

КУЗНЕЦОВ РОМАН СЕРГЕЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ
МИРОВОГО РЫНКА АКЦИЙ НА ОСНОВЕ
НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПОДХОДОВ**

Специальность – 5.2.5 Мировая экономика

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Санкт-Петербург - 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Научный руководитель: кандидат экономических наук, профессор
Тумарова Татьяна Гельцевна

Официальные оппоненты: **Богатырев Семен Юрьевич**, доктор экономических наук, доцент, Автономная некоммерческая организация высшего образования «Международный банковский институт имени Анатолия Собчака», профессор кафедры экономики, управления и предпринимательства

Шевченко Игорь Викторович, доктор экономических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет», заведующий кафедрой мировой экономики и менеджмента, декан экономического факультета

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Защита состоится «__» _____ 2025 года в _____ часов на заседании диссертационного совета 24.2.386.08 при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет» по адресу 191023, г. Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, 30-32, ауд. 3033.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <https://unecon.ru/nauka/dis-sovety/> Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Автореферат разослан «__» _____ 2025 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета

И.В. Медынская

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования обусловлена мировым трендом на цифровизацию всех отраслей человеческой деятельности, в том числе биржевой торговли, а также ростом объемов торгов и количества инвесторов на мировом рынке акций, являющимся частью мирового фондового рынка. Такой рост, разнообразие торговых инструментов и активов в свою очередь стимулируют инвесторов тщательно подходить к анализу мирового фондового рынка. Для анализа и прогнозирования рынка используются не только классические методы типа фундаментального и технического, но и все большую популярность набирает использование нейронных сетей и других технологий, связанных с искусственным интеллектом.

Внедрению нейронных сетей и других технологий искусственного интеллекта способствует бурный рост инвестиций разных стран и компаний в эти технологии. Появляются проекты, использующие нейронные сети и конкурирующие на мировом рынке искусственного интеллекта и, в частности, предиктивной аналитики. Такие проекты предлагают своим потребителям по всему миру универсальные решения для большого набора бизнес-задач, в том числе для анализа и прогнозирования трендов котировок акций.

В настоящее время инвестор может купить или продать акции практически из любой точки земного шара, где есть доступ к интернету. Частные инвесторы с каждым годом все более активно пользуются такой возможностью и осуществляют сделки купли-продажи на мировом рынке акций, имея под рукой лишь телефон. Под частными инвесторами в работе понимаются физические лица с брокерскими счетами, самостоятельно вкладывающие средства в фондовый рынок. Мировая торговля акциями частными инвесторами в 2023 году составила 23% от общего объема биржевых торгов. Большее количество домохозяйств, чем когда-либо раньше, владеет акциями. За период с 2019 по 2022 гг. доля акций во владении частных инвесторов выросла с 15 до 21 процентов от всех торгуемых акций в мире¹. В Российской Федерации в 2023 году доля физлиц в объеме торгов акциями составила в среднем 79%², а объем средств на инвестиционных счетах инвесторов составил 9,2 трлн руб.³ Многие частные инвесторы не обладают профильным образованием в сфере финансов, но хотят и готовы инвестировать в акции, а также уже инвестируют или спекулируют на мировом рынке акций. Таким инвесторам необходим инструмент, позволяющий прогнозировать тренды котировок акций и формировать на их

¹ A record share of U.S. households now own stocks // AXIOS. - URL: <https://www.axios.com/2023/10/18/percent-amerians-own-stock-market-investing> (дата обращения: 20.10.2023).

² Инвесторы предпочли не рисковать. Доля физлиц в торгах акциями вернулась к весне 2022 года // Коммерсантъ. - URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6453364?ysclid=m1xp8w1bgd485520138> (дата обращения: 20.01.2024).

³ Инвестиции россиян на бирже выросли более чем на 50%, превысив Р9 трлн // РБК Инвестиции. - URL: <https://www.rbc.ru/quote/news/article/65f1d2f29a79474318d1b665> (дата обращения: 18.03.2024).

основе торговую стратегию, либо же автоматически подбирать необходимый портфель акций с целью получения прибыли и без необходимости самостоятельного анализа рынка частным инвестором.

Современный мировой рынок акций обладает значительной ликвидностью, поэтому котировки акций на нем меняются ежесекундно. Под трендом котировки акции понимается направление будущего движения котировки (текущей цены акции) по отношению к предыдущему значению котировки. В диссертации используются дневные котировки акций компаний, торгуемых на мировом рынке акций.

Используемые для прогностической аналитики архитектуры нейронных сетей развиваются уже много лет. Научно-технический прогресс достиг этапа, когда практически любой желающий специалист в сфере экономики с базовыми знаниями языка программирования Python или его аналогов может обучить различные нейронные сети, используя мощности собственного ПК или арендовав серверные вычислительные мощности. Данная ситуация возможна за счет появления различных готовых решений (языковых библиотек), позволяющих непрограммистам проводить эксперименты и заострять внимание на решении профессиональных задач. Дополнительным стимулом использования технологий на основе ИИ выступает появление доступных по цене облачных решений, позволяющих арендовать необходимые для обучения нейронных сетей серверные мощности. Стоимость таких услуг варьируется от 1000 рублей в месяц и до бесконечности⁴. Обучение эффективных нейронных сетей, способных с высокой точностью прогнозировать тренд котировок акций, позволит снизить риски при торговле на мировом рынке акций, обезопасить инвестиционные средства частных инвесторов и выбирать наиболее выгодные точки входа и выхода на рынке. Такой инструмент будет полезен для всего спектра игроков мирового рынка акций.

Степень разработанности научной проблемы. Архитектуры нейронных сетей, направленные на прогнозирование временных рядов, развиваются с 20 века и постоянно улучшаются, позволяя исследователям из разных сфер деятельности все более точно прогнозировать различные значения и показатели. В качестве наиболее эффективных нейронных сетей, используемых для работы с временными рядами, являются LSTM (Long Short-Term Memory – сеть долгой краткосрочной памяти, разработанная специально для работы с временными рядами) и ее разновидности. Применительно к мировому рынку акций, в последние годы появляется все больше теоретических работ, в рамках которых научные коллективы используют различные архитектуры нейронных сетей для прогнозирования котировок акций и трендов котировок акций, в то же время данные исследования имеют исключительно теоретический характер и не содержат сведения о введении в коммерческую деятельность или рыночных тестах в реальном времени. В решениях по прогнозированию котировок и трендов котировок акций от

⁴ Тарифы Yandex Cloud // Yandex Cloud. - URL: <https://yandex.cloud/ru/prices> (дата обращения: 18.03.2023).

современных брокеров также неизвестна и не раскрывается доля внедрения нейронных сетей и точность прогнозирования с их помощью. Классическим подходом в научных исследованиях является обучение нейронных сетей на биржевых данных об изменениях котировок акций внутри разных временных диапазонов. Такой подход использовали в своих работах ряд зарубежных и российских ученых: Б. Бхандари, Н. Римал, Р. Римал, О.Д. Ивашук и О.Г. Лебединской.

Тенденции развития мирового фондового рынка и его волатильность исследовались многими учеными, в том числе лауреатами Нобелевской премии. Юджин Фама внес значительный вклад в понимание динамики фондового рынка благодаря разработанной им теории эффективного рынка. Важный вклад в понимание динамики и природы ценовых движений рынка внесли Р. Шиллер и Р. Энгл.

