НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Магистратура ЭФ

Промежуточный отчет по производственной практике, практике по профилю профессиональной деятельности

во 2-м семестре студента \_22712\_группы

Хорунженко Аркадий Сергеевич\_\_\_\_\_\_

(ФИО)

План работы

1. Введение
2. Список использованных источников

Выполнил Хорунженко Аркадий Сергеевич

Научный руководитель: Макушев Василий Леонидович

Дата

Подпись студента

**Введение**

Выбранной темой магистерской диссертации является «Исследование применимости нейронных сетей для прогнозирования временных рядов».

Прогнозирование временных рядов является одним из важнейших современных инструментов для исследования и анализа во многих областях науки и практики. Многие задачи, для которых имеются данные наблюдений за достаточно продолжительные промежутки времени, можно автоматизировать и оптимизировать за счёт прогноза и его анализа. Прогноз не даёт точного результата, но позволит указать основные тенденции развития временного ряда, что уже может помочь во многих сферах.

Построение сложных моделей для экономических прогнозов можно значительно упростить, используя искусственный интеллект (ИИ). По прогнозам экспертов НИУ ВШЭ, объем рынка ИИ к 2025 возрастет в 150 раз по отношению к 2016 г. и достигнет значения в 59,7 млрд долл. США.[[1]](#footnote-1) П оценкам специалистов, благодаря ИИ, к 2030 г. мировой ВВП вырастет на 15,7 трлн долл. Ожидается, что основные положительные эффекты от применения ИИ будут получены за счет оптимизации бизнес-процессов и расширения возможностей автоматизации ручного труда в пользу развития концептуального мышления; исключения субъективности и иррациональности в анализе и принятии решений[[2]](#footnote-2).

Прогнозирование временных рядов с использованием нейронных сетей стало одним из наиболее перспективных направлений в области искусственного интеллекта. Нейронные сети, благодаря своей способности обучаться на основе большого количества данных, могут предоставить более точные прогнозы, чем традиционные методы. Кроме того, они могут обрабатывать большие объемы информации и учитывать нелинейные зависимости между различными факторами, что особенно важно в случае сложных и динамичных временных рядов.

Цель работы заключается в исследовании применимости нейронных сетей для прогнозирования временных рядов в экономике и других областях, а также в сравнительном анализе с традиционными методами прогнозирования.

Поставленная цель обусловливает необходимость решения следующих задач:

1. Провести обзор литературы и анализ существующих методов прогнозирования временных рядов, включая традиционные статистические методы и методы на основе искусственных нейронных сетей.
2. Изучить различные архитектуры нейронных сетей и методы их обучения.
3. Подготовить данные для прогнозирования
4. Подобрать оптимальные параметры для различных архитектур нейронных сетей и методов обучения на основе анализа результатов экспериментов с использованием различных наборов данных.
5. Разработать модели нейронных сетей для прогнозирования различных временных рядов в экономике и других областях, используя подходы, описанные в пунктах 2 и 3.
6. Разработать и апробировать модель для прогнозирования различных временных рядов и оценить ее эффективность по сравнению с традиционными методами
7. Сравнить эффективность разработанных моделей нейронных сетей с традиционными методами прогнозирования, такими как ARIMA и экспоненциальное сглаживание, на основе различных критериев качества прогнозирования, включая среднеквадратическую ошибку и коэффициент детерминации.
8. Проанализировать применимость различных архитектур и методов обучения нейронных сетей для прогнозирования различных видов временных рядов, и оценить их преимущества и недостатки.
9. Сделать выводы о применимости нейронных сетей для прогнозирования временных рядов и их эффективности по сравнению с традиционными методами, а также о возможных направлениях дальнейших исследований в области прогнозирования временных рядов с использованием нейронных сетей.

Предметом исследования является применение нейронных сетей для прогнозирования временных рядов. В работе будут рассмотрены различные типы нейронных сетей и методы их применения для прогнозирования временных рядов. Также будут исследованы различные подходы к предобработке данных и выбору оптимальных параметров моделей. Результаты исследования могут быть применены в различных областях, где требуется прогнозирование временных рядов, например, в экономике, финансах, метеорологии и т.д.

Объект исследования – математические модели на базе нейронных сетей и деревьях поиска решений.

