

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.06,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 09.09.2022 г. протокол № 6

О присуждении Исаевой Елене Валерьевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Восстановление функции плотности и оценивание параметров регрессионных зависимостей на основе вейвлет-анализа» по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики» принята к защите «07» июля 2022 г. (протокол заседания № 24) диссертационным советом Д 212.173.06, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, создан на основании приказа №105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Исаева Елена Валерьевна, 28 июля 1980 года рождения. В 2003 году соискатель окончила магистратуру по направлению «Прикладная математика и информатика» Новосибирского государственного технического университета. Исаева Е.В. окончила в 2021г. аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по специальности 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», срок обучения в аспирантуре: с 01.09.2017 года по 31.08.2021 г. В настоящее время работает старшим преподавателем кафедры теоретической и прикладной информатики в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Диссертация выполнена на кафедре теоретической и прикладной информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Тимофеев Владимир Семенович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра теоретической и прикладной информатики, профессор кафедры.

Официальные оппоненты:

1. Войтишек Антон Вацлавович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук», лаборатория стохастических задач, ведущий научный сотрудник;

2. Осипов Александр Леонидович, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный университет экономики и управления “НИНХ”», кафедра Информационных технологий, доцент кафедры дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (ТГУ), г. Томск, в своем положительном отзыве, подписанном Кошкиным Геннадием Михайловичем, доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры системного анализа и математического моделирования Института прикладной математики и компьютерных наук ТГУ и утвержденном Ворожцовым Александром Борисовичем, проректором по научной и инновационной деятельности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», доктором физико-математических наук, профессором, указала, что диссертационная работа Исаевой Елены Валерьевны «... выполнена на высоком научно-техническом уровне и написана грамотным научным языком. Содержание диссертации достаточно полно представляет научные исследования и практические разработки, проведенные автором. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и отражает основные результаты исследований. Достоверность результатов работы не вызывает сомнений, а сами результаты достаточно полно опубликованы. По своему содержанию работа соответствует паспорту специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики, а именно п. 5 –

«Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечение, разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений». Таким образом, диссертация Исаевой Е.В. имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи: по разработке математического и алгоритмического обеспечения для восстановления функции плотности с использованием вейвлет-анализа и преобразования Фурье и адаптивного оценивания параметров линейно-параметризованных регрессионных моделей. По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных экспериментальных исследований и практической значимости, представленная работа соответствует пп.9 – 14 положения «О присуждении учёных степеней» утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики, а её автор Исаева Елена Валерьевна достойна присуждения учёной степени кандидата технических наук по указанной специальности».

По теме диссертации соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе 3 научные публикации в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 1 научная публикация, индексируемая в международных информационно-аналитических системах научного цитирования Web of Science и/или Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад соискателя в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 50%. Общий объем опубликованных работ составляет 3,9 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

*Публикации в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ*

1. Тимофеев В. С. Об оценивании функции плотности распределения случайной величины с использованием вейвлетов / В. С. Тимофеев, Е. В. Исаева // Научный вестник НГТУ. – 2019. – № 4 (77). – С. 71–84.

2. Тимофеев В. С. Особенности оценивания функции плотности распределения с помощью не ортонормированных вейвлетов / В. С. Тимофеев, Е. В. Исаева // Южно-Сибирский научный вестник. – 2022. – № 2 (42). – С. 87–94. – URL: <http://s-sibsb.ru/issues/122-2022-issues/issue-42/1348-12>.

3. Тимофеев В. С. Об оценивании параметров регрессионных моделей с использованием вейвлетов / В. С. Тимофеев, Е. В. Исаева // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 4. – С. 114–121.

*Публикации в рецензируемых международных изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus*

4. Timofeev V. S. Estimating the distribution density function using a DOG wavelet / V. S. Timofeev, E. V. Isaeva // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1661. – Art. 012084. – DOI 10.1088/1742-6596/1661/1/012084.