Значительный теоретический вклад в развитие нейронных сетей, применимых для работы с временными рядами, внесли ученые: С. Хохрайтер, Й. Шмидхубер, Т. Фишер, С. Краусс и Д.С. Сизых. С. Хохрайтер и Й. Шмидхубер являлись основоположниками LSTM нейронной сети и уже на базе их работы LSTM развивалась и появлялись ее усовершенствованные архитектуры.

Стоит отметить, что в большинстве исследований, в отличие от исследования, проводимого в рамках данной работы:

- не проводятся эксперименты с параметрами слоев нейронных сетей (количество прошлых данных, учитываемых при прогнозе);
- не проводятся исследования зависимости количества используемых для прогноза данных и количества прогнозируемых значений;
- не обоснована эффективность применения нейронных сетей для прогнозирования трендов котировок акций из разных стран и секторов экономики;
- не проводятся торговые тесты на исторических данных с применением даже базовых элементов риск менеджмента (максимальный процент убытка от сделки, уровень тейк-профита и т.д.).

Таким образом, проведенный анализ публикаций и разработок показал, что предлагаемое исследование в сфере прогнозирования тренда котировок акций ранее не представлялось, а также не была обоснована эффективность применения такого решения инвесторами на мировом рынке акций.

Целью исследования является разработка и апробация системы предиктивной аналитики мирового рынка акций на основе нейронных сетей, обученных для прогнозирования дневных котировок акций российских и зарубежных компаний.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать структуру и динамику мирового рынка акций на предмет выявления трендов его развития и выделения перспективных страновых рынков акций;

2. Проанализировать динамику участия частных инвесторов в торгах на мировом фондовом рынке;

3. Провести тестирование различных архитектур нейронных сетей с целью выявления наиболее эффективных для прогнозирования трендов котировок акций компаний из разных стран и секторов экономики;

4. Оценить экономическую целесообразность использования разработанной системы при принятии торговых решений частными инвесторами при совершении торговых сделок на мировом рынке акций;

5. Определить перспективы вывода разработанного продукта на мировой рынок.

Объектом исследования является поведение частных инвесторов на мировом рынке акций, основанное на краткосрочном прогнозировании котировок акций с использованием нейронных сетей.

Предметом исследования является модель прогнозирования котировок акций на основе данных о изменении дневных котировок российских и зарубежных компаний с использованием нейронных сетей.

В качестве **теоретической основы исследования** выступают работы, связанные с теорией эффективных рынков Ю. Фама, Э. Петерса и У. Бернштейна. В рамках данных работ отмечается, что текущая цена исследуемого актива в полной мере отражает всю известную об активе информацию. Не менее важными являются работы, связанные с формированием инвестиционного портфеля Г. Марковица, М. Миллера и У. Шарпа, а также кейнсианский конкурс красоты на рынке акций Дж. М. Кейнса⁵. Также важным базисом послужили исследования нейронных сетей С. Хохрайтера, Г. Хинтона, Й. Бенгио и Й. Лекуна.

Методологической основой исследования являются: индуктивный и дедуктивный методы, эмпирический метод, анализ исторических данных, экспериментальный метод, а также количественные методы, такие как методы машинного обучения, включающие в себя нейронные сети (LSTM, BiLSTM, GRU-BiLSTM и др.), адаптированные под работу с временными рядами.

Информационная база исследования включает в себя следующие источники: данные Московской биржи, данные агрегаторов котировок и монографии мирового рынка акций, публикации российских и зарубежных СМИ. Информационная база исследования также включает в себя литературу: научно-исследовательские статьи, монографии российских и зарубежных авторов, отчеты банков и аналитических агентств (Сбер, Т-Банк, CITI, Argus, Bloomberg и др.).

Обоснованность результатов исследования обеспечивается применением фундаментальных трудов российских и зарубежных ученых, специалистов в области мировой экономики, мировых финансовых рынков и методов машинного обучения в качестве теоретико-методологической базы диссертационного исследования; согласованием рабочей гипотезы о

⁵ Keynes, J.M. The general theory of employment, interest and money // New York, Harcourt, Brace & World. - URL: https://archive.org/details/generaltheoryof_e00keyn/page/n5/mode/2up (дата обращения: 20.07.2024).

возможности повышения точности прогнозирования дневных котировок акций с результатами эмпирической верификации на основе реальных рыночных данных; применением современных архитектур нейронных сетей, а также проверкой их устойчивости и воспроизводимости на акциях из разных стран и секторов мировой экономики.

Достоверность результатов подтверждается апробированными на исторических данных результатами использования обученных моделей прогнозирования. Надежность исследования обеспечивают публикации автора в рецензируемых научных изданиях и полученные свидетельства о регистрации программ для ЭВМ из Роспатента.

Диссертационная работа **соответствует Паспорту научной специальности ВАК РФ 5.2.5. - Мировая экономика:**

п.9. Международные финансовые рынки;

п.18. Роль технологических факторов в развитии мирохозяйственных процессов.

Научная новизна результатов исследования заключается в том, что в результате анализа структуры и динамики мирового рынка акций, а также существующих подходов к прогнозированию трендов котировок, обоснована эффективность применения нейронных сетей к прогнозированию мирового рынка акций и разработана система предиктивной аналитики в виде российского программного продукта, имеющего потенциал выхода на международный рынок.

Наиболее существенные результаты исследования, обладающие научной новизной и полученные лично соискателем, заключаются в следующем:

1) определена категория участников мирового рынка акций - индивидуальные инвесторы, которая в условиях развития цифровизации и внедрения технологий искусственного интеллекта будет иметь критически важное значение для дальнейшего функционирования мирового фондового рынка;

2) выявлено, что сегмент предиктивной аналитики, возникший как результат сочетания мирового финансового рынка и рынка нейросетей, стал новым растущим сегментом финансовых услуг, обслуживающим мировую финансовую инфраструктуру;

3) на основе обучения и тестирования архитектур нейронных сетей на котировках акций российских и зарубежных компаний были определены нейронные сети с наиболее высокой точностью прогнозирования трендов на краткосрочных временных интервалах;

4) разработана система предиктивной аналитики, подтверждающая возможность применения нейронных сетей в прогнозировании котировок акций компаний из различных стран и отраслей экономики, в виде программного продукта, имеющего потенциал выхода на международный рынок;

5) определены перспективы вывода разработанной отечественной системы предиктивной аналитики мирового рынка акций на зарубежные рынки с приоритетом на страны БРИКС.

Теоретическая значимость работы состоит в дальнейшем развитии подходов к использованию нейронных сетей при прогнозировании котировок акций компаний из разных стран с целью анализа мирового рынка акций и его прогнозирования.

Практическая значимость работы заключается в подобранных и обученных нейронных сетях, способных с высокой точностью прогнозировать будущие значения котировок акций на краткосрочном периоде, что тем самым позволяет определить тренд котировок акций и служит сигналом к открытию или закрытию торговых позиций, а также является инструментом формирования инвестиционного портфеля для индивидуальных участников мирового фондового рынка. Доказана прибыльность торговой стратегии, основанной только на прогнозах разработанных моделей. В рамках исследования проведена имитация торгов на исторических данных, где сигналом к покупке или продаже акции выступал только прогноз обученной модели. Максимальная прибыль за 2 месяца торгов по акции составила +25%. Определены перспективы вывода конечного продукта на международный рынок. В качестве перспективного направления вывода продукта отмечены страны БРИКС, в рамках которых в первую очередь отмечены Китай и Индия как страны с высоким потенциалом роста их доли в мировом фондовом рынке.

