

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.141.03, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР ИНФОРМАЦИОННЫХ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ДИНАМИКИ СИСТЕМ И ТЕОРИИ  
УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ В.М. МАТРОСОВА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»  
МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 29 сентября 2022 г. № 63

О присуждении Чирихину Константину Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация «Использование методов теории информации и искусственного интеллекта для разработки и исследования высокоточных методов прогнозирования временных рядов»** по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки) принята к защите 24 июня 2022 г. (протокол заседания № 62) диссертационным советом Д 999.141.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, ФИЦ ИВТ, пр. Академика Лаврентьева, 6, г. Новосибирск, Россия; Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института динамики систем и теории управления имени В. М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 664033, ИДСТУ СО РАН, ул. Лермонтова, 134, г. Иркутск, Россия;

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики» Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 630102, СибГУТИ, ул. Кирова, 86, г. Новосибирск, Россия. Приказ Минобрнауки России от 9 ноября 2012 г. № 717/нк.

**Соискатель** Чирихин Константин Сергеевич родился 5 июня 1994 года, в 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», в 2021 году окончил аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», работал младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в лаборатории информационных систем и защиты информации (2019-2021 гг.). В настоящее время работает программистом в обществе с ограниченной ответственностью «ДГ-СОФТ». Диссертация выполнена на кафедре компьютерных систем факультета информационных технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук Рябко Борис Яковлевич, главный научный сотрудник лаборатории информационных систем и защиты информации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий».

**Официальные оппоненты:**

Лемешко Борис Юрьевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, профессор кафедры теоретической и прикладной информатики,

Трифонов Петр Владимирович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург, профессор факультета безопасности информационных технологий, дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск, в своем положительном отзыве, подписанном Кручининым Владимиром Викторовичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой технологий электронного обучения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», указала, что диссертация Чирихина К. С. соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а сам соискатель заслуживает присуждения степени кандидата технических наук.

**Соискатель имеет 10 опубликованных научных работ**, в том числе 3 статьи в рецензируемых (РИНЦ, Scopus и Web of Science) научных изданиях, рекомендованных ВАК для представления основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора или кандидата наук, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, а также 6 работ, опубликованных в трудах и тезисах всероссийских и международных конференций.

**Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

**Chirikhin K., Ryabko B.** Compression-Based Methods of Time Series Forecasting // *Mathematics*. — 2021. — Vol. 9, no. 3. — P. 1–11.

**Чирихин К. С., Рябко Б. Я.** Применение методов искусственного интеллекта и сжатия данных для прогнозирования социальных, экономических и демографических показателей Новосибирской области // **Вычислительные технологии**. — 2020. — Т. 25, No 5. — С. 80–90.

**Chirikhin K.** Application of time-universal codes to time series forecasting // **34th Annual European Simulation and Modelling Conference, ESM 2020**. — Toulouse, France, 2020. — P. 60–64.

**Chirikhin K. S., Ryabko B. Y.** Application of artificial intelligence and data compression methods to time series forecasting // **Applied Methods of Statistical**

**Analysis. Statistical Computation and Simulation - AMSA'2019: Proceedings of the International Workshop.** — Novosibirsk, 2019. — P. 553–560.

**Чирихин К. С., Рябко Б. Я.** Экспериментальное исследование точности методов прогноза, базирующихся на архиваторах // **Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии.** — 2018. — Т. 16, No 3. — С. 145–158.

Помимо отзывов от оппонентов и ведущей организации на диссертацию и автореферат поступило 4 отзыва (все отзывы положительные).

Это отзывы от: 1) **Нечты И. В.** (д.т.н., заведующий кафедрой прикладной математики и кибернетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Новосибирск); 2) **Ракитского А. А.** (к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории информационных систем и защиты информации Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий», г. Новосибирск); 3) **Фролова А. А.** (д.ф.-м.н., профессор Автономной некоммерческой образовательной организации высшего профессионального образования «Сколковский институт науки и технологий», г. Москва; 4) **Ульянова М. В.** (д.т.н., ведущий научный сотрудник Института проблем управления им. В. А. Трапезникова Российской академии наук, г. Москва).

**В отзывах высказаны следующие критические замечания (приведены наиболее существенные):**

1) В параграфе 4.3 адаптивный метод применяется для прогнозирования временного ряда среднемесячных чисел солнечных пятен и при этом в исследовательских целях варьируется от 10% до 100% значений ряда для выбора лучшего метода прогнозирования. При этом остаётся непонятным, какую долю (или количество) значений временных рядов использовать в реальных вычислениях.

2) Автор не приводит объяснения причин того, что часть прогнозных социально-экономических показателей имеет заметные отклонения от фактических данных. При этом другая часть показателей прогнозируется с приемлемой точностью.

3) Для анализа временных рядов имеется большое количество пакетов прикладных программ, однако автором не проведено сравнение полученного программного обеспечения с уже имеющимися.

