

ОТЗЫВ

на автореферат по диссертационной работе **Ляхова Павла Алексеевича** на тему «Методы высокопроизводительной цифровой обработки сигналов на основе вычислений в системе остаточных классов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.5 — Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей

Непрерывный рост объемов информации, формируемых современными системами мониторинга процессов и систем различной физической природы, обуславливает возрастающие потребности в повышении производительности систем и средств их оперативного анализа. Несмотря на значительный прогресс в развитии вычислительных средств и методов цифровой обработки сигналов, производительность существующих систем не успевает за темпами роста объема и сложности обрабатываемых данных, что особенно остро проявляется при реализации алгоритмов обработки многомерных сигналов с использованием нейросетевых архитектур.

Актуальность диссертационной работы Ляхова Павла Алексеевича состоит в предложенной обоснованной технологии высокопроизводительной цифровой обработки сигналов на основе вычислений в системе остаточных классов, обеспечивающей возможность эффективного распараллеливания модульных операций на арифметико-логическом уровне. Для преодоления структурных ограничений традиционных позиционных архитектур особую актуальность приобретает системное объединение параллельной модулярной арифметики с блочной обработкой данных, аппаратом дробных величин для немодульных операций и масштабированием коэффициентов фильтров в рамках единой методологии.

К основным результатам, полученным в диссертационной работе, следует отнести:

1. Обобщенную модель усовершенствованной цифровой обработки сигналов в системе остаточных классов и архитектура цифрового фильтра с модулями специального вида. В рамках рассмотренных в работе сценариев автору удалось показать снижение времени фильтрации одномерных сигналов приблизительно на четверть за счет внедрения усеченных блоков умножения с накоплением при одновременном 2-4-кратном снижении задержки и аппаратных затрат по сравнению с традиционно применяемой позиционной системой счисления.

2. Метод высокоскоростной вейвлет-фильтрации сигналов на основе блочной обработки данных с уменьшением количества используемых умножений, который в рассмотренных в работе сценариях обеспечил снижение вычислительной сложности приблизительно на четверть при одновременном трёхкратном сокращении аппаратных затрат.

3. Методы и архитектуры для реализации немодульных операций в системе остаточных классов на основе дробных величин, обеспечивающие кратное повышение производительности обратного преобразования,

4. определения знака числа при одновременном приблизительно 10-кратном снижении аппаратных затрат на сравнение чисел по сравнению с известными подходами на основе Китайской теоремы об остатках и обобщенной позиционной системы счисления.

5. Метод и алгоритм дискретного вейвлет-преобразования многомерных сигналов с использованием масштабированных коэффициентов и параллельной обработкой в системе остаточных классов, который в рассмотренных в работе сценариях позволил повысить производительность в 2-3 раза.

6. Технология создания программно-аппаратных систем цифровой обработки сигналов в системе остаточных классов, которая в рассмотренных в работе сценариях обеспечила более чем полторакратное повышение производительности нейросетевой обработки визуальных данных по сравнению с позиционной системой счисления, при одновременном 2-4-кратном снижении задержки отказоустойчивой сети Хопфилда.

К ограничениям представленного исследования можно отнести:

1. Отсутствие обсуждения переносимости предложенных архитектур на системы высокой разрядности свыше 64 бит, что ограничивает оценку их масштабируемости для ряда специализированных приложений.

2. Отмеченные в работе количественные расхождения между результатами теоретических расчётов на основе unit-gate модели и вычислительного эксперимента относятся на счёт особенностей архитектур физических платформ, однако численные оценки и возможные пределы таких расхождений не приведены, что затрудняет оценку воспроизводимости показателей эффективности применительно к иным целевым архитектурам.

Указанные недостатки не снижают общей научной и практической ценности работы, выполненной на высоком уровне. Результаты исследования могут быть использованы разработчиками вычислительных систем и систем оперативного мониторинга и анализа многомерных данных различной

физической природы, например, в системах компьютерного зрения различного назначения — медицинской диагностики, телемедицины, агротехники и ряде других естественнонаучных и технических приложений.

В заключении следует отметить, что представленная диссертационная работа является завершённым научным исследованием, в котором разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение и, таким образом, в полной мере соответствующее критериям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям в части пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г (в действующей редакции), а соискатель Ляхов Павел Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.5 — Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Отзыв подготовил

д.т.н., доцент, главный научный сотрудник каф. Радиотехнических систем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»

«22» 09 2026 г.

 М. И. Богачев

Почтовый адрес: 197022, субъект Российской Федерации: Санкт-Петербург, город Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5, литера Ф.

Служебный телефон: +7 (812) 346-18-03

Адрес электронной почты: mibogachev@etu.ru

Я, Богачев Михаил Игоревич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Собственноручную подпись М. И. Богачева удостоверяю.

Начальник ОДС СПбГЭТУ «ЛЭТИ», к.э.н.

Т.Л. Русяева