

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УДК 004.032.26:336.7

ШИЛОВ
Николай Александрович

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА АНАЛИЗА РЫНКА И АВТОМАТИЗАЦИИ
ТОРГОВЛИ ЦИФРОВЫМИ АКТИВАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание степени магистра

по специальности 7-06-0611-07 Бизнес-аналитика и цифровой маркетинг

Минск 2025

Работа выполнена на кафедре экономической информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **БУТОВ Алексей Александрович**,
доцент кафедры экономической информатики
учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

Рецензент: **НИКУЛЬШИН Борис Викторович**,
заведующий кафедрой электронных вычислительных машин учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

Защита диссертации состоится «23» июня 2025 г. года в 10⁰⁰ часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. Платонова, 39, ауд. 209, тел. 293-89-92, E-mail: kafei@bsuir.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

Развитие глобальной экономики, цифровизация финансового сектора и рост объёмов операций на фондовых, валютных и товарных рынках способствуют постоянному усложнению процессов управления финансовыми активами. На сегодняшний день торговля финансовыми инструментами осуществляется в условиях высокой информационной насыщенности, возрастающей скорости рыночных изменений и увеличения объёмов обрабатываемых данных. Это требует от участников финансового рынка применения более совершенных методов анализа и принятия решений.

Финансовые активы, как объекты инвестиционной деятельности, подвержены влиянию множества факторов: макроэкономических, политических, поведенческих, а также внутренних структурных особенностей рынков. Высокая волатильность цен, краткосрочные колебания и наличие трендовых и сезонных компонентов делают задачи прогнозирования и анализа особенно сложными. В условиях такой нестабильности особенно актуальными становятся методы, позволяющие оперативно реагировать на изменения рыночной конъюнктуры и минимизировать инвестиционные риски.

Наиболее перспективным направлением развития аналитических инструментов является использование методов машинного обучения и интеллектуальной обработки данных. Использование статистических моделей и нейросетевых алгоритмов открывает возможность повышения точности прогнозов и автоматизации торговых решений. Такие подходы позволяют анализировать большие объёмы информации, выявлять скрытые зависимости и своевременно формировать торговые сигналы.

Современные программные решения в области автоматизации торговли часто изолированно применяют либо технические индикаторы, либо нейросетевые модели, не учитывая комплексность факторов, влияющих на поведение активов. Кроме того, в большинстве случаев они не интегрируют фундаментальные характеристики рынка — экономические индикаторы, отчётность компаний, процентные ставки и прочие значимые параметры. Это ограничивает эффективность систем принятия решений и снижает устойчивость торговых стратегий.

Данная работа направлена на исследование методов анализа и прогнозирования рыночного поведения финансовых активов, включая сравнение существующих моделей, разработку и реализацию гибридного подхода, объединяющего различные аналитические методы. В рамках исследования создаётся программный прототип автоматизированной системы, способной формировать торговые сигналы на основе комплексной оценки рыночной информации.

Таким образом, актуальность темы определяется необходимостью создания интеллектуальных решений для повышения эффективности управления финансовыми активами в условиях современной рыночной среды, характеризующейся высокой степенью неопределённости, нестабильности и информационной перегрузки.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Актуальность темы исследования определяется стремительным развитием цифровых финансовых рынков и ростом интереса к торговле цифровыми активами как со стороны частных инвесторов, так и институциональных участников. Высокая волатильность, отсутствие централизованного регулирования и постоянное появление новых финансовых инструментов требуют применения современных подходов к анализу и прогнозированию поведения рынка. В этих условиях особенно актуальными становятся методы автоматизации торговли с использованием статистических моделей и алгоритмов, основанных на нейронных сетях, способных повысить эффективность принятия решений в условиях неопределённости.

Степень разработанности проблемы

Исследование методов анализа и автоматизации торговли цифровыми активами осуществлялось на основе теоретических и прикладных работ современных ученых: А.В. Фёдорова, С.А. Батракова, Т.И. Пановой, И.Н. Кузнецова, А.В. Кононова, а также зарубежных авторов: Я. Хуанга, Т. Чжана, А. Нарендрана, Дж. Келли, К. Х. Чана, С. Хохрайтера, И. Гудфеллоу и др.

Одним из недостатков исследований, представленных в современной научной литературе, является отсутствие комплексного подхода, объединяющего технический и фундаментальный анализ для построения интегрированных моделей прогнозирования и автоматизации торговли.

