

Международный научно-исследовательский журнал

«Прогрессивная экономика»

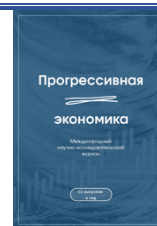
№ 6 / 2026 [https://progressive-economy.ru/vypusk\\_1/povorot-sistemy-koordinat-pri-primenении-metoda-mnogomernogo-shkalirovaniya-v-sravnitelnom-issledovanii-kotirovok-birzhevyyh-instrumentov/](https://progressive-economy.ru/vypusk_1/povorot-sistemy-koordinat-pri-primenении-metoda-mnogomernogo-shkalirovaniya-v-sravnitelnom-issledovanii-kotirovok-birzhevyyh-instrumentov/)

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности ВАК: 5.2.4.

УДК 336.761.5

DOI: 10.54861/27131211\_2026\_6\_326



## ПОВОРОТ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА МНОГОМЕРНОГО ШКАЛИРОВАНИЯ В СРАВНИТЕЛЬНОМ ИССЛЕДОВАНИИ КОТИРОВОК БИРЖЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

*Курляндский В.В., доцент, Московский Финансово-Юридический  
Университет, г. Москва, Россия  
117342, Москва, ул. Введенского, 1А  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0733-4652>  
e-mail: [kurlandsky@mail.ru](mailto:kurlandsky@mail.ru)*

*Лебедев С.А., магистрант, Московский Финансово-Юридический  
Университет, г. Москва, Россия  
117342, Москва, ул. Введенского, 1А  
e-mail: [art@eqpda.ru](mailto:art@eqpda.ru)*

**Аннотация.** Целью настоящей статьи является демонстрация на примере сравнительного исследования котировок биржевых инструментов алгоритма согласования представления для искусственного интеллекта и человека информации, описывающей события, изменяющиеся во времени. Составляющими алгоритма стали: построение нескольких графиков многомерного шкалирования, получающихся в результате поворота единой системы координат; сопоставление графиков и сравнение информации в разных вариантах ее представления, ставших возможными из-за равенства интервалов во времени между точками и одинаковой идентификации датами точек сравниваемых графиков; дополнительные графические построения вокруг одной точки (со спот-датой), но на разных графиках при прогнозировании котировок биржевых инструментов. Научная новизна результатов исследования состоит в обосновании методологической целесообразности выбора нетрадиционной единицы измерения времени в сравнительном исследовании котировок биржевых инструментов для управления риском снижения объяснимости решений искусственного интеллекта и повышения информативности графиков при многомерном шкалировании. Перспективы практического применения алгоритма, выходящие за границы предметного поля исследования, выносятся авторами статьи на междисциплинарное обсуждение.

**Ключевые слова:** многомерное шкалирование, поворот координат, сравнительное исследование, котировка, биржевой инструмент.



**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Курляндский В.В., Лебедев С.А. Поворот системы координат при применении метода многомерного шкалирования в сравнительном исследовании котировок биржевых инструментов // Прогрессивная экономика. 2026. № 6. С. 326–338. [https://doi.org/10.54861/27131211\\_2026\\_6\\_326](https://doi.org/10.54861/27131211_2026_6_326).

Статья поступила в редакцию: 19.04.2026 г. Одобрена после рецензирования: 02.06.2026 г. Принята к публикации: 12.06.2026 г.

## ROTATION OF THE COORDINATE SYSTEM WHEN APPLYING THE MULTIDIMENSIONAL SCALING METHOD IN A COMPARATIVE STUDY OF EXCHANGE INSTRUMENTS QUOTATIONS

*Kurlyandsky V.V., Associate Professor, Moscow University of Finance and Law,  
Moscow, Russia  
117342, Moscow, st. Vvedensky, 1A  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0733-4652>  
e-mail: [kurlandsky@mail.ru](mailto:kurlandsky@mail.ru)*

*Lebedev S.A., master's student. Moscow University of Finance and Law,  
Moscow, Russia  
117342, Moscow, st. Vvedensky, 1A  
e-mail: [art@eqpda.ru](mailto:art@eqpda.ru)*

**Abstract.** The purpose of this article is to demonstrate, using the example of a comparative study of stock market instrument quotations, an algorithm for matching the representation of information describing time-varying events for artificial intelligence and humans. The components of the algorithm are: the construction of several multidimensional scaling graphs resulting from the rotation of a single coordinate system; comparison of graphs and comparison of information in different ways of its representation, which became possible due to the equality of time intervals between points and the same identification of the dates of the points of the compared graphs; additional graphical constructions around one point (with a spot date), but on different charts when forecasting quotes of stock instruments. The scientific novelty of the research results lies in substantiating the methodological expediency of choosing an unconventional unit of time measurement in a comparative study of stock exchange instrument quotations to manage the risk of reducing the explicitness of artificial intelligence solutions and increasing the informative value of graphs with multidimensional scaling. The prospects of practical application of the algorithm, which go beyond the boundaries of the subject field of research, are submitted by the authors of the article for interdisciplinary discussion.