*Прочие публикации*

5. Исаева Е. В. К вопросу об отслеживании смысловой целостности текста / Е. В. Исаева, В. А. Селезнев // Наука. Техника. Инновации : тезисы докладов : в 5 ч. – Новосибирск, 11-12 дек. 2001 г.. – Ч. 1. – С. 116–117.

6. Исаева Е. В. О задаче идентификации смысловой целостности художественных текстов / Е. В. Исаева, В. А. Селезнев // Наука. Технологии. Инновации : труды. – Новосибирск, 2003. – С. 224–225.

7. Оценивание функции плотности распределения с использованием вейвлета Литлвуда – Пэли / В. С. Тимофеев, Е. В. Исаева, Е. Д. Малышкина, А. Э. Слободчикова // Обработка информации и математическое моделирование : материалы Рос. науч.-техн. конф., Новосибирск, 23–24 апр. 2020 г. – Новосибирск. 2020. – С. 165–170.

8. Исаева Е. В. Оценивание функции плотности распределения с использованием вейвлета Морле = Estimation of the distribution density function using the Morlet wavelet / Е. В. Исаева. – DOI 10.17513/mjpf.13353 // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 2. – С. 22–27.

9. Оценивание функции плотности распределения на основе преобразований Фурье = Estimation of the distribution function based on the Fourier transform / В. С. Тимофеев, Е. В. Исаева, А. Э. Слободчикова, Е. Д. Малышкина. // Обработка информации и математическое моделирование : материалы Рос. науч.-техн. конф., Новосибирск, 20–21 апр. 2022 г. – Новосибирск : Изд-во СибГУТИ, 2022. – С. 170–177. – 20 экз. – ISBN 978-5-91434-070-1.

*Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ:*

10. Программный комплекс для восстановления функции плотности и оценивания параметров регрессионных моделей на основе вейвлет анализа (WTiRM V1.0) : свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ

№ 2022613412 : заявл. 24.02.2022 : зарег. 14.03.2022 / Исаева Е. В., Малышкина Е. Д., Слободчикова А. Э., Тимофеев В. С. ; правообладатель Новосиб. гос. техн. ун-т. – 1 с.

Все выносимые на защиту положения получены автором лично.

На диссертацию и автореферат поступили 6 отзывов (все положительные):

1. Сенашов Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», кафедра Информационно-экономических систем, заведующий кафедрой, г. Красноярск.

Замечания: 1) Как следует из автореферата автор провел сравнение разработанных алгоритмов оценивания неизвестных параметров регрессионных моделей между собой, а также с классическим методом наименьших квадратов (см. рисунок 2). Проводилось ли сравнение с другими адаптивными методами оценивания параметров регрессионных моделей? 2) На стр. 13 автореферата автор говорит о том, что в работе сформированы рекомендации по выбору параметра сглаживания. Однако о том, как это было сделано, и в чем состоят эти рекомендации нет никакой информации.

2. Татьяна Николаевна Швецова-Шиловская, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное унитарное предприятие "Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии". научно-исследовательское отделение управления риском на опасных химических объектах. начальник отделения, г. Москва.

Замечания: 1) На странице 12 автор приводит доказанные утверждения 5 и 6 для определения нормировочного множителя. Также предлагается получить данный множитель на основе минимизации статистики  $\chi^2$  - квадрат. Однако в автореферате отсутствует информация о том какой из этих способов дает более качественный результат. 2) На странице 16 при исследовании точности оценивания параметров регрессионной зависимости приведены результаты моделирования для объема выборки 200. Возникает два вопроса, почему выбран именно этот объем выборки и проводились ли исследования для других объемов выборки.

3. Дубров Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Заполярный филиал ПАО "ГМК" Норильский никель", советник заместителя

директора по региональной политике и корпоративным проектам Аппарата директора Заполярного филиала ПАО «ГМК» Норильский никель», г. Норильск.

Замечания: 1) На странице 16 приведены результаты исследования алгоритмов оценивания неизвестных параметров регрессионной зависимости, где число неизвестных параметров равно трем, рассматривались ли регрессионные зависимости с другим числом неизвестных параметров. 2) В автореферате нет информации о том, каким методом решается задача максимизации логарифмической функции правдоподобия при определении неизвестных параметров регрессионной зависимости.