Предложенное исследование направлено на устранение этого недостатка путём разработки гибридной предсказательной модели, сочетающей методы статистического моделирования, нейросетевые алгоритмы и прогнозы экспертов.

Цель и задачи исследования

Цель диссертации: исследование методов анализа рынка и разработка подходов к автоматизированной торговле цифровыми активами с использованием статистических моделей и нейросетевых технологий.

Поставленная цель работы определяет **следующие основные задачи:**

- изучить структуру и функционирование традиционных и цифровых финансовых рынков;
- провести сравнительный анализ методов прогнозирования временных рядов и индикаторов технического анализа;
- исследовать возможности применения статистических моделей, нейронных сетей и гибридных подходов;
- реализовать прототип системы автоматической торговли с алгоритмической генерацией торговых сигналов.

Область исследования

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) ОСВО 1-39 80 03-2019 специальности 7-06-0611-07 Бизнес-аналитика и цифровой маркетинг.

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертационного исследования легли труды белорусских и зарубежных учёных в области анализа финансовых рынков, прогнозирования временных рядов и автоматизации торговых процессов. Особое внимание уделено работам, посвящённым применению статистических моделей, методов технического и фундаментального анализа, а также нейросетевых и гибридных подходов в управлении финансовыми активами.

Методологическую базу исследования составляют научные принципы экономического анализа, элементы теории инвестирования, машинного обучения и математического моделирования. Также используются современные подходы к построению алгоритмических торговых систем, включая методы анализа эффективности стратегий и оценки рисков.

Информационная база исследования сформирована на основе отечественной и зарубежной научной литературы, публикаций в рецензируемых журналах, нормативных и методических документов, материалов международных научных конференций, а также данных, полученных из открытых электронных источников и специализированных финансовых платформ.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке гибридной модели анализа финансовых активов, объединяющей технический и фундаментальный подходы с использованием методов машинного обучения и нейросетей.

Теоретическая значимость работы состоит в систематизации и сравнительном анализе методов прогнозирования временных рядов с учётом их адаптивности к рыночным изменениям.

Практическая значимость определяется созданием прототипа автоматизированной системы торговли и алгоритма кодирования экспертных прогнозов, что позволяет повысить точность прогнозов и эффективность торговых решений.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Комплекс экономико-математических моделей прогнозирования временных финансовых рядов, основанных на классических алгоритмах (AR, MA, ARMA, ARIMA, экспоненциальное сглаживание).

2. Нейросетевые модели прогнозирования временных финансовых рядов (MLP, RNN, LSTML), имеющие более высокую точность прогнозирования по сравнению с классическими моделями.

3 Алгоритм кодирования экспертных статей с финансовых порталов, интегрированный в разработанные модели, который позволяет расширить информационную базу модельного комплекса.

4 Рекомендации по дальнейшей оптимизации разработанных стратегий торговли на рынке финансовых активов.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Результаты, изложенные в диссертации, докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Экономика Беларуси: рост, инновации, безопасность» (г. Минск, 2025 год), а также на 60-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (г. Минск, 2025 год).

Отдельные положения и практические разработки диссертации могут быть использованы в образовательном процессе при изучении дисциплин «Эконометрика и экономико-математические методы и модели», «Современные технологии обработки экономической информации».

Публикации

Изложенные в диссертации основные положения и выводы опубликованы в сборнике материалов Международной научно-практической конференции «Экономика Беларуси: рост, инновации, безопасность» (Минск, 2025).

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, общей характеристики, трёх глав с краткими выводами, заключения, списка использованных источников, списка публикаций соискателя и приложений.

В первой главе рассмотрены теоретические основы функционирования финансовых рынков, классификация активов, принципы биржевой торговли, а также особенности различных сегментов – от традиционных до цифровых.

Во второй главе проведён обзор методов анализа и прогнозирования на финансовых рынках, включая модели временных рядов, технические индикаторы и нейросетевые алгоритмы. Также обоснована постановка задачи разработки системы прогнозирования.

В третьей главе описана реализация и тестирование моделей, приведены результаты построения и оценки прогностических алгоритмов, включая статистические и нейросетевые подходы, а также демонстрация прототипа системы автоматической торговли.

В приложении представлены публикации автора, листинг кода, база данных и результаты проверки на антиплагиат.

