

В диссертационный совет 24.2.372.03  
на базе ФГБОУ ВО «РЭУ им. Плеханова»,  
г. Москва, Стремянный пер., д.36

**Отзыв официального оппонента**

**доктора экономических наук**

**Козырева Анатолия Николаевича**

на диссертационную работу Проскурякова Александра Юрьевича  
на тему «Математические методы и информационные технологии  
управления торговыми операциями с цифровыми валютами»,  
представленную на соискание ученой степени доктора экономических наук  
по специальности 5.2.2. Математические, статистические и  
инструментальные методы в экономике (экономические науки).

Диссертация Проскурякова А.Ю. является завершенным научным исследованием, посвященным методологии проектирования систем управления цифровыми валютами и разработке инструментального программно-методического обеспечения для систем автоматизированного трейдинга активов, построенных на блокчейн-технологиях. Работа имеет существенную практическую значимость и широкую возможность перспективы для продолжения исследований по использованию и управлению цифровыми активами с учетом их специфики и новизны.

**1. Актуальность темы исследования.**

Необходимость в разработке алгоритмов и инструментов, управляющих портфелем активов, построенных на блокчейн-технологиях, обусловлена множеством причин, связанных с изменениями, происходящими в мировой экономике и политике. Одно из непосредственных следствий таких изменений – рост интереса к альтернативным системам взаиморасчетов, в том числе на основе криптовалют и технологии блокчейн. Данное обстоятельство предопределяет актуальность работы «Математические методы и информационные технологии управления торговыми операциями с цифровыми валютами».

Значимость полученных научно-практических результатов заключается в возможности применения созданной методологии для проектирования систем управления цифровыми финансовыми активами, обеспечивающих повышение эффективности принимаемых инвестиционных решений по их покупке и продаже с контролем рисков.

Результаты теоретических исследований временных рядов стоимостных показателей активов цифровой экономики позволяют прогнозировать и выявлять тренды в курсах цифровых финансовых активов. Компоненты разработок и исследований могут быть использованы для создания комбинированного стабфонда на базе цифровых валют и цифровых финансовых активов, в корпоративном секторе, а также при подготовке квалифицированных инженерно-экономических кадров в России. Внедрение подобного класса систем управления портфелем высоколиквидных цифровых активов может повысить устойчивость российской экономики к геополитическим и валютным рискам.

## **2. Обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их практическая ценность. Общая характеристика работы**

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций, полученных автором, обеспечивается достижением поставленной цели и решенными в соответствии с ней научными задачами, тестированием системы в режиме реального времени на портфеле цифровых валют за продолжительный период времени с положительной динамикой доходности, широкой теоретической и современной методологической базой исследования. В работе задействованы высокоэффективные программные инструменты и статистическая информационная база.

Автором заявлено соответствие проведенных исследований паспорту специальности 5.2.2 в части пунктов 3, 4 и 11, что означает соответствие

области исследования специальности «Математические, статистические и инструментальные методы в экономике».

Работа отличается лаконичностью и вместе с тем достаточной полнотой в части используемого инструментария и источников. В ней можно отметить необходимый объем цитирования и актуальный список литературы, высокий уровень внедрения и апробации результатов работы, включая пленарные доклады Проскурякова А.Ю. на международных конференциях, руководство и участие в научно-исследовательских грантовых работах и стипендию Президента Российской Федерации по приоритетным направлениям модернизации российской экономики.

Согласно базе научной электронной библиотеки elibrary с 2007 года Проскуряков А.Ю. имеет всего 121 публикацию с общим количеством цитирования 303. По материалам диссертации автором опубликовано 58 научных работ общим объемом 45,3 печ. л. (в том числе авторских 28,5), из них 16 статей в рецензируемых научных изданиях, 9 статей в журналах, индексируемых Scopus и Web of science, имеется патент на изобретение и два свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Текст диссертации включает в себя введение, пять глав, заключение и три приложения. Отмечается наличие двух актов об использовании и акта внедрения, что показано в приложении А на странице 225. Общий объем составляет 258 страниц. Структура глав и пунктов отражает логику решения поставленных научных задач. В целом работа представляет собой лаконичное и завершенное научное исследование, каждая глава имеет взаимосвязанные выводы, в заключении отражены полученные теоретические и практические результаты, вытекающие из них выводы и перспективы развития указанного направления, а также сформулирована практическая ценность работы, подтвержденная разработанной программно-методической системой управления цифровыми валютами с платформой для тестирования и численного исследования.