Апробация результатов исследования. Основные положения и выводы диссертационного исследования нашли отражение в публикациях автора и докладах на конференциях: международной научно-практической конференции «Архитектура финансов-2024» (г. Санкт-Петербург), XII и XIII национальных научно-практических конференциях Института магистратуры с международным участием (г. Санкт-Петербург), научной конференции аспирантов СПбГЭУ – 2023 «Повышение конкурентоспособности отечественной науки: развитие в условиях мировой нестабильности» (г. Санкт-Петербург).

Публикации. По результатам исследования опубликовано 6 работ общим объемом 2,58 п.л. (вклад автора 2,04 п.л.), три из которых опубликованы в журналах из перечня ВАК, а три в журналах РИНЦ.

Патенты. Получены 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ из Роспатента (свидетельства № 2023665107, 2023668163, 2023667833, 2025610201).

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из 143 страниц (из них 27 – приложения), содержит 24 рисунка, 19 таблиц (включая 7 в приложениях), список литературы из 114 источников и 7 приложений. В первой главе проведено исследование ключевых тенденций мирового рынка акций и дана характеристика его текущего состояния. Во второй главе описывается проведенный процесс обучения нейронных сетей, отбор наиболее эффективных нейронных сетей, а также результаты торговых тестов обученных нейронных сетей на исторических данных. В третьей главе

описываются перспективы развития разработанной системы и вывода ее на зарубежные рынки, в качестве ключевых из которых выбраны страны БРИКС. В заключении подведены итоги диссертационного исследования.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Определена категория участников мирового рынка акций - индивидуальные инвесторы, которая в условиях развития цифровизации и внедрения технологий искусственного интеллекта будет иметь критически важное значение для дальнейшего функционирования мирового фондового рынка.

Объем торгов на мировом фондовом рынке, так и, соответственно, объем торгов на мировом рынке акций обладает большой динамикой. Год к году растет количество инвесторов на бирже, представленных как компаниями, так и частными инвесторами, а также появляются новые компании, выходящие на биржу через процедуру IPO. Например, российский фондовый рынок вырос на 69% в 2023 году. Объем торгов в 2023 году в сравнении с 2022 годом вырос почти в 2 раза, объем торгов на срочном рынке вырос на 4%, в то время как среднечасовой объем торгов вырос на 36%. Объем торгов на валютном рынке вырос на 22%, а среднечасовой объем вырос на 73%⁶.

Важной тенденцией мирового фондового рынка в настоящее время является рост числа частных инвесторов. Так, если в США в 1980 году доля американских домохозяйств, владеющих акциями, составляла 10,0%, то к 2024 году этот показатель вырос почти в 4 раза и составляет 41,6%⁷. В Российской Федерации даже в период сложной геополитической ситуации 2024 – 2025 гг. количество физических лиц с брокерскими счетами с января 2021 года к июлю 2024 года выросло в 4,25 раза и достигло 34,2 млн человек⁸. Помимо количественного роста физических лиц, на рост их доли в торгах на российском фондовом рынке также повлиял уход иностранных инвесторов с российского фондового рынка в 2022 году. К важным драйверам, повлиявшим на рост количества частных инвесторов в мире следует отнести:

- 1) предложение нулевых комиссий от крупных онлайн платформ (например, американская платформа Robinhood);
- 2) появление возможности дробления акций;
- 3) появление различных тематических источников информации о трейдинге в социальных сетях как от частных инвесторов, так и от крупных компаний и банков, оказывающих брокерские услуги (например, свои каналы ведут брокеры БКС Инвестиции и JP Morgan);

⁶ Объем торгов на Мосбирже в 2023 году достиг рекордных ₽1,3 квадриллиона // РБК. - URL: <https://www.rbk.ru/quote/news/article/659ebac59a79470d50860bec> (дата обращения: 10.02.2023).

⁷ Charted: American stock ownership back at all-time highs // Visual Capitalist. – URL: <https://www.visualcapitalist.com/american-stock-ownership-by-share-of-financial-assets/> (дата обращения: 08.11.2024).

⁸ Как менялась доля частных инвесторов на Мосбирже // Rus Bonds. – URL: <https://rusbonds.ru/analytics/18694> (дата обращения: 20.12.2024).

4) появление культуры торговли криптовалютами, которое также привело к тому, что люди с целью диверсификации активов кроме рынка криптовалют вкладывают средства в мировой рынок акций и другие рынки.

На рост волатильности и динамичности мирового фондового рынка также повлияло развитие человечества, глобализация и появление новых технологий. Развитие фондового рынка и его трансформация в мировой фондовый рынок происходила в несколько этапов:

1) появление первой фондовой биржи в Амстердаме в 17 веке. Первые торги на фондовой бирже велись вручную ограниченным количеством участников, а результаты торгов фиксировались на бумаге. Биржевые торги имели локальный характер и доступ к ним был у ограниченного количества участников. Волатильность торгов в это время была незначительна в следствие ограниченности количества участников, низкой скорости распространении данных и локализации биржи внутри отдельного региона или страны;

2) период 18 и 19 веков, озаменованный рядом событий, позволивших в первую очередь ускорить торговые процессы и облегчить доступ инвесторов к результатам торгов: развитие печати и изобретение телеграфа. Данные изобретения увеличили доступность информации для потенциальных инвесторов и, соответственно, увеличить их количество. В это время также появляются железные дороги, позволяющие упростить торговлю биржевыми товарами, расширить географию торгов и участников фондового рынка;

3) период конца 19 – начала 20 веков характеризуется появлением телефонов и тикерных лент, позволивших осуществлять торги дистанционно и из разных стран. Появление этих технологий привело к росту ряда показателей: скорости совершения сделок, количества сделок, а также волатильности на рынке;

4) 1920-1970-е годы – период компьютеризации и появления первых электронных торгов. В это время начинает активно развиваться программное обеспечение для проведения торгов на фондовом рынке, а также появляется первая электронная биржа NASDAQ. Динамика рынка еще больше усиливается по причине ускорения торгов за счет компьютеризации;

5) 1980-1990-е годы – глобализация и развитие цифровых бирж. Это время характеризуется появлением электронных торговых систем (например, Bloomberg Terminal), а также началом массового распространения интернета, ставшего катализатором превращения региональных фондовых рынков в единый мировой фондовый рынок;

6) 2000-2010 годы – появление высокочастотной торговли (HFT – high-frequency trading) за счет появления оптоволоконной связи и разработкой алгоритмов для мгновенных совершений сделок. В это время технологии и торговые алгоритмы начинают все больше влиять на торги, происходит рост ликвидности и волатильности торгов. В это время также начинает появляться все больше профессиональных компаний, разрабатывающих собственное программное обеспечение для совершения операций на фондовом рынке;

7) 2010-е годы – настоящее время, характеризующееся появлением маркет-мейкеров, технологий Big Data и искусственного интеллекта. В это

время мировой фондовый рынок уже становится доступным из любой точки на планете, где есть интернет. Появление различных технологий обработки и хранения данных позволяет всем желающим получать и анализировать данные автоматически, а также совершать торговые операции за доли секунд. Технологии искусственного интеллекта начинают внедряться в биржевые торги и использоваться для анализа и прогнозирования котировок за доли секунд. Все это приводит к росту количества операций на мировом фондовом рынке в секунду, что в свою очередь неминуемо ведет к повышению динамики торгов и росту волатильности мирового фондового рынка. Открытость и доступность фондового рынка также позволили снизить барьеры для входа в рынок – теперь любое физическое лицо, обладающее устройством с доступом в интернет, может открыть брокерский счет и начать совершать операции на рынке.