**Keywords:** multidimensional scaling, coordinate rotation, comparative study, quotation, stock instrument.

*JEL classification: G17, G23, G32.*



**Conflict of interest.** Authors declare that there is no conflict of interest.

**For citation:** Kurlyandsky V.V., Lebedev S.A. (2026). Povорот sistemy koordinat pri primenении metoda mnogomernogo shkalirovaniya v sravnitel'nom issledovanii kotirovok birzhevyykh instrumentov [Rotation of the coordinate system when applying the multidimensional scaling method in a comparative study of exchange instruments quotations]. *Progressivnaya ekonomika* [Progressive Economy], 6, 326–338. [https://doi.org/10.54861/27131211\\_2026\\_6\\_326](https://doi.org/10.54861/27131211_2026_6_326). (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 19/04/2026. Approved after review: 02/06/2026. Accepted for publication: 12/06/2026.

## Введение

Банк России, определяя цели и принципы применения искусственного интеллекта на финансовом рынке, назвал фактором риска сложности в объяснимости решений, принимаемых искусственным интеллектом [1. п. 6]. Словосочетание «необъяснимость результатов искусственного интеллекта (inexplicability of artificial intelligence results)» международно признано [2]. Одной из значимых для субъектов финансового рынка причин риска является неспособность искусственного интеллекта воспринимать так, как воспринимает человек, ход времени, связанные с категорией «время» понятия «до», «сейчас», «после» и некоторые единицы измерения времени, например, «месяц» (продолжительность которого варьируется от 28 до 31 дня) и «год» (отмеряющий в григорианском календаре непостоянное количество дней) [3].

*Целью* статьи является демонстрация на примере сравнительного исследования котировок биржевых инструментов алгоритма рационального и эффективного согласования восприятия искусственным интеллектом и человеком информации, описывающей события, изменяющиеся во времени.

## Обзор литературы

Международный фиксированный календарь (International fixed calendar) с 13 месяцами строго по 28 суток – один из вариантов календаря, который мог бы быть более понятным искусственному интеллекту, чем Григорианский календарь [3; 4]. 28 суток – это единица измерения времени. Международной системой единиц (Le Système international d'unités, SI, в рус. транскр. – СИ), принятой в 1960 году 11-ой Генеральной конференцией по мерам и весам, основной единицей измерения времени названа секунда (понятие определяется через описание физических процессов в атоме цезия-133) [5]. Искусственному интеллекту безоговорочно понятно использование единиц измерения времени, продолжительность которых однозначно измеряется строго фиксированным количеством секунд, как неменяющееся количество суток, но не как месяц или год [6]. Такие единицы измерения времени понятны человеку и приемлемы для сравнительного исследования котировок биржевых инструментов при условии предоставления искусственным интеллектом информации в удобном для восприятия человеком двухмерном информационном поле (несмотря на наличие третьего или n-ого измерения –

времени). Сложные многомерные исследовательские задачи решаются с помощью алгоритмов многомерного шкалирования (multidimensional scaling), которые визуализируют степень сходства или различия между объектами исследования в виде точек на двух или трехмерных графиках, снижая размерность информационного пространства [7–13].

Анализ научных источников показал, что выбор единицы измерения времени и применение методологии многомерного шкалирования позволяют улучшить формализацию обработки информации. И можно попытаться, синтезируя эти два подхода к подготовке данных для анализа, повысить объяснимость результатов искусственного интеллекта при сравнительном исследовании котировок биржевых инструментов.

### **Материалы и методы**

Методологическую основу исследования составляют теоретико-методологический подход к выбору временной дискретизации информации, единицы измерения времени, структуры представления временных данных и методология многомерного шкалирования, синтез которых повышает объяснимость результатов искусственного интеллекта, в частности, в сравнительном исследовании котировок биржевых инструментов.

### **Результаты и обсуждение**

Для повышения прозрачности логики анализа данных с применением искусственного интеллекта необходимо встречное движение двух интеллектов: человек должен отказаться от нечетко формулируемых понятий «месяц» и «год», а искусственный интеллект – научиться сопровождать информацию понятной человеку ее визуализацией.