### **3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Соискателем выявлено определенное противоречие между ростом рынка цифровых валют, их массовым распространением, с одной стороны, и нехваткой механизмов и инструментов управления ими, с другой стороны, что приводит к высокому риску и неэффективным торговым операциям. Подобная тенденция может повлечь потери или бездействие в нужный момент времени для принятия инвестиционного решения и характер таких событий отмечается как при корпоративном портфельном, так и личном владении подобных активов. В этом противоречии соискатель выявляет проблему проектирования систем управления инвестиционно-финансовыми активами цифровой экономики и в соответствии с этой проблемой формирует цель исследования. Как отмечено на странице 15 в тексте диссертации цель работы – разработка и совершенствование моделей управления торговыми операциями с цифровыми финансовыми активами, а также информационно-аналитических систем, реализующих эти модели с учетом закономерности и особенности стоимостной динамики криптовалюты, находящейся под воздействием внутренних и внешних ограничений и рисков. После этого соискатель приводит список из одиннадцати задач научного исследования (приведено далее в сжатой форме), решенных им для достижения поставленной цели:

1. Выявить особенности процессов ценообразования цифровых валют.
2. Разработать алгоритм формирования исходной информации временных рядов стоимостных показателей с использованием вейвлет-преобразования.
3. Разработать и обосновать систему критериев для оценки результатов сглаживания временных рядов стоимостных показателей.
4. Построить математические модели временных рядов стоимостных показателей портфеля цифровых валют.

5. Разработать методы автоматизированного мониторинга временных рядов стоимостных показателей ЦФА.

6. Разработать алгоритм комбинированного прогнозирования временных рядов стоимостных показателей цифровых валют на базе ИНС, вейвлет-преобразования и технико-экономического анализа.

7. Разработать методы принятия управляющих торговых решений с использованием автоматизированного торгового робота.

8. Разработать методы верификации и тестирования автоматизированного торгового робота управляющего депозитом.

9. Создание платформы для синтетического тестирования торговых стратегий на исторических значениях стоимостных показателей.

10. Провести экспериментальную оценку и обоснование разработанных алгоритмов прогнозирования и методов принятия решений по сделкам с ЦФА.

11. Разработать адаптивную программную систему финансового мониторинга, прогнозирования и управления портфелем активов, включающей предложенные математические модели, алгоритмы и подходы.

Все перечисленные задачи решены в ходе исследования достаточно успешно, тем самым поставленная соискателем цель достигнута.

Далее по тексту работы соискатель упоминает теоретическую базу исследования с оглядкой на работы российских и международных исследователей в области моделирования, анализа временных рядов, теории искусственных нейронных сетей и статистике, а также приводит методологическую базу исследования из методов цифровой обработки информации, вейвлет-преобразования и методов интерполяции, локальной аппроксимации и многомасштабного анализа сигналов с оглядкой на блокчейно-технологии. Затем приводится актуальная статистическая база исследования и наиболее современные программные инструментари, которые были задействованы в рамках научной работы.

Научная новизна диссертации Проскурякова А.Ю., как отмечено на странице 17, заключается в разработке моделей и методов прогнозирования

ценовых характеристик торговых сделок с ЦФА и принятия решений по их реализации на финансовых рынках, учитывающих характерные для криптовалюты закономерности в формировании и развитии ценовых показателей, связанных с всплесками и флуктуациями, периодичностью и волновой цикличностью, ограниченностью эмиссии, законодательным принятием. Затем на странице 18 и далее по тексту приводятся положения, выносимые на защиту и определяющие новизну диссертационного исследования. Коротко без раскрытия описательной части, как приводит соискатель в работе на страницах с 18 по 23, можно перечислить их в следующем сокращенном виде:

- 1) Предложена методология проектирования систем управления ЦФА.
- 2) Получены результаты исследования трендов криптовалют и проведена оценка их влияния на эффективность торговых операций.
- 3) Разработана и исследована математическая модель стоимостных временных рядов с алгоритмом сглаживания, учитывающим широкую вариативность и высокочастотные флуктуации.
- 4) Разработан метод автоматизированного мониторинга цифровых финансовых активов, базирующийся на вейвлет-преобразовании временных рядов с предварительной детализирующей коэффициентов трешолдингом.
- 5) Разработан алгоритм прогнозирования временных рядов стоимостных показателей цифровых валют с применением ИНС и технического анализа.
- 6) Разработан метод управления цифровыми финансовыми активами, базирующийся на торговых операциях в соответствии с рыночными трендами.
- 7) Разработано программно-методическое обеспечение по управлению портфелем цифровых валют с возможностью нахождения оптимальных параметров торгового робота.