Цифровизация и ряд других процессов постепенно приводило к постепенному снижению барьеров входа на рынок, что в свою очередь привело к росту количества частных инвесторов на мировом фондовом рынке. С появлением большого количества частных инвесторов возросло и влияние поведенческих факторов (паника, стадное поведение и т.д.) на мировой фондовый рынок. Растет также и влияние сообщества частных инвесторов на мировой рынок акций, что, как пример, выражается в появлении феномена акций-мемов. Такая ситуация приводит к повышению сложности прогнозирования мирового фондового рынка и мирового рынка акций в частности. Необходимо рассматривать современный рынок как сложную и нелинейную систему, в рамках которой взаимодействуют различные классы инвесторов, функционируют торговые роботы и более сложные цифровые решения на базе искусственного интеллекта. Взгляд на рынок не как на идеальную систему, а как на сложную нелинейную среду предлагают Эдгар Петерс⁹ и Уильям Бернстайн¹⁰. О ценовых колебаниях в связи с иррациональными ожиданиями инвесторов и психологией писал в своих исследованиях и Роберт Шиллер¹¹, а исследования Роберта Энгла и предложенная им модель ARCH были важным шагом в прогнозировании волатильности рынка и анализа рисков¹².

Таким образом, под влиянием различных факторов постоянно изменяется мировой фондовый рынок и его часть – мировой рынок акций. Эти изменения в свою очередь ведут к изменениям структуры, динамики и волатильности мирового фондового рынка. В такой ситуации участникам торгов на мировом рынке акций с целью сокращения торговых рисков необходимо уметь с высокой точностью прогнозировать котировки акций и

⁹ Peters, E.E. Chaos and order in the capital markets: a new view of cycles, prices and market volatility // Wiley. - URL: <https://www.wiley.com/en-us/Fractal%2BMarket%2BAnalysis%3A%2BAApplying%2BChaos%2BTheory%2Bto%2BInvestment%2Band%2BEconomics-p-9780471585244> (дата обращения: 20.12.2024).

¹⁰ Bernstein, W.J. The four pillars of investing / W.J. Bernstein // McGraw-Hill - 2002. - P. 316.

¹¹ Shiller, Robert J. Do Stock Prices Move Too Much to Be Justified by Subsequent Changes in Dividends? Cambridge: National Bureau of Economic Research. – 1980.

¹² Engle, R.F. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U.K. inflation / R.F. Engle // Econometrica. - 1982. - Vol.50, No.4 - P. 987-1007.

тренды котировок акций на разных временных периодах. Одним из трендовых и эффективных решений, позволяющих прогнозировать временные ряды, являются нейронные сети, результаты прогнозирования которых могут быть использованы участниками рынка в качестве торгового совета и ориентира на будущее изменение котировок.

2. Выявлено, что сегмент предиктивной аналитики, возникший как результат сочетания мирового финансового рынка и рынка нейросетей, стал новым растущим сегментом финансовых услуг, обслуживающим мировую финансовую инфраструктуру.

Рост доступности вычислительных мощностей и инновации в сфере глубокого обучения привели к тому, что, начиная с 2022 года, весь мир охватил тренд на развитие технологий искусственного интеллекта. Под **искусственным интеллектом** подразумевают широкую область исследований и технологий, направленных на имитацию человеческого мышления. Термин **предиктивная аналитика** характеризует направление работы с данными, в рамках которого исторические данные используются для прогнозирования будущего.

Усиление внимания к цифровизации и растущее внедрение больших данных являются ключевыми факторами, способствующими развитию предиктивной аналитики. Растущая популярность приложений на основе интернета вещей, включая удаленный мониторинг различных процессов, может эффективно стимулировать дальнейший рост рынка предиктивной аналитики. Появление новых приложений ведет к появлению новых идей и подходов к предиктивной аналитике бизнес-процессов со стороны инициативных команд внутри компании. В последние годы расширяется применение инструментов моделирования предиктивной аналитики, дополненное автоматизацией и интерактивной визуализацией. Индустрия электронной коммерции переживает беспрецедентный рост благодаря своей способности расширять традиционный опыт потребителей в сфере покупок. Предиктивная аналитика позволяет прогнозировать будущие покупки потребителей, а также показывать им наиболее релевантные товары в конкретный момент времени. Прогнозируются не только повседневные покупки, но могут быть спрогнозированы и спонтанные покупки покупателей на основе их принадлежности к определенной потребительской группе. Программное обеспечение для прогнозной аналитики использует текущие и исторические наборы данных для прогнозирования возможных будущих результатов с помощью статистики и методов моделирования. Ожидается, что эта особенность увеличит объем рынка предиктивной аналитики. Ключевые драйверы и преграды роста рынка по версии Fortune Business Insights отражены на рисунке 1.

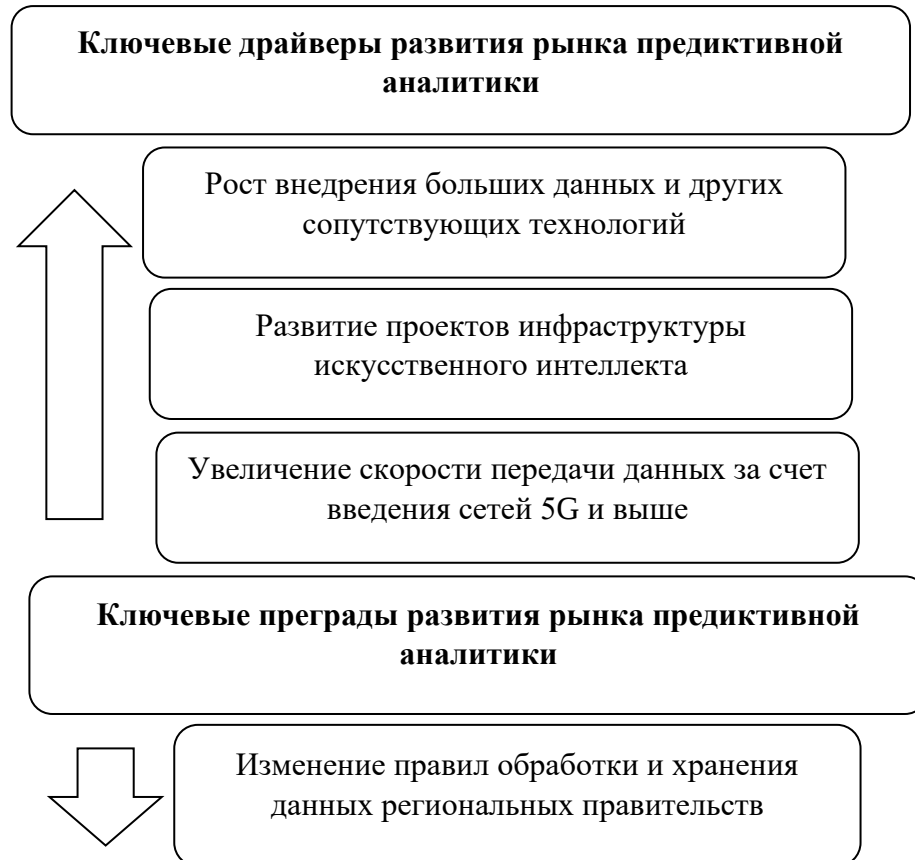


Рисунок 1 – Ключевые драйверы и преграды роста рынка предиктивной аналитики¹³

Рынок предиктивной аналитики характеризуется как уже сформировавшимися участниками, так и постоянно возникающими новыми компаниями, предлагающими различные подходы к аналитике и прогнозированию. Происходят также процессы слияния и поглощения аналитических компаний. Компании внедряют множество стратегий оценки и прогноза активов. Известные игроки сосредоточены на приобретении мелких поставщиков для усиления своего присутствия на рынке. Эта стратегия помогает компаниям выйти на неосвоенные географические регионы мира и расширить свою сеть продаж и дистрибуции. Стратегические партнерства, сотрудничества и соглашения являются основными стратегиями роста бизнеса ключевых игроков рынка аналитики. Прогноз роста мирового рынка предиктивной аналитики отражен на рисунке 2.

