

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, д.ф.-м.н., проф. Новикова Игоря Яковлевича

на диссертационную работу Герасимовой Юлии Андреевны «Вейвлет-анализ коррелированных данных при решении задач теории массового обслуживания», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

### **Актуальность темы**

С течением времени изменяется подход к решению некоторых классов задач, находятся новые способы их решения, разрабатываются новые методики, позволяющие преодолеть множество препятствий. Однако при решении некоторых задач возникают новые, оригинальные проблемы. Диссертационная работа посвящена важной проблеме разработки экономичных методов и алгоритмов ослабления коррелированности последовательностей сильнокоррелированных случайных величин для анализа трафика при решении задач теории массового обслуживания.

Продолжительное время считалось, что математическая модель трафика описывается классическим Пуассоновским распределением. Но в 1993-1994 гг. стало известно, что трафик в реальных сетях передачи данных является самоподобным процессом. Это проявляется в высокой зависимости между элементами последовательности, характеризующей трафик.

Проблема актуальна, так как классические методы этой теории применимы для анализа систем, обрабатывающих только некоррелированный трафик. Но, как стало известно, трафик в реальных сетях передачи данных является самоподобным процессом. Данное обстоятельство требует разработки новых высокоэффективных методов. Соблюдение требований точности, экономичности и алгоритмической простоты делает целесообразным применение вейвлет-функций, для которых вычислительные алгоритмы прямого и обратного преобразования обладают

свойством асимптотической неулучшаемости по вычислительной сложности и превосходят по этой характеристике другие известные системы функций.

Диссертационная работа направлена на разработку и обоснование математических моделей трафика коммутационной сети, создание вычислительных и компьютерных технологий декорреляции последовательностей, характеризующих этот трафик. Таким образом, тема исследований является актуальной.

#### **Полнота опубликования результатов диссертации.**

Основные результаты опубликованы в 16 печатных изданиях, 3 из которых в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 3 в рецензируемых изданиях, входящих в систему цитирования Scopus, 10 – в тезисах докладов. Одно свидетельство о государственной регистрации компьютерных программ. Результаты диссертации опубликованы достаточно полно.

#### **Научная новизна работы.**

- 1) Получено математическое и практическое обоснование эффективности применения сплайновых вейвлетов для декорреляции данных.
- 2) Проведено теоретическое исследование оценок корреляционных матриц преобразования для общего и частного случаев.
- 3) Построена система полуортогональных дискретных сплайновых вейвлетов на конечном отрезке.
- 4) Разработаны и качественно обоснованы методы быстрого дискретного вейвлет-преобразования в пространстве дискретных сплайновых вейвлетов на конечном отрезке.
- 5) Разработан комплекс программ для декорреляции последовательностей сильнокоррелированных случайных величин.

#### **Практическая значимость полученных результатов**

Полученные в диссертации результаты имеют высокую теоретическую и практическую значимость. Ценность результатов заключается в построении методов и алгоритмов, которые могут быть положены в основу

новых более точных и надежных систем проектирования сетей передачи данных.

Результаты диссертации могут быть использованы в пакетах программ по ослаблению коррелированностей последовательностей сильнокоррелированных случайных величин.

### **Анализ содержания диссертационной работы.**

Диссертация Ю.А. Герасимовой состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений. Полный объем диссертации 109 страниц текста с 25 рисунками и 4 таблицами. Список литературы содержит 89 наименований.

Во введении обоснована актуальность работы, приведены степень разработанности исследуемой проблемы, цель и задачи исследования, положения, выносимые на защиту, научная новизна, значимость исследования, личный вклад автора, структура и объем работы.

В первой главе рассматривается математическая модель трафика как самоподобного процесса. При этом требования, налагаемые на декоррелирующее преобразование, требуют разработки эффективных и экономичных с точки зрения вычислительной сложности алгоритмов. Таким условиям удовлетворяют методы дискретного полуортогонального преобразования на основе кусочно-полиномиальных финитных сплайновых вейвлетов.

Эти вейвлеты изучаются во второй главе диссертации. Ранее рядом авторов изучались финитные частично ортогональные сплайновые вейвлет-системы для функций непрерывного аргумента. Новизна полученных диссертантом результатов состоит в построении системы полностью дискретных вейвлетов, являющихся следами вейвлетов непрерывного аргумента на специальной сетке. Это позволяет строить алгоритмы быстрого прямого и обратного вейвлет-преобразования без предположения о равенстве значений функции в точке ее скалярному произведению на вейвлет самого

мелкого уровня, которое автоматически вносит погрешность в вейвлет-разложение для функций, отличных от кусочно-постоянных.

В третьей главе проводится теоретическое обоснование эффективности декоррелирующих свойств сплайновых вейвлетов. Выводится теорема об оценке коэффициентов корреляции для общего и частного случаев. В результате получается псевдоразреженная матрица, у которой все элементы, лежащие вне ленты главной диагонали, близки нулю. Это свидетельствует о высокой эффективности ослабления корреляции исходных данных, близкой к эффективности преобразования Карунена-Лоэва.

Четвертая глава посвящена численному эксперименту и комплексу программных средств, которые были разработаны в процессе работы Герасимовой Ю.А. над диссертацией.

### **Замечания по работе.**

- 1) В табл. 3 приведены данные из недостаточного количества экспериментов. Для корректной оценки сокращения времени вычисления коэффициентов нужно предоставить больше данных практических экспериментов.
- 2) В рисунке 2.2 не хватает графиков для квадратичных В-сплайн функций, хотя в описании рисунка указано, что даны графики для  $m=1..3$ .
- 3) В параграфе 3.2.3 в замечании 8 указано, что в случае вейвлетов Хаара справедливы такие же оценки, как и для общего случая, только с некоторой заменой. Считаю, что не хватает приведения самих оценок для этого случая.

### **Общее заключение.**

Приведенные замечания не принципиальны и не снижают ценность диссертационной работы. В целом диссертационная работа Герасимовой Ю.А. является завершенным научным трудом, оформлена согласно требованиям и соответствует специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Диссертация

имеет высокий научный уровень и представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

Автореферат достаточно полно и правильно отображает основное содержание диссертации. Принимая во внимание наличие научной новизны, практическую значимость и достоверность положений работы, считаю, что диссертационная работа Герасимовой Юлии Андреевны «Вейвлет-анализ коррелированных данных при решении задач теории массового обслуживания» отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Герасимова Юлия Андреевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент

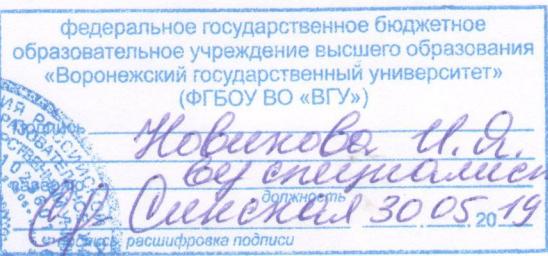
профессор кафедры функционального  
анализа и операторных уравнений

Воронежского государственного университета

доктор физико-математических наук

профессор

«30» мая 2019 г.



И.Я. Новиков

Новиков Игорь Яковлевич, доктор физико-математических наук по специальности 01.01.01 – Вещественный, комплексный и функциональный анализ,

Профессор кафедры функционального анализа и операторных уравнений  
Воронежского государственного университета (ВГУ).

Адрес: 394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1, ВГУ

Телефон: +7 (473) 2207521, <http://www.vsu.ru>

Электронная почта: novikov@func.vsu.ru