Общий объем диссертационной работы составляет 101 страницу, из них 75 страниц основного текста, 35 иллюстраций на 12 страницах, 5 таблиц на 3 страницах, список использованных источников включает 51

наименование на 4 страницах, список публикаций соискателя — 5 наименований на 1 странице, приложения — на 10 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе представлено теоретическое описание функционирования финансовых рынков и раскрыта природа изменения стоимости активов во времени как основы инвестиционной деятельности. Рассмотрены ключевые понятия рыночной экономики, принципы свободного ценообразования и роль рыночного риска в процессе инвестирования.

Детально описаны виды финансовых активов, включая долговые и доле-вые ценные бумаги, производные инструменты, валюту и биржевые индексы. Приведена классификация ценных бумаг, дана характеристика механизмов получения дохода и оценки риска инвестиций.

Отдельное внимание уделено структуре и логике биржевой торговли: описаны роли участников торгов (клиентов, брокеров, дилеров), типы ордеров, механизмы заключения сделок и расчётов, а также понятия открытых и закрытых позиций, маржи и спреда. Проанализированы особенности функционирования рынков валюты и цифровых активов, включая различия в регулировании, ликвидности и архитектуре рыночной инфраструктуры.

Из анализа следует, что эффективность управления финансовыми активами требует не только понимания принципов функционирования рынков, но и способности учитывать характеристики различных типов активов, участников торгов и внешних факторов, влияющих на поведение цен. Это определяет необходимость применения методов анализа и прогнозирования, которые будут рассмотрены в последующих главах.

Во второй главе представлена разработанная методика анализа и прогнозирования поведения финансовых активов на основе интеграции методов технического и фундаментального анализов. Описаны принципы построения гибридной аналитической модели, сочетающей статистические методы и алгоритмы машинного обучения для генерации торговых сигналов.

Сущность методики заключается в использовании комбинированного подхода: временные ряды рыночных данных (цен, объёмов) анализируются с применением классических моделей прогнозирования, таких как скользящие средние, экспоненциальное сглаживание и модели ARIMA, а также нейросетевых алгоритмов (в том числе LSTM). В то же время фундаментальная информация — экспертные статьи, экономические показатели, новости — подвергается кодированию с помощью методов обработки естественного языка (NLP) и преобразуется в числовые векторы признаков.

Алгоритм построения модели включает следующие этапы: сбор и подготовка данных, вычисление технических индикаторов, извлечение смысловой информации из экспертных текстов, построение обучающей выборки, обучение прогностической модели и тестирование её точности.

Особое внимание в работе уделено процессу автоматизированного анализа экспертных статей, включающему их сбор, векторизацию и структурирование прогнозов. Статьи извлекаются с финансовых порталов и анализируются с помощью LLM, которая возвращает прогнозы в формате JSON (рисунок 1). Из текстов извлекаются ключевые параметры: финансовый инструмент, направление прогноза, временной горизонт и продолжительность действия. Эти параметры агрегируются в виде временных рядов и используются в нейросетевых моделях прогнозирования в качестве дополнительных факторов, отражающих рыночные ожидания и новостной фон.

Для практической реализации модели использовано программное обеспечение Python с библиотеками Scikit-learn, TensorFlow, Keras и Statsmodels. Полученные на выходе прогнозные значения служат основой для генерации торговых сигналов и могут быть использованы в алгоритмической торговле.

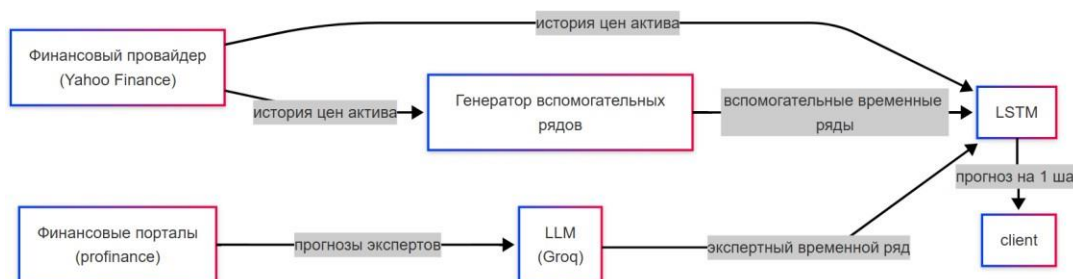


Рисунок 1 – Диаграмма потоков данных системы прогнозирования на основе экспертного анализа

Предложенная методика позволяет учитывать как количественные, так и качественные аспекты рыночной информации, обеспечивая более полную оценку текущей ситуации на рынке и повышение точности прогнозов

В третьей главе представлена практическая реализация предложенной в работе методики прогнозирования поведения финансовых активов и оценка её эффективности на реальных рыночных данных. Основное внимание уделено построению, обучению и сравнению моделей, основанных на статистических методах (скользящие средние, экспоненциальное сглаживание, ARIMA) и нейросетевых алгоритмах (MLP, RNN, LSTM), а также их применению в автоматической генерации торговых сигналов.

