

ОТЗЫВ

официального оппонента

Круглова Сергея Константиновича на диссертационную работу
Сергеева Александра Михайловича на тему «Методы преобразования
изображений и кодирования сигналов в каналах распределенных систем на
основе использования специальных квазиортогональных матриц»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства
телекоммуникаций (технические науки) »

Актуальность темы, цели и задачи диссертационного исследования

В настоящее время происходит резкий переход количества и качества передаваемых данных по сетям различного уровня. Основной поток данных теперь составляет визуальная информация, которая изменяет не только сетевой трафик, но и меняет сами сети. Переход от стационарных сетей к высокоскоростным мобильным сетям расширяет области их применения и они становятся актуальными при создании таких распределенных систем как охранные, мониторинговые, промышленной автоматизации, предупреждения катастроф на распределенных и удаленных объектах, регистрации событий на местах катастроф и происшествий, документирования правонарушений и др. В этих условиях особое значение приобретает сжатие видеоданных, их защита от искажений и помех и несанкционированного ознакомления. Повышение защищенности передаваемой цифровой визуальной информации и сигналов в сетях возможно не только за счет разработки новых методов и кодов, но и существенного увеличения количества ортогональных (квазиортогональных) матриц как по важнейшим для практики

СТАНОУ	Документ зарегистрирован
	« 13 » 02 2020 г.
	Вх. № 71-39/20

преобразований характеристикам, так и по порядкам существования таких матриц.

Таким образом, тема диссертационной работы Сергеева А.М., посвященная разработке методов преобразования изображений и кодирования сигналов в каналах распределенных систем на основе использования специальных квазиортогональных матриц, несомненно, является актуальной.

Общая характеристика и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы и двух приложений. Полный объем работы составляет 153 страницы, список литературы содержит 150 наименований.

Целью диссертации является повышение защищенности передачи цифровой визуальной информации в телекоммуникационных каналах за счет разработки новых методов с использованием расширенного семейства специальных квазиортогональных матриц и учета их свойств.

Для достижения указанной цели автором проведен анализ алгоритмов преобразований изображений и сигналов в распределенных системах, в основе которых лежит использование ортогональных матриц. разработан метод покadroвого маскирующего матричного преобразования визуальных данных для защиты от несанкционированного ознакомления при хранении изображений и их передаче в открытых сетях, выполнена разработка кодовых последовательностей и конструкций для фазовой (амплитудной) модуляции аналоговых сигналов в радиоканале сетевых систем передачи данных, для обеспечения повышения помехоустойчивости.

Во **введении** обосновывается актуальность исследований, описывается степень разработанности темы, указываются цель и поставленные задачи, формулируются положения, выносимые на защиту,

новые научные результаты, а также теоретическая и практическая значимость проведенных исследований.

В первом разделе приводятся основные определения, анализируются преобразования цифровых визуальных данных с использованием ортогональных матриц и применяемые коды фазовой модуляции сигналов, формулируются требования к семействам матриц для задач обработки и передачи информации. Формулируется определение специальных матриц для рассматриваемых в работе применений.

Второй раздел посвящен теоретическим вопросам существования квазиортогональных матриц на известных последовательностях чисел, связям матриц Мерсенна и Адамара на порядках $4t$ и $4t-1$, цепочкам матриц, связанных значениями элементов и структурами.

В третьем разделе описываются и исследуются специальные матрицы и методы их вычислений. Для бициклических матриц предлагается метод их вычисления, исследуется вопрос границы порядка их существования, рассматриваются симметричные многоблочные конструкции. Представлен метод поиска бициклических симметричных матриц Адамара на основе перекрестных ссылок и оптимизация его компьютерной реализации.

Четвертый раздел посвящен вопросам практического применения матриц Адамара и Мерсенна. Рассматривается реализация, особенности и результаты преобразования изображений предложенным в работе методом матричного маскирования/демаскирования. Приведены особенности использования матриц в помехоустойчивом преобразовании, а также пример замены матрицы ДКП в алгоритме сжатия JPEG на матрицу Мерсенна-Уолша. Сравниваются характеристики автокорреляционных функций кодов Баркера с кодами из строк матриц Мерсенна, предлагаются их комбинации в виде вложенных кодов.

В **заклучении** формулируются основные выводы и результаты работы.

В **Приложении 1** приведено описание разработанной с участием автора диссертации среды моделирования. В **приложении 2** содержатся копии актов внедрения и использования результатов диссертационной работы.

Научная новизна полученных результатов

В результате решения поставленных в диссертации задач автор получил следующие новые научные результаты:

– новая классификация экстремальных малоуровневых квазиортогональных матриц и выявленная связь структур матриц на порядках последовательностей $4t$ и $4t-1$, гарантирующая вычисление матриц Адамара на основе матриц Мерсенна;

– метод гарантированного вычисления симметричных матриц Адамара в виде бициклических структур до 32 порядка;

– вычисленные двухуровневые матрицы Адамара и модульно-двухуровневые матрицы структур Мерсенна-Уолша для ортогональных преобразований при решении задач в коммуникациях распределенных систем;

– упрощенный метод покадрового маскирования и демаскирования цифровых визуальных данных с использованием двустороннего умножения изображения на специальные структурированные квазиортогональные матрицы;

– новый подход к формированию кодовых последовательностей из строк матриц Мерсенна для фазовой модуляции сигналов, обладающих лучшими автокорреляционными характеристиками, и вложенные кодовые конструкции на основе комбинирования новых кодов Мерсенна и известных кодов Баркера.

Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Целью диссертационной работы является повышение защищенности передачи цифровой визуальной информации в коммуникационных каналах на основе новых методов с использованием расширенного семейства специальных ортогональных матриц и учета их свойств. Автором проведен подробный анализ литературных источников по теории ортогональных матриц и их применениям, подтвержденный большим числом ссылок на публикации российских и зарубежных исследователей и свидетельствующий о знании автором диссертации новейших достижений в данной области. Автором корректно используются научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций.

Положения и выводы диссертационной работы достаточно обоснованы и аргументированы. Программные реализации алгоритмов маскирования/демаскирования на основе предложенного метода и кодирования/декодирования кодами Мерсенна апробированы в реальных мобильных модулях распределенной системы.

Результаты диссертационной работы обсуждались на многочисленных конференциях, включая зарубежные, и на семинарах. По материалам исследований опубликованы 26 печатных работ: 1 монография, 11 статей в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, 4 работы опубликованы в изданиях, индексируемых в Scopus и WoS. 10 работ опубликованы в других изданиях. Автором получены 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, реализующих как поиск квазиортогональных матриц, так и обработку фото- и видеоизображений.

Достоверность научных результатов подтверждается корректной постановкой задачи исследования, корректным применением методов теории чисел, линейной алгебры, теории информации, цифровой

обработки изображений, модуляции и кодирования сигналов, непротиворечивостью полученных теоретических и практических результатов, апробацией полученных результатов при решении практических задач.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Теоретическую значимость результатов диссертационного исследования определяют:

- впервые предложенная классификация малоуровневых квазиортогональных матриц, показывающая их разнообразие, а также позволяющая предсказать их существование и способствовать созданию методов их вычисления, в том числе в виде симметричных конструкций;

- предложенные варианты представления структурированных квазиортогональных матриц Мерсенна-Уолша для задач преобразования изображений;

- полученные особые изображения для ряда матриц Мерсенна, Мерсенна-Уолша, Эйлера и Ферма, инвариантные к их двустороннему матричному преобразованию в методе покадрового маскирования.

Разнообразие порядков специальных матриц вплоть до высоких значений позволяет не только выбирать матрицы в алгоритмах маскирования и сжатия, но и адаптировать преобразования к размерам обрабатываемых изображений.

Предложенные в диссертационной работе решения вносят существенный вклад в развитие методов ортогональных преобразований в передаче визуальной информации по IP-сетям и ее защите в распределенных системах, а также в развитие теории кодирования сигналов.

Практическая ценность диссертационной работы состоит в:

разработке программной и аппаратно-программной реализаций метода матричного маскирования в реальном масштабе времени в системах встраиваемого класса на основе цифровых процессоров и ПЛИС, показывающей возможность его применения в широком классе распределенных IP-видеосистем на основе WiFi-коммуникаций, а также расширения сферы его использования за счет обеспечиваемой устойчивости маскированных изображений к искажениям в коммуникационном канале;

полученных характеристиках фазовой модуляции сигналов несимметричными кодами на основе строк квазиортогональных матриц, показавших перспективу их использования, в том числе в комбинации с известными кодами Баркера, а также при разработке перспективных радиолокационных станций.

Результаты диссертационной работы использованы в двух НИР, внедрены в учебный процесс в дисциплинах «Проектирование систем обработки и передачи информации», «Цифровая обработка изображений» и «Технологии стеганографии в системах инфокоммуникаций». Получены 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ по теме диссертационной работы за последние 3 года.

Выявленные недостатки и замечания

Диссертационная работа имеет следующие недостатки:

1. Не обоснован выбор для процедуры маскирования и стрип-преобразования симметричных двухуровневых матриц Мерсенна, Эйлера и персимметричных по блокам матриц Ферма, поскольку известно, что для равномерного распределения помехи по сигналу или изображению в результате обратного преобразования наиболее подходит ортогональная матрица, у которой максимальный элемент минимален.

2. Не рассмотрены вопросы выбора для конкретных условий и конкретных методов обработки визуальной информации оптимальных матриц из предлагаемых в работе. Не описана модификация метода сжатия в связи с использованием модульно двухуровневой матрицы Мерсенна-Уолша вместо матрицы ДКП.

3. В тексте диссертационной работы имеется ряд опечаток и ошибок. Так, трижды фамилия Мерсенн написана с одним «н». Имеются неточности в оформлении. В разделе 1 на стр. 22 и 35 приедены два разных рисунка с одним номером 1.5.

4. Отсутствует список сокращений и условных обозначений.

Тем не менее, отмеченные недостатки не снижают значимость и достоверность исследований, выполненных автором, и не меняют общей положительной оценки диссертации.

Заключение о соответствии диссертации требованиям и критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертационная работа Сергеева А.М. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой выполнено исследование на актуальную тему. В работе содержатся новые научные результаты и положения, а также рекомендации по их использованию.

Диссертационная работа изложена грамотно, в строгом научно-техническом стиле, хорошо структурирована и оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ. Автореферат диссертации полностью соответствует ее содержанию и не содержит лишних сведений. В нем полностью отражены основные полученные автором диссертации результаты и дано краткое изложение содержания выполненных исследований.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 01.10.2018), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Сергеев Александр Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – "Системы, сети и устройства телекоммуникаций (технические науки)".

Официальный оппонент:
кандидат технических наук,
доцент высшей школы
программной инженерии
института компьютерных наук и
технологий федерального
государственного автономного
образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-
Петербургский политехнический
университет Петра Великого»

Круглов Сергей Константинович



_____ февраля 2020 г.

Адрес места работы:

195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

www.spbstu.ru

<https://icst.spbstu.ru>

Тел. +7 (812) 775-05-30