Степень изученности проблемы. Вопросами применимости нейронных сетей и искусственного интеллекта для прогнозирования финансовых процессов занимаются многие российские и зарубежные ученые. Наработана база методов и моделей для решения стандартных задач. Но в последнее время в связи с активным развитием нейронных сетей существующие данные быстро устаревают, что вызывает необходимость более глубокого изучения вопроса.

Научная новизна работы заключается не в самом факте использования нейронных сетей в экономике, а в том, что она предлагает новый подход к их применению в задаче прогнозирования временных рядов в экономике. В частности, работа будет посвящена исследованию применимости различных архитектур нейронных сетей и методов их обучения для решения конкретной задачи прогнозирования временных рядов в экономике. Также, будет рассмотрено сравнение результатов, полученных с помощью нейронных сетей, с другими методами прогнозирования временных рядов в экономике. Таким образом, данная работа предлагает новый подход к решению задачи прогнозирования временных рядов в экономике с использованием нейронных сетей.

Практическая значимость работы состоит в том, что результаты могут быть использованы для улучшения качества прогнозирования в различных областях, а также для продолжения исследований в области искусственного интеллекта и прогнозирования временных рядов.

Данная работа будет иметь прикладную ценность для специалистов в области экономики и бизнес-аналитики, так как рассматриваемая задача имеет практическую значимость для принятия решений в различных сферах деятельности.

Исследование базируется на анализе данных, предоставленных в открытом доступе биржами, международными консалтинговыми компаниями, аналитическими центрами и официальными источниками данных Центрального банка (Банка России).

Теоретической и методологической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых. В работе использованы материалы специализированных периодических изданий, авторефераты диссертаций, материалы научно-практических конференций.

При обработке результатов исследования применялись методы логического, сравнительного, структурного, системного, экономического и статистического анализов.

При выполнении магистерской диссертации используется научная литература, представленная в списке использованных источников, а также материалы научно-практических конференций и данные из периодических изданий.

Планируемый результат работы создание моделей нейронных сетей для прогнозирования временных рядов в экономике и сравнение результатов с другими методами прогнозирования временных рядов.