В первой части главы описан процесс подготовки данных: выбор инструмента (временной ряд валютной пары), получение исторических котировок, нормализация, преобразование формата данных для последовательного обучения и создание обучающих и тестовых выборок. Особое внимание уделено метрикам оценки качества прогноза, включая MAE, RMSE и коэффициент детерминации R^2 .

Далее изложены этапы построения и обучения моделей. Для нейросетевых архитектур использованы фреймворки Keras и TensorFlow. Приведены ключевые параметры моделей: количество нейронов, число

слоёв, типы функций активации, метод оптимизации и параметры обратного распространения ошибки. Для повышения точности прогноза проведён подбор гиперпараметров с использованием кросс-валидации и методик регуляризации.

Особое внимание в главе уделено реализации процедуры backtesting, т.е. тестированию торговых стратегий на исторических данных. С использованием библиотеки Backtesting.py построены алгоритмы, реализующие сигналы покупки и продажи на основе прогнозов моделей. Приведены графики изменения капитала, таблицы с результатами сделок, величинами просадки, прибыли и количества успешных предсказаний. Для оценки практической применимости системы рассмотрены сценарии с разной волатильностью и рыночной тенденцией.

Результаты моделирования показали, что классические модели, такие как ARIMA и экспоненциальное сглаживание, демонстрируют приемлемую точность на устойчивых участках рынка, но теряют эффективность в условиях резкой смены тенденций (рисунок 2). Напротив, нейросетевые модели LSTM и гибридные архитектуры обеспечивают более устойчивые и точные прогнозы на нестабильных участках, а также лучше адаптируются к шуму и нелинейным зависимостям в данных. Это подтверждается стабильной доходностью при тестировании стратегий торговли и меньшим количеством ложных сигналов.

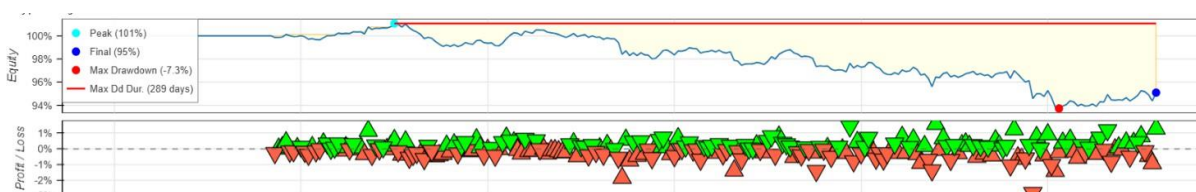


Рисунок 2 – График результатов торговой стратегии для тройного экспоненциального сглаживания



Рисунок 3 – График результатов торговой стратегией на основе RNN

Таким образом, третья глава демонстрирует практическую применимость предложенной методики и её эффективность в условиях реального финансового рынка. Полученные результаты подтверждают целесообразность интеграции нейросетевых и статистических подходов в системе прогнозирования и алгоритмической торговли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Проведен анализ существующих подходов к прогнозированию финансовых активов и обоснована необходимость использования более современных методов, включая нейросетевые модели, для повышения точности прогнозов в условиях нестабильных и нелинейных рыночных процессов.
2. Предложен алгоритм автоматизированного кодирования экспертных статей с финансовых порталов, обеспечивающий включение фундаментальных факторов в модели прогнозирования и повышение точности торговых сигналов.
3. Проведено тестирование моделей на реальных рыночных данных, подтверждена эффективность предложенной методики в условиях рыночной нестабильности и алгоритмической торговли.

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Разработанная методика прогнозирования может быть использована для повышения точности прогнозирования при создании программных решений для автоматического анализа финансовых рынков и генерации торговых сигналов.
2. Алгоритм кодирования экспертных статей позволяет формализовать фундаментальные факторы и интегрировать их в аналитические системы для поддержки инвестиционных решений.
3. Отдельные положения и практические разработки диссертации могут быть использованы в образовательном процессе при изучении дисциплин «Эконометрика и экономико-математические методы и модели», «Современные технологии обработки экономической информации».

