
Административного отдела
Е. Л. ЗИНОВЬЕВА