Сравнительное исследование котировок биржевых инструментов – модель на примере которой можно продемонстрировать алгоритм одновременного решения этих двух составляющих единой проблемы.

В таблице 1 представлены четыре столбца чисел: первый в формате «даты» и три в формате «числовой». Даты отстоят друг от друга на одинаковый временной отрезок в 28 дней, начиная с 01.11.2024 (единица измерения времени с неменяющимся количеством дней, что упрощает формулирование задачи для искусственного интеллекта).

Столбцы с числами в числовом формате – значения в дни дат из первого столбца таблицы 1 биржевых цен акций трех из десяти публичных компаний, включенных в список компонентов российского фондового индекса сектора информационных технологий МОЕХИТ, рассчитываемого ПАО «Московская биржа» (источник информации [14]). Графическое представление данных, сведенных в таблицу – четырехмерная задача (измерения: время и цены трех активов), на примере решения которой можно продемонстрировать предлагаемый алгоритм работы с информацией.

**Таблица 1**  
**Динамика биржевых цен акций компаний из списка МОЕХИТ, руб.**  
**Table 1**

**Dynamics of stock prices of companies from the MOEXIT list, RUB**

Даты	ПАО «Группа Аренадата»	МКПАО «ЯНДЕКС»	ПАО «Группа Позитив»
15.05.2026	96,60	4007,50	998,60
17.04.2026	98,38	4288,00	1061,20
20.03.2026	106,14	4418,50	1109,80
20.02.2026	109,44	4790,50	1190,20
23.01.2026	93,64	4756,00	1052,40
26.12.2025	82,74	4534,00	1020,40
28.11.2025	90,98	4185,50	1108,00
31.10.2025	91,68	3978,50	1113,80
03.10.2025	90,22	3764,00	1041,00
05.09.2025	109,68	4341,00	1357,00
08.08.2025	121,50	4418,50	1389,60
11.07.2025	122,04	3993,00	1326,40
13.06.2025	119,18	3980,00	1118,00
16.05.2025	127,00	4022,00	1233,40
18.04.2025	129,32	4200,00	1280,00
21.03.2025	146,58	4625,00	1540,60
21.02.2025	146,00	4667,00	1556,40
24.01.2025	145,24	4037,00	1874,60
27.12.2024	128,50	3848,00	1861,00
29.11.2024	115,50	3320,00	1880,40
01.11.2024	123,48	3674,00	2307,00

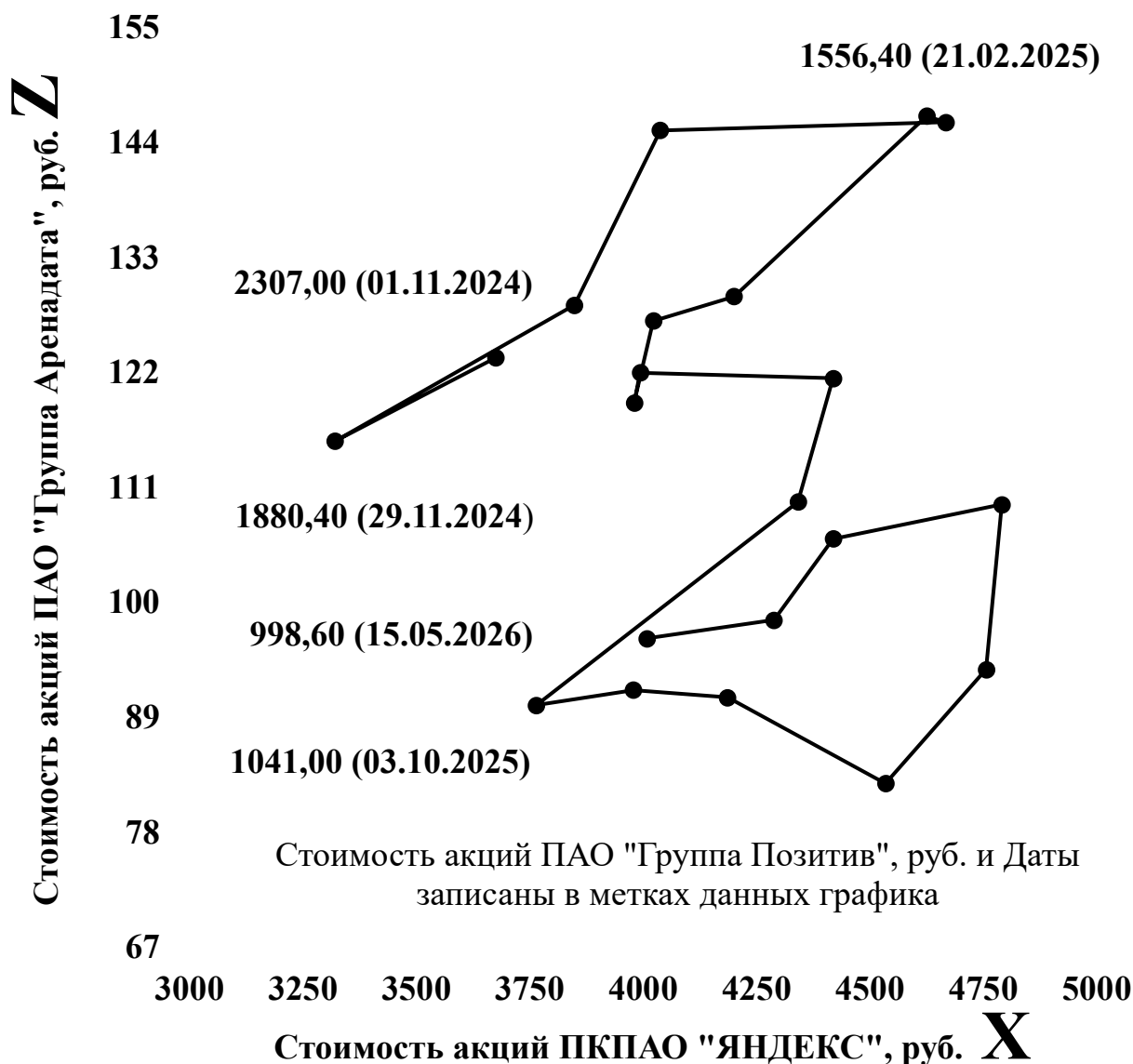
*Источник: составлено автором по данным [14]*  
*Source: compiled by the author based on [14]*