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в рецензируемых журналах

1. Шалькевич, П. К. Компьютерное моделирование диффузии в смеси идеальных газов с учетом зависимости коэффициента диффузии от энтропии смешения в программном комплексе Wolfram Mathematica / П. К. Шалькевич, Н. А. Шилов, Н. Н. Гринчик // Информатика (ВАК). – 2024. – Т. 21, No 4. – С. 46–57. – DOI: 10.37661/1816-0301-2024-21-4-46-57

Тезисы конференций

2. Шилов, Н. А., Бычков, В. В. Гибридный подход к прогнозированию цен финансовых активов с помощью нейронных сетей / Н. А. Шилов, В. В. Бычков // Экономика Беларуси: рост, инновации, безопасность : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15 мая 2025 г. – Минск : БГЭУ, 2025. – С. 430.

РЭЗІЮМЭ

Шылаў Мікалай Аляксандравіч

Метады і сродкі аналізу рынку і аўтаматызацыі гандлю лічбавымі актывамі

Ключавыя словы: фінансавыя рынкі, лічбавыя актывы, аўтаматызацыя гандлю, фінансавы аналіз, прагназаванне, машыннае навучанне, нейрасеткі, тэхнічны аналіз, мадэлі часовых шэрагаў.

Мэта працы: даследаванне метадаў аналізу рынку і распрацоўка падыходаў да аўтаматызаванага гандлю лічбавымі актывамі з выкарыстаннем статыстычных мадэляў і нейросетевых тэхналогій.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: абгрунтавана неабходнасць прымянення нейросетевых падыходаў для павышэння дакладнасці прагнозу ва ўмовах рынкавай нестабільнасці; прапанавана метадыка аб'яднання тэхнічнага і фундаментальнага аналізу з выкарыстаннем алгарытмаў апрацоўкі тэкстаў і машыннага навучання; распрацаваны алгарытм аўтаматычнага кадавання экспертных меркаванняў, які забяспечвае ўключэнне якасных фактараў у мадэль; праведзена тэсціраванне сістэмы на рэальных рыначных даных, пацверджана яе эфектыўнасць.

Ступень выкарыстання: вынікі могуць быць скарыстаны пры распрацоўцы аналітычных і гандлёвых сістэм, а таксама ў адукацыйным працэсе пры вывучэнні дысцыплін эканоміка-матэматычнага профіля

Вобласць ужывання: фінансавая аналітыка, інвестыцыйнае мадэліраванне, аўтаматызаваныя гандлёвыя сістэмы.

РЕЗЮМЕ

Шилов Николай Александрович

Методы и средства анализа рынка и автоматизации торговли цифровыми активами

Ключевые слова: финансовые рынки, цифровые активы, автоматизация торговли, финансовый анализ, прогнозирование, машинное обучение, нейросети, технический анализ, модели временных рядов.

Цель работы: исследование методов анализа рынка и разработка подходов к автоматизированной торговле цифровыми активами с использованием статистических моделей и нейросетевых технологий.

Полученные результаты и их новизна: обоснована необходимость применения нейросетевых подходов для повышения точности прогноза в условиях рыночной нестабильности; предложена методика объединения технического и фундаментального анализа с использованием алгоритмов обработки текстов и машинного обучения; разработан алгоритм автоматического кодирования экспертных мнений, обеспечивающий включение качественных факторов в модель; проведено тестирование системы на реальных рыночных данных, подтверждена её эффективность.

Степень использования: результаты могут быть использованы при разработке аналитических и торговых систем, а также в образовательном процессе при изучении дисциплин экономико-математического профиля.

Область применения: финансовая аналитика, инвестиционное моделирование, автоматизированные торговые системы.

SUMMARY

Shilov Nikolay Alexandrovich

Methods and means of market analysis and automation of trade in digital assets

Keywords: financial markets, digital assets, trade automation, financial analysis, forecasting, machine learning, neural networks, technical analysis, time series models.

The object of study: research of methods of market analysis and development of approaches to automated trading in digital assets using statistical models and neural network technologies.

The results and novelty: the necessity of using neural network approaches to improve the accuracy of forecasts in conditions of market instability is substantiated; the methodology of combining technical and fundamental analysis using algorithms of text processing and machine learning is proposed; the algorithm of automatic coding of expert opinions is developed, providing the inclusion of qualitative factors in the model; the system is tested on real market data, its efficiency is confirmed.

Degree of use: the results can be used in the development of analytical and trading systems, as well as in the educational process in the study of disciplines of economic and mathematical profile.

Sphere of application: financial analytics, investment modeling, automated trading systems.