В соответствии с наиболее актуальными публикациями, в том числе за период последних пяти лет с 2019 по 2024 года, в рамках тематики исследуемой области Проскураковым А.Ю., научный поиск показал следующее:



1. Предложена методология проектирования систем управления торговыми операциями над цифровыми финансовыми активами, которая в отличии от работ Golnoosh Babaei, Paolo Giudici, Emanuela Raffinetti, предлагающих подбор инструментария с авторским критерием для трейдинга, позволяет построение портфельных систем управления цифровыми валютами. (глава 1 диссертации, в соответствии с положением 1 и пунктами 3, 4 и 11 паспорта специальности)
2. Разработан метод автоматизированного мониторинга цифровых финансовых активов, базирующийся на вейвлет-преобразовании временных рядов с предварительной пороговой обработкой детализирующих коэффициентов. Данный метод позволяет понизить флуктуации в высокочастотных компонентах временного ряда для его дальнейшего анализа и в отличие от работ Новиковой М.А., Янчушки З.И., Болдырева С. В., Boubacar Doucoure, Kodjo Agbossou, Alben Cardenas, осуществляет трешолдинг с критериальной оценкой. (глава 2, в соответствии с положениями 2-4, задачами 2-5 и пунктом 3 паспорта специальности)
3. Разработан алгоритм прогнозирования временных рядов стоимостных показателей цифровых валют с применением искусственных нейронных сетей и технико-экономического анализа, который в отличие от работ с торговыми парами фиатных средств и акций Haizhou Guo, Dian Zhang, Siyuan Liu, Lei Wang, Ye Ding, учитывает торговые пары ЦФА к ЦФА, что определило ряд новых обобщений и решений, повышающих эффективность алгоритмов роботизированных систем управления торговыми операциями. (глава 3, в соответствии с положением 5, задачами 1,6 и пунктом 3 паспорта специальности)
4. Разработан метод управления цифровыми финансовыми активами, базирующийся на осуществлении торговых операций в соответствии с рыночными трендами, который в отличие от работ Parente, Rizzuti и Trerotola обладает алгоритмом управления портфелем со встроенной

логикой принятия решений. (глава 4, в соответствии с положением 6, задачами 7-8 и пунктом 4 паспорта специальности)

5. Разработано программно-методическое обеспечение по управлению ЦФА, отличающееся применением метода трендового управления, обеспечивающее возможность нахождения оптимальных параметров робота. (главы 4-5, в соответствии с положением 7, задачами 9-11 и пунктом 11 паспорта специальности)

Список используемых источников для научного поиска и анализа:

– Новикова М.А., Янчушка З.И. Методика формирования портфеля ценных бумаг с помощью комитетов искусственных нейронных сетей и теории вейвлет-преобразования. ВЕСТНИК ОГУ №8 (144) 2012. Режим доступа: [http://vestnik.osu.ru/2012\\_8/27.pdf](http://vestnik.osu.ru/2012_8/27.pdf).

– Болдырев С. В. Фильтрация сигналов посредством вейвлет-преобразования в нейросетевых системах классификации образов: диссертация канд. техн. наук. Ставропольский государственный университет, Ставрополь, 2012.

– Boubacar Doucoure, Kodjo Agbossou, Alben Cardenas. Time series prediction using artificial wavelet neural network and multi-resolution analysis: Application to wind speed data. Renewable Energy Volume 92, July 2016, Pages 202-211. doi: 10.1016/j.renene.2016.02.003.

– Haizhou Guo, Dian Zhang, Siyuan Liu, Lei Wang, Ye Ding, Bitcoin price forecasting: A perspective of underlying blockchain transactions, Decision Support Systems, Volume 151, December 2021. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2021.113650>.

– Mimmo Parente, Luca Rizzuti, Mario Trerotola, A profitable trading algorithm for cryptocurrencies using a Neural Network model, Expert Systems with Applications, Volume 238, October 2023 (2024 in print), <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121806>.



– Golnoosh Babaei, Paolo Giudici, Emanuela Raffinetti, Explainable artificial intelligence for crypto asset allocation, Finance Research Letters, Volume 47, Part B, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102941>.

#### **4. Практическая значимость результатов диссертационного исследования.**

Реализованный подход управления инвестициями ориентирован применительно непосредственно к новому классу активов цифровой экономики, что позволяет контролировать, предупреждать и минимизировать финансовые риски благодаря спотовой природе рынка.

Реализованная автором программная система управления цифровыми валютами показала свою эффективность на достаточно большом временном интервале с 2017 года.