На рисунках 1–3 построены графики в соответствии с методологией многомерного шкалирования, которые имеют две особенности.

Первая особенность. Смысл классической концепции многомерного шкалирования: для улучшения восприятия человеком взаимного расположения объектов в многомерном пространстве состоит в воспроизведении объектов в пространстве меньшей размерности с сохранением информации о расстояниях между объектами [15; 16]. Выбор единицы измерения времени 28 дней вместо месяца не только упростил обработку искусственным интеллектом информации о времени, но и обеспечил равенство временных интервалов между точками графиков на рисунках 1–3, что и требует методология многомерного шкалирования.

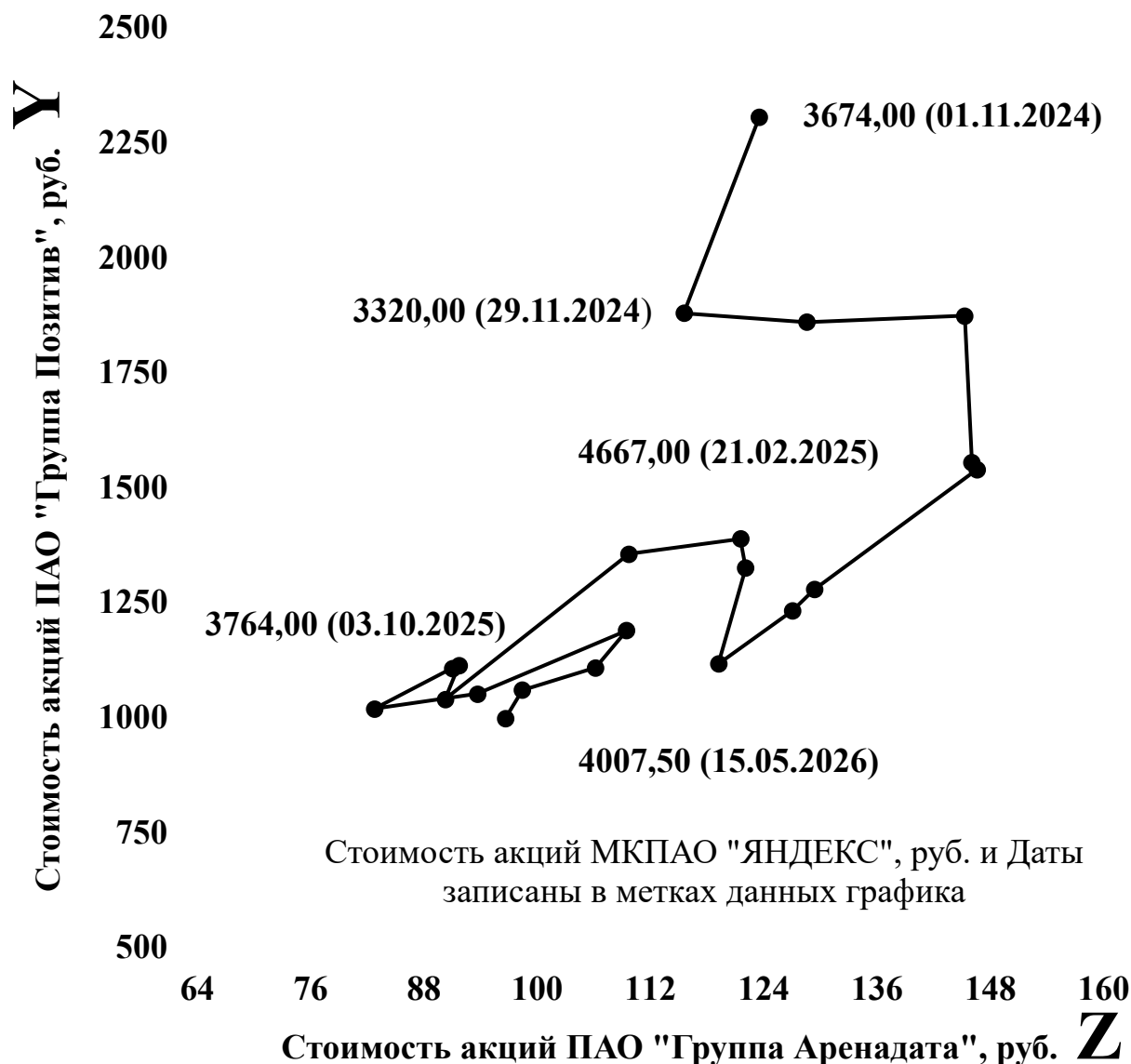
Координаты точек на оси «время» – это даты из таблицы 1. Точки на графиках имеют одинаковое расстояние во времени, идентифицированы датами, даты записаны в метках данных точек. В результате координаты точек по оси «время» становятся тем общим, что объединяет графики и обеспечивает единство процедуры анализа и сопоставления информации на графиках.





**Рис. 2. Проекция на плоскость XZ четырехмерного графика цен акций**  
*Источник: составлено автором с использованием информации из таблицы 1*  
**Fig. 2. Projection onto the XZ plane of a four-dimensional stock price graph**  
*Source: compiled by the author using information from tables 1*

Вторая особенность. В названия осей графиков на рисунках 1–3 добавлены буквенные обозначения осей X, Y, Z. Такой прием позволяет обратить внимание на поворот системы координат при применении метода многомерного шкалирования. На всех трех рисунках точки графиков имеют четыре координаты, две из которых откладываются по осям, а еще две – третья и