¹³ Составлено на основе: A novel data-driven stock price trend prediction system / Zhang, Jing, Shicheng Cui, Yan Xu [et al.] // Expert Systems with Applications. -2018. - № 97. – P. 60–69.



Рисунок 2 – Прогнозы объемов мирового рынка предиктивной аналитики, млрд долл. США¹⁴

Рост рынка предиктивной аналитики во многом стимулируется за счет потребности компаний в сложных аналитических решениях, способных не только автоматизировать деятельность команды аналитиков, но и значительно улучшить результаты прогнозирования за счет использования достижений современных технологий. Таким образом, замещая команду аналитиков, системы предиктивной аналитики позволяют компаниям сократить операционные расходы, а, улучшая качество прогнозирования, системы позволяют бизнесу более эффективно действовать на рынке и увеличивать собственную выручку.

Рынок предиктивной аналитики биржевых котировок является достаточно закрытым из-за высокой конкуренции среди биржевых игроков. Компании развивают собственные решения по прогнозированию котировок, не публикуя о них информацию. В связи с этим невозможно определить наличие лидеров на рынке предиктивной аналитики мирового рынка акций, а также невозможно определить степень использования ИИ для анализа и прогнозирования котировок акций. В то же время, активно появляются научно-исследовательские работы, посвященные прогнозированию фондового рынка с использованием технологий в сфере ИИ. Но такие исследования не охватывают широкий спектр акций из разных секторов и стран, а также зачастую не содержат торговых тестов на реальных рыночных данных.

Наиболее близкими, но не прямыми аналогами разрабатываемой в рамках исследования системы предиктивной аналитики являются следующие:

- ценовая аналитика и прогнозы, проводимые независимым международным ценовым агентством Argus Media (головной офис – Лондон, Великобритания). В рамках платформы потребителям продаются различные

¹⁴ Составлено на основе: Predictive Analytics Market Size, Share and Industry Analysis // Fortune Business Insights. - URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/predictive-analytics-market-105179> (дата обращения: 20.01.2023).

данные о биржевых котировках, ключевых факторах, влияющих на цену и аналитические отчеты компании;

- американское информационное агентство S&P Global Platts, наряду с Argus Media признается одним из двух наиболее влиятельных котировальных агентств на мировом рынке нефти и нефтепродуктов. Ключевые продукты, предлагаемые агентством: рыночная аналитика; онлайн новости, котировки и аналитика; геопространственные данные;

- информационное агентство Bloomberg является крупнейшей в мире платформой, агрегирующей в себе как числовые данные по финансовым рынкам, так и нечисловые данные. В настоящее время компания ушла из России;

- инвестиционные рекомендации и инвестиционные продукты крупных российских брокеров, таких как Альфа-Банк и Т-Банк;

- финан AI-скринер – скринер акций от компании Финам, дополнительно использующий шесть прогнозных моделей, обученных на исторических данных прошлых 10 лет. Разработанная платформа дает прогноз на неделю, месяц, три месяца, полгода и год вперед, но прогноз осуществляется не для текущей цены, а для средней, рассчитываемой за определенное окно дней.

Необходимо отметить, что торговые платформы типа MetaTrader, TradingView, Quick и другие не являются прямыми аналогами разрабатываемого ПО, так как эти платформы предоставляют функционал, необходимый для непосредственной торговли на бирже, а не для анализа данных и прогнозирования.

Развитие рынка предиктивной аналитики наблюдается практически во всех регионах. Северная Америка – концентрирует большую часть лидеров рынка предиктивной аналитики, ИТ и финансовые компании активно вкладывают в ИИ. Азиатско-Тихоокеанский регион – наблюдается наибольшая динамика CAGR (compound annual growth rate) за счет роста темпов внедрения решений по предиктивной аналитике. Европа – устойчивый рост рынка предиктивной аналитики, стимулирующийся спросом со стороны компаний в сфере продаж товаров и услуг. Ближний Восток и Африка – расширение рынка предиктивной аналитики за счет государственных инвестиций в технологии. В Российской Федерации развитие технологий предиктивной аналитики поддерживается как крупными компаниями, так и на уровне национальных программ развития.

3. На основе обучения и тестирования архитектур нейронных сетей на котировках акций российских и зарубежных компаний были определены нейронные сети с наиболее высокой точностью прогнозирования трендов на краткосрочных временных интервалах.

В современном мире все более актуальным становится использование нейронных сетей во всех сферах жизнедеятельности человека. Данный тренд не обходит стороной и биржевое прогнозирование. Задача анализа и прогнозирования поведения активов на бирже является фундаментом деятельности игроков на рынке. В такой ситуации игроки используют

различные методы анализа и прогнозирования, одним из которых в настоящее время выступают нейронные сети. В рамках диссертационной работы разработан и протестирован прогнозный модуль, использующий следующие нейронные сети:

- 1) Двухнаправленная LSTM (Bidirectional Long Short-Term Memory, BiLSTM) и ее разновидности: BiLSTM с dropout слоем (BiLSTM+dropout), BiLSTM с batch слоем (BiLSTM+batch);
- 2) BiLSTM-Attention (две разновидности: с Attention слоем до BiLSTM и Attention слоем после BiLSTM);
- 3) GRU-BiLSTM;
- 4) CNN-BiLSTM;
- 5) CNN-BiLSTM-Attention;
- 6) CNN-BiLSTM-GRU.

Использование данных сетей обусловлено рядом факторов:

- 1) необходимо протестировать несколько моделей и выявить наилучшие в разрезе как долгосрочности прогноза, так и используемых временных интервалов котировок;
- 2) необходимо протестировать возможность использования нескольких моделей в процессе прогнозирования и выведения консенсус-прогноза.

Принципы обучения моделей следующие:

- 1) для каждой акции обучается своя собственная модель. Так как в исследовании используется несколько видов нейронных сетей, то и для каждой акции получается несколько видов моделей;
- 2) модели обучаются на данных об изменениях дневных котировок закрытия акций;
- 3) для обучения моделей в исследовании тестируются разные параметры, характеризующие количество предыдущих дней, на основе которых модель прогнозирует одно или несколько будущих значений.

Проведены эксперименты по прогнозированию различного количества будущих значений на разных временных интервалах с учетом различного количества предыдущих дней, учитываемых при прогнозе. Также проведено сравнение используемых моделей в разрезе акций российских компаний и зарубежных компаний.

Для обучения моделей были отобраны котировки нескольких крупных российских и зарубежных компаний, функционирующих в различных отраслях экономики: ПАО «Абрау-Дюрсо», АФК «Система», ГК «Русагро», X5 Retail Group, ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», МКПАО «ВК», Alibaba Group, Baidu, NIO, Li Auto.

