

ГУАП ОД	Документ зарегистрирован	
	« 04 »	12 2025 г.
	Вх. № 81-276/25	

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Крячко Михаила Александровича

«Методика формирования сигналов и обработки изображений на основе функций Кравченко-Рвачева и обобщенных атомарных вейвлетов в телекоммуникационных системах»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций (отрасль наук – технические)

Актуальность темы. Представленная диссертационная работа посвящена разработке методов и алгоритмов выбора оптимальных вейвлет-функций для обработки одномерных непериодических сигналов и цифровых изображений, а также синтезу спектрально-эффективных сигналов на основе атомарных функций Кравченко–Рвачева. Актуальность темы исследования обусловлена современными тенденциями развития телекоммуникационных, радиотехнических и компьютерных систем, в которых существенное значение имеют эффективные методы анализа, обработки, передачи и хранения информации, представленной в виде сигналов различной природы.

Классические спектральные методы оказываются недостаточными для анализа сигналов, частотные характеристики которых изменяются во времени. В связи с этим широкое распространение получили методы частотно-временного анализа, в первую очередь основанные на вейвлет-преобразовании. Однако проблема выбора оптимальных базовых (материнских) вейвлет-функций до настоящего времени остаётся нерешённой: существующие подходы опираются преимущественно на математические свойства функций и не дают практических рекомендаций для конкретных классов сигналов.

Дополнительную значимость исследованию придаёт ориентация на задачи обработки цифровых изображений, в частности на построение алгоритмов сжатия с потерями, основанных на современных инструментах аппроксимации и механизмах контроля качества.

Диссертация решает важную научно-техническую задачу – обоснование и разработку методов выбора вейвлет-функций и синтеза сигналов, обеспечивающих высокую точность аппроксимации, сосредоточение энергии при использовании небольшого числа коэффициентов и устойчивость обработки к шумам и искажениям.

Цель, задачи, объект и предмет исследования. Целью работы является разработка спектрально-эффективных сигналов на основе атомарных функций Кравченко–Рвачева и методов обработки цифровых сигналов и изображений с использованием оптимально выбранных обобщённых вейвлет-функций,

обеспечивающих повышение точности, помехоустойчивости и быстродействия преобразований.

Поставленные в работе задачи логически следуют из сформулированной цели и включают: анализ методов построения спектрально-эффективных сигналов, разработку алгоритмов их синтеза и приёма; исследование способов обработки изображений на основе обобщённых вейвлетов; формирование критериев выбора материнских функций; разработку моделей многокритериальной оптимизации; проведение компьютерного моделирования.

Методологическую основу составляют функциональный анализ, теория аппроксимаций, кратно-масштабный анализ, математический аппарат радиотехники, цифровая обработка сигналов, методы оптимизации и математическое моделирование.

Научная новизна. Научная новизна представленной диссертации является значительной и включает следующие положения:

- разработан способ многокритериальной оптимизации выбора обобщённых вейвлет-функций для обработки одномерных сигналов, основанный на аппарате нечёткой логики, что позволило повысить эффективность и однозначность выбора материнских функций;
- предложено использование универсального индекса качества сигнала как нового критерия выбора вейвлет-функций, учитывающего совокупность оценок коррелированности, изменения среднего значения и динамического диапазона;
- получили развитие методы оценки эффективности по энергетическому, корреляционному и информационному критериям, включая использование отношения энергии коэффициентов аппроксимации к энтропии коэффициентов детализации и применение взаимной информации;
- получены новые результаты по построению спектрально-эффективных сигналов на основе атомарных функций Кравченко–Рвачева, обеспечивающих высокую концентрацию энергии и требуемую крутизну спадов спектра;
- предложена методика обработки цифровых изображений на основе обобщённых атомарных вейвлетов с использованием механизма контроля качества на базе поперечника Колмогорова.

Степень новизны подтверждается публикациями автора, в том числе патентами и статьями в рецензируемых журналах из перечня ВАК.

Теоретическая значимость. В работе получили развитие теория синтеза спектрально-эффективных сигналов на атомарных функциях Кравченко–Рвачева, методы кратно-масштабного анализа для цифровых изображений, информационные, корреляционные и энергетические критерии

выбора вейвлет-функций, а также методы оценки качества преобразований сигналов по новым интегральным показателям.

Результаты вносят вклад в дальнейшее развитие теории частотно-временного анализа, аппроксимации и цифровой обработки сигналов.

Практическая значимость. Практическая ценность диссертационной работы подтверждается следующими результатами:

разработана модель многокритериальной оптимизации выбора вейвлет-функций, обеспечивающая повышение точности и устойчивости анализа сигналов, а также предложены методики обработки изображений с механизмом контроля потерь качества, что важно для телекоммуникационных систем, систем видеонаблюдения и медицинской диагностики.

Результаты могут быть внедрены в программно-аппаратные комплексы, системы обработки сигналов и изображений.

Оценка обоснованности основных положений и достоверности выводов. Достоверность результатов подтверждается корректно проведенным численным моделированием, согласованием теоретических расчётов с результатами экспериментов.

Количество публикаций автора является достаточным для диссертации такого уровня.

Структура и оформление работы. Диссертация отличается логичной структурой, ясным и последовательным изложением материала. Приведённый иллюстративный материал (57 рисунков) и обширный список литературы (118 наименований) подтверждают глубину проведённого исследования. В заключение работы сделаны четкие выводы.

Замечания.

Работа не лишена недостатков. Можно отметить следующие:

- для случая применения атомарных функций для передачи данных отсутствует анализ помехоустойчивости совместно с применением помехоустойчивого кодирования;
- отсутствует оценка вычислительной сложности алгоритмов приема и обработки предложенных сигналов;
- вычисленные значения пик-факторов для разных огибающих часто различаются в первом или втором знаке после запятой, при том, что сами значения представлены не в децибелах, а в размах. Действительно важна такая точность в оценке значений пик-фактора?

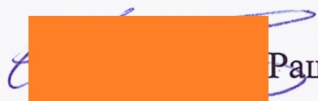
Отмеченные недостатки не влияют на общую высокую оценку качества выполненной работы.

Заключение.

Представленная диссертационная работа Крячко Михаила Александровича «Методика формирования сигналов и обработки изображений на основе функций Кравченко-Рвачева и обобщенных атомарных вейвлетов в телекоммуникационных системах» является завершённым научным исследованием, содержит новые научные результаты, обладающие теоретической и практической значимостью, отвечает всем квалификационным требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям», а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Официальный оппонент, доцент высшей школы прикладной физики и космических технологий, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университета Петра Великого», к.т.н.

01 декабря 2025 г.



Рашич Андрей Валерьевич

195251, г. Санкт-Петербург, вн.тер.г. муниципальный округ Академическое, Политехническая ул., д. 29, литера Б.

тел. + 7(812) 552-95-46, моб. тел. + 7 921 977 0478, e-mail: rashich@cee.spbstu.ru

Подпись Рашича Андрея Валерьевича заверяю.

.....

01 декабря 2025 г.



Рашич А.В.
СТОБЕРЯЮ
Политехнический университет
Санкт-Петербург
20 25 г.