# Список источников и использованной литературы

1. Канторович Г.Г. “Лекционные и методические материалы”
2. Петрова Л. А., Кузнецова Т. Е. Цифровые технологии в экономике и бизнесе // ЭТАП. 2020. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-ekonomike-i-biznese (дата обращения: 28.03.2023).
3. Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг Цифровая экономика: 2019: краткий статистический сборник // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2019, 96 с.
4. Человек + машина: бизнес в эпоху искусственного интеллекта. Информационно-аналитическая система Росконгресс. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://roscongress.org/sessions/spief-2019-chelovek- mashina-biznes-v-epokhu-iskusstvennogo-intellekta/translation](https://roscongress.org/sessions/spief-2019-chelovek-mashina-biznes-v-epokhu-iskusstvennogo-intellekta/translation/) (дата обращения 26.03.2023).
5. Чертыковцева Е.А. Сравнение моделей временных рядов – Электронный документ URL: <https://basegroup.ru/community/bank/compare-model> (дата обращения: 28.03.2023).
6. Aileen Nielsen. Practical Time Series Analysis: Prediction with Statistics and Machine Learning. O'Reilly Media, Incorporated. – 2019
7. Anti Ingel, Novin Shahroudi, Markus Kängsepp, Andre Tättar, Viacheslav Komisarenko, Meelis Kull Correlated daily time series and forecasting in the M4 competition // International Journal of Forecasting – Volume 36, Issue 1, January–March 2020, p. 121–128
8. Bollerslev, Tim, Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, 1986, p. 307–327, Journal of Econometrics.
9. Rob Hyndman, Anne B. Koehler, J. Keith Ord, and Ralph D. Snyder Forecasting with exponential smoothing: The state space approach. Springer-Varlag Berlin Heidelberg, 2008 г.
10. Fotios Petropoulos, Spyros Makridakis, Neophytos Stylianou COVID-19: Forecasting confirmed cases and deaths with a simple time series model // [International Journal of Forecasting](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-forecasting) – [Volume 38, Issue 2](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-forecasting/vol/38/issue/2), April–June 2022, p. 439–452
11. Peter J. Brockwell, Richard A. Davis Introduction to Time Series and Forecasting Second Edition. Springer-Varlag New York. – 2002 г.
12. Ioannis Nasios, Konstantinos Vogklis. Blending gradient boosted trees and neural networks for point and probabilistic forecasting of hierarchical time series // [International Journal of Forecasting](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-forecasting) – [Volume 38, Issue 4](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-forecasting/vol/38/issue/4), October–December 2022, p. 1448-1459
13. Jian Cao, Zhi Li, Jian Li Financial time series forecasting model based on CEEMDAN and LSTM // [Physica A: Statistical Mechanics and its Applications](https://www.sciencedirect.com/journal/physica-a-statistical-mechanics-and-its-applications) – [Volume 519](https://www.sciencedirect.com/journal/physica-a-statistical-mechanics-and-its-applications/vol/519/suppl/C), 1 April 2019, p. 127-139
14. Martim Sousa, Ana Maria Tomé, José Moreira Long-term forecasting of hourly retail customer flow on intermittent time series with multiple seasonality // [Data Science and Management](https://www.sciencedirect.com/journal/data-science-and-management). – [Volume 5, Issue 3](https://www.sciencedirect.com/journal/data-science-and-management/vol/5/issue/3), September 2022, p. 137-148
15. Gianluca Bontempi, Souhaib Ben Taieb & Yann-Aël Le Borgne Machine Learning Strategies for Time Series Forecasting // European Big Data Management and Analytics Summer School, eBISS 2012: Business Intelligence, p. 62–77
16. Pablo Montero-Manso a, Rob J. Hyndman Principles and algorithms for forecasting groups of time series: Locality and globality // [International Journal of Forecasting](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-forecasting) – [Volume 37, Issue 4](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-forecasting/vol/37/issue/4), October–December 2021, Pages 1632-1653
17. Practical Time Series Analysis, Aileen Nielsen, ISBN: 9781492041658
18. Marco Peixeiro Time Series Forecasting in Python, Manning Publications Co., 2022 г.
19. Yunho Jeon, Sihyeon Seong Robust recurrent network model for intermittent time-series forecasting // [International Journal of Forecasting](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-forecasting). – [Volume 38, Issue 4](https://www.sciencedirect.com/journal/international-journal-of-forecasting/vol/38/issue/4), October–December 2022, p. 1415-1425.
20. Benjamin Lindemann, Timo Müller, Hannes Vietz, Nasser Jazdi, Michael Weyrich A survey on long short-term memory networks for time series prediction // Procedia CIRP, Volume 99, 2021, p. 650-655.
21. Джунён Чанг, Чаглар Гулчере , Кёнхён Чо , Йошуа Бенжио, Эмпирическая оценка закрытых рекуррентных нейронных сетей при моделировании последовательностей // Электронный документ – URL: <https://arxiv.org/abs/1412.3555> (дата обращения 10.12.2022)
22. Канторович Г.Г. Анализ временных рядов. Курс лекций // Экномический журнал ВШЭ, 2002 г. – №1. – с. 85 – 116.
23. Математическое описание моделей RNN, LSTM и GRU // Электронный документ – URL: <https://web.archive.org/web/20211110112626/http:/> /www.wildml.com/2015/10/recurrent-neural-network-tutorial-part-4-implementing-a-grulstm-rnn-with-python-and-theano/ (дата обращения 10.12.2022)
24. Описание модели LSTM // Электронный документ – URL: http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/
25. Перцовский О.Е. Моделирование валютных рынков на основе процессов с длинной памятью // Пр-т WP2/2004/03 – М.: ГУ ВШЭ, 2003. – 52 с.
26. Трегуб А. В., Трегуб И. В. Методика построения модели ARIMA для прогнозирования динамики временных рядов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-postroeniya-modeli-arima-dlya-prognozirovaniya-dinamiki-vremennyh-ryadov>.
27. Набор данных NASDAQ // Электронный ресурс – URL: <https://www.finam.ru/profile/fyuchersy-usa/nq-100-fut/export>
28. Набор данных S&P500 // Электронный ресурс – URL: <https://www.finam.ru/profile/fyuchersy-usa/sandp-fut/export>
29. Engle, Robert F, Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation // Econometrica, 1982, p. 987–1007.
30. Bollerslev Tim Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity // Journal of Econometrics. – 1986, p. 307–327.
31. Описание рекуррентных нейронных сетей // Электронный документ – URL: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Рекуррентные\_нейронные\_сети

1. Цифровая экономика: 2019: краткий статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2019. 96 с. [↑](#footnote-ref-1)
2. Там же [↑](#footnote-ref-2)