Модели были обучены прогнозировать значения котировок закрытия следующего дня, при этом в качестве теста для прогнозирования одного будущего значения использовали значений котировок закрытий за пять, десять и пятнадцать предыдущих дней. Далее были определены наиболее технически результативные модели и посчитано как часто модель показывала наиболее эффективный результат для определенной акции с учетом обозначенного

количества предыдущих дней, учитываемых при прогнозировании. Результаты данного подсчета отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Доля вхождений обученных моделей в наиболее и наименее результативные

Название модели	Доля вхождений в наиболее результативную модель	Доля вхождений в наименее результативную модель
BiLSTM	30%	0%
BiLSTM+dropout	18%	0%
BiLSTM+batch	3%	12%
BiLSTM+steck	0%	0%
BiLSTM-Attention_post	6%	3%
BiLSTM-Attention_pre	30%	0%
CNN-BiLSTM	0%	27%
CNN-BiLSTM-Attention	0%	55%
GRU-BiLSTM	21%	0%
CNN-BiLSTM-GRU	0%	21%

Анализируя данные таблицы 1, отметим, что наиболее часто лучшие результаты показывали модели BiLSTM, BiLSTM-Attention_pre и GRU-BiLSTM, а наихудшие результаты показывали модели CNN-BiLSTM-Attention, CNN-BiLSTM, BiLSTM+batch и CNN-BiLSTM-GRU. Таким образом выявлено, что все модели, содержащие сверточные нейронные слои (CNN), показали достаточно плохие результаты в сравнении с альтернативами и не могут быть использованы для прогнозирования.

Отметим, что в большинстве экспериментов наиболее точные результаты показывают модели, прогнозирующие будущее значение с учетом десяти предыдущих значений. В качестве примера представим часть результатов прогнозирования акций MAGN (ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат») на рисунке 3.

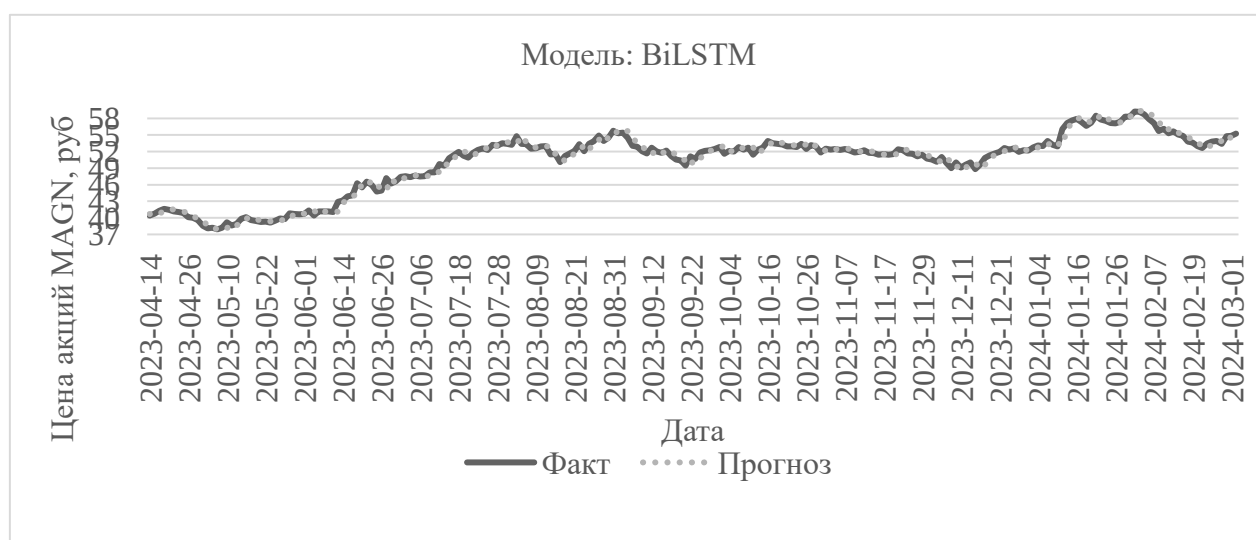


Рисунок 3 – Результаты прогнозирования котировок акций MAGN моделью BiLSTM

Отметим, что, хотя модели не могут прогнозировать точное будущее значение котировки, они могут с высокой точностью определить будущее направление движения котировок, что уже может служить сигналом трейдеру об открытии новой позиции, удержании уже существующей позиции или ее закрытии.

Необходимо также отметить, что отобранные модели могут быть обучены на котировках компаний из разных стран и секторов экономики. В качестве примера модель BiLSTM была дополнительно обучена для прогнозирования акций следующих компаний из США и стран БРИКС:

1) Microsoft Corporation – американская компания, один из крупнейших разработчиков ПО. Торгуется под тикером MSFT на американской бирже NASDAQ;

2) Tata Motors – индийская компания, занимающаяся автомобилестроением. Торгуется под тикером TATAMOTORS на индийской бирже NSE;

3) Petrobras – бразильская нефтегазовая компания. Торгуется под тикером PET3 на бразильской бирже BMFBOVESPA;

4) Naspers – компания из Южной Африки, функционирующая в сфере медиа и средств массовой информации. Компания торгуется под тикером NPN на африканской бирже JSE.

Результативность обученных моделей сравнима с предыдущими моделями, что доказывает возможность обучения подобранных моделей на акциях компаний из разных стран и секторов экономики. Это позволяет масштабировать разрабатываемое ПО на мировой рынок предиктивной аналитики и использовать его с целью предиктивной аналитики акций, торгуемых на мировом рынке акций.

4. Разработана система предиктивной аналитики, подтверждающая возможность применения нейронных сетей в прогнозировании котировок акций компаний из различных стран и отраслей экономики, в виде программного продукта, имеющего потенциал выхода на международный рынок.

Используемые в исследовании нейронные сети не создавались изначально для прогнозирования котировок акций. Эти сети были созданы для прогнозирования временных рядов. Так как данные об изменениях котировок являются временными рядами – целесообразно попробовать обучить на этих данных нейронные сети и оценить возможность их применения для акций из разных стран и секторов мировой экономики.

Разработанный прототип продукта состоит из модулей:

1) Модуль сбора данных – модуль, позволяющий имитировать действия браузера в автоматическом режиме с целью поиска и сохранения информации без предобработки;

2) Модуль преобразования данных – используется для преобразования данных к виду, который можно использовать для обучения нейронных сетей;

3) База данных – используется как для хранения собираемых данных, так и для хранения реализуемых прогнозов;

4) Модуль предиктивной аналитики – модуль реализует алгоритмы прогнозирования и является ключевой составляющей разрабатываемой системы предиктивной аналитики фондового рынка;

5) Модуль торговых тестов – модуль отвечает за тестирование и отбор обученных нейронных сетей. Тестирование проводится на исторических данных.

В рамках проводимого исследования с целью оценить доходность обученных моделей были проведены торговые тесты. Стратегия торгов подразумевала ежедневное обновление сигналов по торговым позициям и, при необходимости, корректировку текущих позиций. В качестве ориентиров для принятия торговых решений выступали спрогнозированные значения дневных котировок закрытия отобранных акций.