4. Саженов Александр Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный университет», Институт математики и информационных технологий, кафедра математического анализа, заведующий кафедрой, г. Барнаул.

Замечание. На странице 10-11 автор приводит четыре утверждения, связанные с вычислением норм, рассмотренных вейвлетов. Далее эти вейвлеты используются для построения системы базисных функций нормированной на  $[0,1]$ . Однако в таблице 1 на странице 12 приведены базисные функции, зависящие от границ отрезка на котором определена случайная величина. Это обстоятельство требует дополнительного пояснения.

5. Плотникова Елена Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», кафедра математического анализа Механико-математического факультета, доцент, г. Новосибирск.

Замечание. При построении оценки функции плотности автор рассматривает только четыре вейвлета: LITTLEWOOD&PALEY, Морле, DOG, «Мексиканская шляпа». Чем обусловлен такой выбор?

6. Силаев Андрей Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», кафедра математической экономики, заведующий кафедрой, г. Нижний Новгород.

Замечания: 1) Некоторые результаты в автореферате представлены слишком кратко, например, сведения о разработанном программном комплексе. Неясно, каковы минимальные системные требования для его использования. 2) В автореферате не приводятся оценки параметров модели, полученные при решении задачи прогнозирования температурного состояния грунтов, а также не показано, как результаты, полученные с использованием построенной модели, согласуются с исходными данными.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией и значительными достижениями в данной отрасли науки, а также наличием большого числа публикаций по тематике, близкой к представленной в диссертации.

Доктор физико-математических наук, профессор **Войтишек А.В.** – признанный специалист в области методов и алгоритмов численного статистического моделирования, среди которых различные методы оценивания функции плотности.

Кандидат технических наук, доцент **Осипов А.Л.** является автором большого количества работ, посвященных математическому моделированию в различных предметных областях, в том числе с использованием регрессионного анализа.

В **Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»** на кафедре системного анализа и математического моделирования Института прикладной математики и компьютерных наук Томского государственного университета на постоянной основе проводятся исследования в области регрессионного анализа и восстановления функции плотности распределения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработаны** алгоритмы для построения оценок функции плотности распределения и адаптивного оценивания параметров линейно-параметризованных регрессионных моделей;

**предложены** системы базисных функций для восстановления функции плотности распределения, полученные на основе ортогональных и неортогональных вейвлетов и преобразования Фурье;

**показана** применимость различных вейвлетов для восстановления функции плотности распределения и адаптивного оценивания параметров линейно-параметризованных регрессионных моделей;

для повышения качества восстановления функции плотности распределения в систему базисных функций **введен** поправочный коэффициент и предложены три способа его вычисления.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** четыре утверждения, в которых были получены нормы для систем базисных функций, построенных на основе различных вейвлетов, а также два утверждения, обеспечивающие построение системы базисных функций для восстановления функции плотности распределения и позволяющие получить выражения для логарифмической функции правдоподобия и её производных;

**применительно к тематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** методы статистического моделирования, что позволило сформулировать рекомендации относительно выбора значений параметров сглаживания;

предложен и **изложен** адаптивный алгоритм оценивания параметров линейно-параметризованных регрессионных моделей, где информация о функции плотности случайной компоненты получена на основе данных с помощью вейвлет - анализа и преобразования Фурье;

**раскрыты** особенности использования оценок функции плотности распределения на основе вейвлетов и преобразования Фурье при оценивании параметров линейно-параметризованных регрессионных моделей

**изучены** средства и технологии разработки программного обеспечения, модели и методологии разработки программного обеспечения, а также методы оценки качества и выявления требований к ПО.

