

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

УДК 004.932:621.3.087.92

Самусенко

Максим Александрович

**СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ  
НЕРАЗДЕЛИМЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра

по специальности 1-40 80 01 Компьютерная инженерия. Хранение и  
обработка данных

Научный руководитель  
Петровский Николай  
Александрович  
кандидат технических наук  
доцент кафедры ЭВС, БГУИР

Минск 2022

## ВВЕДЕНИЕ

Цифровая обработка сигналов является одной из важнейших технологий, во многом определяющее прогресс науки и техники. Значительные изменения уже произошли в широком поле сфер деятельности, и теперь каждая отдельная область обладает своей своим собственным направлением развития. Данная работа как раз посвящена не общим концепциям, а узким, специализированным методам ЦОС.

Системы ЦОС работают с сигналами и представляют собой набор математических методов, подходов и алгоритмов для обработки (проведения необходимых вычислений) после их преобразования в цифровой вид. Обработка сигналов может решать множество задач: улучшение качества изображения, распознавание и синтез речи, сжатие данных для их передачи или хранения и т. д.

Цифровые системы обработки сигнала, хоть могут быть и достаточно сложными в разработке, их эксплуатация не доставляет сложностей. Также такие системы, при правильном подходе к разработке и реализации, являются экономически эффективными.

Системы, использующие в своей архитектуре различные алгоритмы преобразования (дискретно-косинусное преобразования, вейвлет-преобразование и др.) достаточно широко распространены: например, ДКП используется в стандарте JPEG, а призванный прийти ему на замену стандарт JPEG-2000 (в своё время не получивший широкого распространения, не смотря на ряд преимуществ) использует дискретное вейвлет-преобразование. Также на вейвлетах основан формат сжатия изображений ICER, который использует NASA для сжатия изображений. Однако, несмотря на использование в таких масштабных стандартах, данные алгоритмы являются довольно узконаправленными и нюансы их использования, особенно в зависимости от реализации, всё еще недостаточно изучены. Ситуация только усугубляется, если речь идет о неразделимых преобразователях – данный вид преобразований является объектом научных работ на протяжении десятилетия, и распространен лишь в узких кругах.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Данная диссертация ставит своей целью провести эксперимент: разработать и сравнить ядра разделимых/неразделимых преобразователей. Разработка предполагается на SoC Zynq - при реализации таких архитектур использование FPGA является целесообразным, так как преобразователи имеют возможность работать сразу в двумерном пространстве и их основное преимущество при реализации на FPGA – высокая пропускная способность и отказ от использования дополнительной памяти для хранения промежуточных данных. В рамках исходных данных, с учетом реализации – тема диссертации является актуальной и востребованной – в сфере цифровой обработки сигналов найдется мало работ, посвященной этому объекту изучения (с учётом реализации).

Цель данной работы - изучение существующих решений с использованием объекта диссертации, их анализ и попытка создания собственного решения на основе полученных выводов. Основные вопросы и задачи – рассмотрение классических и нетрадиционные варианты использования объекта диссертации, выбор платформы для предполагаемой реализации решения и обоснование этого выбора, обзор выбранной платформы и попытка развертки на ней предполагаемого решения.

Работа была апробирована на 57 конференции БГУИР и опубликована в сборнике тезисов докладов.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертация состоит из 4 глав.

В первой главе рассматривается предметная область, к которой относится данная работа – цифровая обработка сигналов, а также подходы к использованию и реализации конкретно объекта диссертации. Производится обзор классических, традиционных подходов к использованию интересующих алгоритмов, а также новшества в их применении.

Вторая глава содержит в себе математическое основание, мат. аппарат объекта исследования. Проводится математическое различие между теми или иными подходами к реализации алгоритмов.

В третьей главе производится обзор программно-аппаратной системы, на которой подразумевается реализация разрабатываемого решения. Рассмотрена платформа реализации в целом, её преимущества и недостатки, относительно других возможных решений. Также в данной главе изучаются интерфейсы, используемые на платформе, и нюансы касательно обработки пакетов данных и др.

В четвёртой главе показана реализация, разработка, которая демонстрирует работу интересующих алгоритмов. Приведен процесс моделирования, тестирования и реализации решения на конечном устройстве, также показаны результаты работы в виде соответствующих изображений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор литературы показал, что объект исследования имеет применение во многих областях, и похожих, и сильно отличающихся по своей сути. Однако, реализаций, аналогичных рассмотренной в данной работе на данный момент не имеется.

В процессе работы были изучены подходы к использованию алгоритма вейвлет-преобразования, а также варианты усовершенствования этого алгоритма; Была изучена система на кристалле Zynq, процесс разработки с использованием этой системы, также был изучен интерфейс AXI; необходимый для работы с этой системой; была спроектирован, смоделирована и реализована разработка, поддерживающая работу с Ethernet и DMA, позволяющая быстро, практически на лету выполнять необходимые вычисления. Развёртка системы предполагается на системе на кристалле Zynq, её возможно использовать в качестве встраиваемой системы.

Следующая работа над проектом может заключаться в оптимизации существующего решения, а также создания удобного пользовательского интерфейса.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1-А.] Самусенко, М. А. Процессор обработки изображений на основе неразделимого двумерного подхода / М.А. Самусенко // 57-я конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 19-23 апреля 2021 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тез. докл. – Мн. – 2021. – 155с.

[2-А.] Самусенко, М. А. Аппаратная реализация алгоритмов декомпозиции булевых функций / М.А. Самусенко // 56-я конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», апрель-май 2020 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тез. докл. – Мн. – 2020. – С. 232-233