Предложенная в работе структурная схема реализации нейросетевого прогнозирования изменений параметров временных рядов и непрерывных функций с предварительной вейвлет-обработкой обеспечивает возможность более эффективного мониторинга исследуемых процессов в экономических системах. Реализованные автором инструментальные решения – кроссплатформенные и независимо от типа операционной системы позволяют осуществлять удаленный мониторинг любым устройством с доступом в глобальную сеть.

С помощью разработанных алгоритмов исследованы массивы стоимостных показателей цифровых валют. Применение реализованных и продолжающихся исследований дает возможность проводить эффективные биржевые операции в режиме реального времени на основе взаимодействия с мировыми торговыми площадками. В результате проведенных исследований может быть получена конкурентоспособная продукция в виде программного обеспечения для задач управления активами, построенными на блокчейн-технологиях в корпоративном и государственном секторах экономики.

## **5. Дискуссионные моменты и замечания по диссертационному исследованию.**

Вместе с высокой эффективностью проведенных плодотворных научных изысканий можно выделить ряд конструктивных замечаний и комментариев, которые важно учесть в перспективе работы соискателя:

1. Требуется пояснения рисунок 4.9 с визуализацией открытого торгового цикла на странице 155. Не совсем понятно, как получается эффективно выполнять торговые операции с падающим в цене активом на не маржинальной спотовой секции.

2. Рисунок 5.6 на странице 190 с результатами технико-экономического анализа не соответствует графику стоимости биткоин на март 2024. Неясно каким образом неверно выполненный технический анализ и ошибочный прогноз может оказать влияние на эффективность системы управления в таком случае.

3. График на рисунке 3.29 (стр. 127) с зависимостью ошибки прогнозирования от числа итераций (от времени обучения) нейронной сети существенно зашумлен, что затрудняет интерпретацию представленной информации и ставит под вопрос качество прогноза разработанной искусственной нейронной сети.

4. Стилистически диссертация могла бы выиграть, если бы автор не злоупотреблял длинными предложениями с использованием родительного падежа.

5. Увлечение диссертанта технологией блокчейн представляется несколько чрезмерным, что мешает видеть недостатки этой технологии и ограниченность ее реального потенциала.

Вышеуказанные замечания не умаляют теоретической и практической значимости работы, носят рекомендательный характер для развития перспективы исследований Проскурякова А.Ю. в области инструментального управления ЦФА, цифровых валют и других видов активов, построенных на блокчейн-технологиях.

## **6. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней.**

Диссертационное исследование Проскурякова А.Ю. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, посвящённую решению важной инструментальной и научно-технической проблемы – развитию методологии проектирования систем управления цифровыми финансовыми активами, построенными на блокчейн-технологиях. Работа отличается лаконичностью и вместе с тем охватом широкого круга инструментов и методов исследования, что следует признать ее особым достоинством.

Проскуряков А.Ю. имеет научные публикации, отражающие основные результаты диссертации и опубликованные в экономических и технических рецензируемых научных изданиях. Автореферат содержит основные положения, а также наиболее значимые выводы, обобщения и предложения из текста диссертации. Основные теоретические положения и практические рекомендации диссертационной работы были представлены на всероссийских и международных научно-практических конференциях.

Результаты диссертационного исследования Проскурякова А.Ю. соответствуют паспорту научной специальности 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические науки) в части пунктов: 3 «Разработка и развитие математических и эконометрических моделей анализа экономических процессов и их прогнозирования», 4 «Разработка и развитие математических и компьютерных моделей и инструментов анализа и оптимизации процессов принятия решений в экономических системах» и 11 «Компьютерные методы и программы моделирования экономических процессов».

Таким образом, на основании вышеуказанного отмечается, что диссертационная работа соискателя соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а

её автор Проскуряков Александр Юрьевич заслуживает присуждения учёной степени доктора экономических наук по специальности 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике.

**Официальный оппонент:**

доктор экономических наук,  
главный научный сотрудник,  
отделение теоретической  
экономики и математических  
исследований, ФГБУН  
«Центральный экономико-  
математический институт РАН»

Александр Николаевич

Место работы: Федеральное государственное учреждение науки Центральный экономико-математический институт Российской академии наук, Отделение теоретической экономики и математических исследований, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории экспериментальной экономики 1.02.

Адрес места работы: Российская Федерация, 117418, Москва, Нахимовский проспект 47

Рабочий тел.: +7(499) 129-06-22

E-mail: kozyrevan@yandex.ru

\_\_\_ .04.2024г.

Подпись Козырева А.Н. заверяю  
Ученый секретарь ЦЭМИ РАН

А.И. Ставчиков