**проведена модернизация** систем базисных функций, построенных на основе неортогональных вейвлетов за счет введения нормировочных коэффициентов, полученных предложенными в работе способами.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработанные** алгоритмы для восстановления функции плотности с использованием вейвлет-анализа и преобразования Фурье и адаптивного оценивания параметров линейно-параметризованных регрессионных моделей и **созданный**



программный комплекс для восстановления функции плотности оценивания параметров регрессионных моделей построения робастных WTIRM V1.0 **внедрены** в аналитическую деятельность в ООО «Мерзлотный инженерно-строительный центр», а также в учебный процесс кафедры теоретической и прикладной информатики НГТУ и МАОУ «Инженерный лицей НГТУ»;

**определены** особенности применения разработанного программного комплекса для решения различных задач, связанных с восстановлением функции плотности и оцениванием неизвестных параметров регрессионных зависимостей;

**представлены** результаты решения задачи о прогнозе влияния геокриологических последствий глобального потепления климата на устойчивость и долговечность жилых зданий и сооружений;

Разработанное программное обеспечение зарегистрировано в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ № гос. рег. 2022613412 от 14.03.2022).

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** использовалась технология статистического моделирования, реализованная с использованием программных модулей и библиотек языка Python 3.7.5;

**теория** построена на известных положениях математического анализа, вейвлет – анализа, преобразования Фурье, прикладной математической статистики, регрессионного анализа, достоверность и обоснованность научных положений, рекомендаций и выводов обеспечивается корректным использованием методов исследования, а также подтверждением полученных выводов результатами вычислительных экспериментов;

**идея базируется** на использовании вейвлет-анализа и преобразования Фурье для восстановления функции плотности и последующего применения метода максимального правдоподобия для оценивания неизвестных параметров линейно-параметризованных регрессионных моделей;

**использовано** сравнение усредненных значений точности оценивания неизвестных параметров регрессионных зависимостей предложенными алгоритмами на основе ортогональных и неортогональных вейвлетов и преобразования Фурье и метода наименьших квадратов, а также адаптивного алгоритма с полупараметрическим восстановлением функции плотности на основе обобщенного

лямбда распределения, полученных в результате проведения множества вычислительных экспериментов;

**установлено**, что разработанные алгоритмы дают более точные оценки неизвестных параметров регрессионных зависимостей в сравнении с методом наименьших квадратов;

**Личный вклад соискателя состоит:**

в доказательстве утверждений, в которых были получены нормы для систем базисных функций, построенных на основе различных вейвлетов, а также утверждений, обеспечивающих построение системы базисных функций для восстановления функции плотности распределения;

в построении различных систем базисных функций;

в построении и исследовании алгоритмов восстановления функции плотности распределения случайной величины на основе различных ортогональных и неортогональных вейвлетов;

в разработке и исследовании алгоритмов адаптивного оценивания параметров линейно-параметризованных регрессионных моделей с использованием вейвлетов: Морле, LITTLEWOOD & PALEY, DOG, «Мексиканская шляпа» и на основе преобразования Фурье;

в реализации программного комплекса WTiRM V1.0 для восстановления регрессионных зависимостей и оценивания функции плотности;

в решении реальной прикладной задачи технического характера с использованием разработанных алгоритмов восстановления функции плотности и оценивания параметров регрессионных зависимостей.

В ходе защиты было высказано следующее критическое замечание: в работе автор показывает результаты исследования качества оценивания функции плотности только на выборках, распределенных по нормальному и экспоненциальному законам, и не отмечает особенности работы алгоритмов на других законах распределения. Соискатель Исаева Е.В. согласилась с замечанием, отметив, что исследования на других законах распределения проводились, в частности рассматривалось засоренное нормальное распределение, которое использовалось при исследовании точности оценивания неизвестных параметров регрессионных моделей.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные решения, имеющие существенное значение для развития теории вейвлет-анализа с целью обеспечения

возможности использования ненормированных вейвлетов для построения системы базисных функций, а также расширения возможностей регрессионного анализа за счет использования новых оценок функции плотности. Работа соответствует п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842.

На заседании «09» сентября 2022 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для развития теории вейвлет-анализа и расширения возможностей регрессионного анализа, присудить Исасовой Елене Валерьевне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.13.17, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, нет человек дополнительно введенных на разовую защиту, проголосовали: за – 16, против – 2, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного

Учёный секретарь  
диссертационного

Борис Юрьевич Лемешко

Владимирович Фаддеев

09 сентября 2022 г.