Тестовые торги проводились ежедневно на протяжении двух месяцев, со 2 мая 2024 года, по 27 июня 2024 года. Выбранный промежуток времени позволил собрать достаточное количество дней для оценки стабильности и повторяемости сигналов обученных моделей. Более короткий период мог бы привести к искаженным результатам по моделям, а тестирование на более длительном периоде потребовала бы затрат значительных технических ресурсов, связанных с тем, что модели периодически нужно обновлять и дополнительно обучать на новых данных. Не существует принятой практики по частоте дополнительного обучения моделей, но, исходя из полученных далее результатов работы можно сделать вывод, что при текущем периоде в два месяца получается соблюдать баланс между количеством данных и результативностью моделей, позволяющих получать прибыль от торговли.

Для каждой модели с назначенными ей параметрами торгов было начислено по 1000 денежных единиц. В случае принятия решения об открытии торговой позиции модуль ведения портфеля закупал необходимые акции на 100% выделенных средств. Всего за два месяца были проведены 3474 сделки, из которых 2726 (78,5%) – сделки с прибылью, 748 (21,5%) – сделки с убытком. Итоговая прибыль от торгов составила +4,63%.

Далее из результатов торгов в разрезе каждой акции было отобрано по одной лучшей модели, показавшей наиболее высокую прибыльность на тестовом периоде. Также стоит отметить, что наибольшая прибыль была получена при использовании моделей, обученных прогнозировать одно будущее значение на основе десяти предыдущих. Результаты отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Лучшие результаты моделей на тестовых торгах (составлено автором)

Тикер	Модель	Прибыль
ABRD	bilstm	+9,2%
AFKS	bilstm_steck	+25%
AGRO	bilstm	+13,9%
GAZP	bilstm	+7,9%
LKOH	bilstm	+8,8%

MAGN	bilstm_dropout	+16,5%
VKCO	gru_bilstm	+17%

По данным таблицы 2 отметим, что наиболее эффективные модели показывают прибыльность торгов за 2 месяца в диапазоне от +7,9% до +25%. Прибыльность по моделям указан без учета комиссии. Если учитывать комиссию за сделки, минимально возможная прибыль трейдера от торгов составила бы +4,7% за 2 месяца.

Результаты проведенных тестов позволяют сделать вывод, что разработанный прототип достиг положительных результатов и может быть конкурентоспособен на рынке услуг предиктивной аналитики в связи со следующими факторами:

а) размер прибыли за 2 месяца на лучших моделях позволяет конкурировать с альтернативными инвестициями во вклады. Так, например, при инвестировании средств во вклад под 23% годовых прибыль за 2 месяца составила бы +3,83%;

б) доля прибыльных сделок в 78,5% позволяет трейдерам большую часть сделок закрывать с прибылью и сократить возможность превышения размера убытков над доходами. С целью еще большего сокращения размера убытков трейдерам необходимо проводить риск-менеджмент торговых операций и выставлять защитные приказы на закрытие сделки, тем самым минимизируя потенциальный убыток.

Таким образом, анализируя результаты разработанного прототипа продукта, функционирующего на основе обученных и отобранных нейронных сетей, отметим его результативность и возможность использования частными инвесторами. Так как доступ к продукту планируется реализовывать через сайт и популярные мессенджеры, то им сможет пользоваться любой человек из любой страны или региона, имеющий доступ к сети интернет. Внедрение в продукт автоматических средств перевода информации на язык, выбранный пользователем вручную или соответствующий текущей геопозиции пользователя, позволит использовать продукт потребителями из любой другой страны.

Проведенные тесты также показывают, что подобранные нейронные сети могут достаточно эффективно прогнозировать котировки акций из разных секторов экономики и не зависят от страны, в которой торгуется тот или иной биржевой актив. Это позволяет использовать разработанную систему на мировом фондовом рынке и открывает перспективы продвижения и коммерциализации данного продукта как на российском рынке решений в сфере предиктивной аналитики биржи, так и на зарубежных рынках. Масштабирование продукта может быть осуществлено за счет обучения дополнительных нейронных сетей для большего количества акций из разных стран. Масштабирование может проводиться как за счет персонального запроса моделей для конкретных акций от потребителя, так и за счет самостоятельного увеличения обученных моделей.

5. Определены перспективы вывода разработанной отечественной системы предиктивной аналитики мирового рынка акций на зарубежные рынки с приоритетом на страны БРИКС.

В связи с тем, что обученные нейронные сети могут быть использованы для прогнозирования акций компаний из разных стран, целесообразно выводить разрабатываемое в рамках исследования ПО на зарубежные рынки. В качестве первых стран для выхода на международный рынок были выбраны страны БРИКС. БРИКС занимают лидирующие позиции по доле компаний, проводящих исследования в сфере искусственного интеллекта. В 2024 году руководства стран договорились о создании альянса по развитию ИИ – Альянс БРИКС+AI¹⁵. Согласно оценкам, к 2030 году экономический эффект от внедрения технологий ИИ в странах БРИКС составит 350-600 млрд долл. США¹⁶. Ожидается, что порядка 70% от потенциального экономического эффекта будет приходиться на шесть отраслей: банковская сфера, розничная торговля, машиностроение, энергетика, ИТ и электроника.

В качестве наиболее перспективных стран для вывода разработанной отечественной системы предиктивной аналитики выступают Индия и Китай, для которых прогнозируется рост их доли в мировом фондовом рынке. Такая ситуация в свою очередь может привести к росту потенциальных потребителей продукта, заинтересованных в инвестициях в акции и ищущих различную информацию о рынке, в том числе различные аналитические отчеты и сигналы, сгенерированные нейронными сетями.

В качестве ключевых преимуществ выхода на рынок Индии стоит отметить:

- за последние два десятилетия индийский фондовый рынок превзошел как развитые, так и развивающиеся страны;
- чтобы сформировать более привлекательную атмосферу для иностранных производителей, Индия предлагает налоговые льготы и скидки, а также инвестирует в развитие дорожно-транспортной сети с целью развития логистической инфраструктуры. Индия активно развивает отношения с российскими партнерами в сфере ИИ. Например, в 2025 году российский банк Альфа-Банк получил индийскую премию Fintech India Innovation Awards¹⁷;
- крупные мировые производители уже увеличивают инвестиции в Индию. Например, в 2023 году Apple увеличила производство iPhone в стране и теперь выпускает там почти 7% от общего выпуска продукции¹⁸;
- потенциал роста индийских компаний, котирующихся на бирже, также обеспечивается за счет того, что на местные услуги приходится более

¹⁵ РФПИ совместно с шестью странами БРИКС создаст альянс по развитию ИИ // Ведомости. – URL: <https://www.vedomosti.ru/technology/news/2024/12/11/1080717-rfpi-sozdast-alyans> (дата обращения: 20.01.2025).

¹⁶ Проекты Сбер Labs // Сбер Labs. – URL: <https://sberlabs.com/projects> (дата обращения: 08.05.2024).

¹⁷ India eyes single-digit logistics costs to rival China & US // Fintech India innovation 2025. – URL: <https://www.fintechindiaexpo.com/press-releases/2025/Innovative-and-Transformative-Technologies-Impress-At-The-32nd-Convergence-10th-Smart-Cities-India-2025-Expo.html> (дата обращения: 08.04.2025).

¹⁸ Apple now makes almost 7% of its iPhones in India - Bloomberg News // Reuters. – URL: <https://www.reuters.com/technology/apple-now-makes-almost-7-its-iphones-india-bloomberg-news-2023-04-13/> (дата обращения: 12.09.2024).

половины ВВП Индии и страна не сильно зависит от экспорта, а значит менее уязвима к изменениям в мировой экономике чем многие другие страны.