4) В формулах (1.6) и (1.7) предусмотрены весовые коэффициенты, однако в работе не исследуется влияние выбора их значений на точность прогнозов, а во всех случаях экспериментальных исследований используются равные веса. Отсутствуют какие-либо рекомендации по выбору весов.

5) В п.4.4. по тексту неясно, на основании каких вероятностных законов вычислялись 95% доверительные интервалы, приводимые в таблицах.

6) В работе представлены многочисленные примеры успешного применения предложенных подходов для прогнозирования различных временных рядов. Вместе с тем в работе отсутствует описание класса тех рядов, для которых применение предложенного подхода может быть эффективным в смысле точности и сложности.

7) На стр. 46 предлагается вычислять время сжатия блока из  $t$  букв как  $T = tv$ , где  $v$  — максимальное время сжатия одной буквы. Такая оценка может оказаться весьма неточной при обработке больших блоков данных на процессорах общего назначения, т. к. в этом случае на время вычислений могут оказывать влияние эффекты, связанные с кэш-промахами. Эти эффекты возникают в том случае, если все обрабатываемые данные не помещаются в кэш процессора, и могут привести к значительному увеличению времени вычислений.

8) На стр. 27 указано, что формулы (1.6) и (1.7) могут быть использованы совместно. Неясно, как именно это может быть сделано.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью области их научных интересов к теме диссертации К. С. Чирихина. Сотрудники ведущей организации и официальные оппоненты занимают лидирующие позиции как исследователи в области теории информации, статистического анализа данных, прогнозирования временных рядов, а полученные ими за последние годы результаты опубликованы в ведущих отечественных и мировых изданиях.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработаны и реализованы в виде комплекса программ эффективные алгоритмы прогнозирования временных рядов, базирующиеся на методах теории информации и искусственного интеллекта; эти алгоритмы успешно применены к прогнозированию различных социально-экономических и физических процессов;**

**разработан** новый метод прогнозирования временных рядов на основе конечных автоматов с множественными головками, способный правильно прогнозировать закономерности, описываемые полилинейными словами;

**разработан** новый метод интеграции алгоритмов сжатия и прогнозирования, позволяющий автоматизировать выбор оптимального алгоритма для временного ряда;

**предложен** подход к сокращению объёма вычислений при интеграции различных методов, базирующийся на универсальных по времени кодах.

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

**предложен** метод прогнозирования временных рядов, способный обнаруживать закономерности нового класса (закономерности, описываемые полилинейными словами);

**разработан** теоретико-информационный метод интеграции различных методов сжатия и прогнозирования.

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

класс закономерностей, описываемых полилинейными словами, достаточно широк, подобные закономерности могут присутствовать во временных рядах реальных показателей, особенно из областей экономики и астрономии;

теоретико-информационный метод интеграции различных методов сжатия и прогнозирования позволяет автоматически (с небольшими дополнительными затратами времени на вычисления по сравнению с простым использованием одного метода) выбирать подходящий метод для прогнозирования временного ряда, что позволяет избежать ручного перебора всех методов;

проведённое в рамках диссертации экспериментальное исследование предложенных методов подтверждает их высокую точность и практическую применимость;

все предложенные в рамках диссертации методы реализованы в виде программного комплекса, который непосредственно может быть использован специалистами и профильными службами.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

в работе используются алгоритмы и методы с доказанными асимптотическими свойствами;

выполнено большое количество вычислений на реальных данных.

**Личный вклад соискателя состоит в** непосредственном участии в обсуждении постановок задач, разработке методов и алгоритмов и реализации их

виде программного комплекса, в экспериментальном исследовании их эффективности, анализе полученных результатов, в подготовке и представлении статей и докладов по теме исследования.

**В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания:**

1. По тексту неясно, на основании каких законов вычислялись 95% доверительные интервалы. (оппонент д.т.н., профессор Лемешко Б. Ю.)
2. В теоретической части работы используются длины кодовых слов в битах, а при программной реализации – в байтах. Учитывается ли это различие? (Оппонент д.т.н., доцент Трифонов П. В.)

**Соискатель Чирихин К. С. ответил на вопросы:**

1. Доверительные интервалы вычислялись при предположении, что остатки подчинены нормальному распределению с нулевым средним.
2. Нет, не учитывается. Однако эксперименты показали, что даже для коротких временных рядов закономерности обнаруживаются достаточно быстро.

На заседании 29 сентября 2022 г. диссертационный совет принял решение **присудить Чирихину К. С. ученую степень кандидата технических наук** за разработку метода прогнозирования временных рядов, который способен обнаруживать скрытые закономерности в данных из различных областей человеческой деятельности, в первую очередь в данных, связанных с экономикой и космическими объектами.

На заседании и при проведении тайного голосования присутствовали 17 членов диссертационного совета, из них 4 доктора наук по специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (технические науки), из 22 человек, входящих в состав совета. Роздано бюллетеней — 17, в урне оказалось бюллетеней — 15, из них: за — 15, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель  
диссертационного совета  
академик



*Шокин Юрий Иванович*

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.ф.-м.н.

*Лебедев Александр Степанович*

29 сентября 2022 г.