К ключевым страновым рискам Индии следует отнести:

1) дисбаланс рабочей силы – почти половина местных жителей Индии занята в сельском хозяйстве, что оказывает отрицательное влияние на рост производства в стране. Доля производства в ВВП Индии занимает лишь 15% в сравнении с 19%, приходящимися на обрабатывающую промышленность, в которой занято 27% трудоспособного населения;

2) доля рабочей силы – в Индии только 40% населения входят в рабочую силу, что значительно ниже среднемирового показателя в 65%. Данному фактору способствует низкий уровень создания рабочих мест, а также культура страны, не поддерживающая работу женщин;

3) есть мнение, что индийские акции уже переоценены и включают в себя потенциал роста страны.

Среди ключевых преимуществ Китая для вывода продукта стоит отметить:

- прогнозируется, что среднегодовой темп роста экосистемы бирж Китая за период с 2025 по 2029 год будет составлять 8,12% и к 2029 году экосистема фондовых бирж Китая достигнет объема 223,64 млрд долл. США¹⁹;

- в Китае значительно развивается инфраструктура вычислительных мощностей для обучения ИИ. Например, китайский технологический гигант Tencent разработал сеть, позволяющую объединять в кластер 100 тыс. видеокарт. Доступ к таким мощностям может являться важным преимуществом для масштабирования разрабатываемого продукта;

- ожидается рост инвестиций в Китай и активизация китайского рынка акций за счет роста количества зарубежных инвесторов, привлекаемых различными факторами, такими как появление разработчика ПО в сфере ИИ, разработавшего DeepSeek, и ослабление контроля технологических гигантов со стороны правительства;

- руководство китайских компаний все чаще в качестве ключевых целей бизнеса выделяет повышение доходности для акционеров. В 2024 году китайскими компаниями был выплачен рекордный объем дивидендов – 2,4 трлн юаней²⁰.

К ключевым преградам при выводе продукта на китайский рынок следует отнести:

- конкуренция среди большого количества китайских разработчиков решений в сфере ИИ и непосредственно предиктивной аналитики осложняет вход в рынок иностранных разработчиков;

- существует риск копирования или утечек технологий, используемых в разрабатываемом продукте.

¹⁹ Анализ размера и доли экосистемы фондового рынка Китая – тенденции роста и прогнозы (2024-2029 гг.) // Mordor Intelligence. – URL: https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/china-capital-market-exchange-ecosystem?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 18.01.2025).

²⁰ Dividend surge signals culture shift in China's markets // Reuters. – URL: <https://www.reuters.com/markets/asia/dividend-surge-signals-culture-shift-chinas-markets-2025-01-24> (дата обращения: 02.02.2025).

Рынки Бразилии и ЮАР занимают незначительные доли в капитализации мирового фондового рынка, но продолжают развиваться и привлекать иностранные инвестиции. Бразильская фондовая биржа В3 является одной из самых технологичных в Латинской Америке, что является благоприятным фактором в плане получения биржевых данных, необходимых для обучения нейронных сетей, рассматриваемых в исследовании. Стоит отметить, что рынок акций Бразилии в настоящее время не привлекателен для инвесторов, так как, несмотря на его активность, существует ряд противоречий, связанных с текущей политикой и экономическими показателями (в первую очередь, с инфляцией) в стране. Акции в ЮАР торгуются на Йоханнесбургской фондовой бирже (JSE), но не являются в настоящее время привлекательными для инвесторов в связи с опасениями по поводу замедления экономики и эффективности проводимых государством реформ. Тем не менее, рынки данных стран могут быть в перспективе интересны для вывода на них разрабатываемого в рамках исследования продукта, так как страны заинтересованы в развитии технологий на стыке искусственного интеллекта и финансов, а высокая волатильность на их фондовых рынках в свою очередь стимулирует спрос на средства предиктивной аналитики.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом авторского исследования является самостоятельный сбор и систематизация данных о развитии мирового фондового рынка, его трендах и роли частных инвесторов на нем; сбор, анализ и подготовка данных об изменении дневных котировок российских и зарубежных акций с использованием программных средств; обучение нейронных сетей и разработка модуля их тестирования с имитацией реальных торгов на мировом фондовом рынке.

Обученные и отобранные нейронные сети для краткосрочного прогнозирования трендов котировок акций могут являться важным вспомогательным аналитическим инструментам для растущего сегмента инвесторов на мировом фондовом рынке – для частных инвесторов. Обучение и тестирование отобранных нейронных сетей на акциях компаний из разных стран (Российская Федерация, Китай, США, Индия, Бразилия и ЮАР) и секторов экономики (сельское хозяйство, ИТ, нефтегазовая отрасль, металлургия, ретейл, автомобилестроение и СМИ) позволило отразить эффективность моделей и возможность использовать их на мировом фондовом рынке.

Отмечено, что на мировом рынке средств предиктивной аналитики, связанных с анализом и прогнозированием мирового рынка акций, нет ярко выраженных лидеров. Дальнейшее развитие технологий предиктивной аналитики мирового фондового рынка будет зависеть как от развития технологий в сфере ИИ, так и решения вопроса финансирования разработок в сфере предиктивной аналитики для фондового рынка. Автором отмечена возможность выхода с разрабатываемым продуктом на зарубежные рынки

услуг предиктивной аналитики мирового фондового рынка и, в частности, мирового рынка акций. В качестве наиболее перспективного направления вывода разработанного продукта на мировой рынок в исследовании определены страны БРИКС, которые уже активно сотрудничают между собой в сфере искусственного интеллекта и создают общие программы развития.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Кузнецов, Р.С. Прогнозирование котировок акций ПАО Газпром с использованием нейронных сетей LSTM / Р.С. Кузнецов, Т.Г. Тумарова // Вестник института экономики РАН. – 2023. – №3. – С. 84-98. – DOI 10.52180/2073-6487_2023_3_84_98. – 0,7 п.л. / 0,47 п.л.

2. Кузнецов, Р.С. Прогнозирование котировок акций ПАО Новатэк с использованием моделей дерева решений и линейной регрессии / Р.С. Кузнецов, Т.Г. Тумарова // Общество и экономика. – 2023. – №7. – С. 56-70. – DOI 10.31857/S020736760026686-3. – 0,5 п.л. / 0,35 п.л.

3. Кузнецов, Р.С. Прогнозирование котировок акций китайской компании NIO с использованием двунаправленных LSTM нейронных сетей / Р.С. Кузнецов, Т.Г. Тумарова, С.В. Пилипенко // Экономика. Право. Инновации. – 2023. – №4. – С. 92-101. – DOI 10.17586/2713-1874-2023-4-92-101. – 0,5 п.л. / 0,34 п.л.

4. Кузнецов Р. С. Прогнозирование котировок акций компании XPENG с использованием BiLSTM нейронной сети / Р.С. Кузнецов // Еромен. Global. – 2023. – №44. – С. 84-90. – 0,29 п.л.

5. Кузнецов Р.С. Прогнозирование биржевых котировок Amazon Inc. с использованием BiLSTM-Attention нейронной сети / Р.С. Кузнецов // Экономика и бизнес. Теория и практика. – 2023. – №10-2(104). – С. 19-22. – DOI 10.24412/2411-0450-2023-10-2-19-23. – 0,29 п.л.

6. Кузнецов Р.С. Прогнозирование дневного коридора колебания котировок JD.COM с использованием BiLSTM-Attention нейронных сетей / Р.С. Кузнецов // Экономические исследования. – 2023. – №4. – С. 2-9. – 0,3 п.л.