время записаны в метках данных точек. Результат: три проекции четырехмерного пространства XYZT (время) в сравнительном исследовании котировок биржевых инструментов – на фронтальную плоскость (главный вид) рисунок 1, на профильную плоскость (вид сбоку), рисунок 2, на горизонтальную плоскость (вид сверху) рисунок 3 и каждая точка пространства, соответствующая определенной дате, имеет три проекции.



**Рис. 3. Проекция на плоскость ZY четырехмерного графика цен акций**  
*Источник: составлено автором с использованием информации из таблицы 1*

**Fig. 3. Projection onto the ZY plane of a four-dimensional stock price graph**  
*Source: compiled by the author using information from tables 1*

Задачу не усложняет необходимость сравнительного исследования котировок большего количества биржевых инструментов. Алгоритм решение задачи не изменится. Только потребуются построение большего числа рисунков. Аналогия с корреляционной матрицей (строки, столбцы, на их пересечении значения коэффициентов корреляции для пар признаков). Искусственный интеллект можно «попросить» предоставить человеку необходимое число рисунков с графиками (графики в электронном виде) и через каждые 28 дней (или через другую единицу измерения времени, например, день, час, минуту, секунду) дополнять графики одной точкой и записями в метках данных. Такое отслеживание движения рынка может быть пояснением, понятным человеку, результатов искусственного интеллекта.

Методика сравнительного исследования котировок биржевых инструментов при применении метода многомерного шкалирования наглядно объясняется на примере рисунка 3. Все точки графика соответствуют датам, равно отстоящим друг от друга во времени на выбранную единицу измерения времени. Наклон отрезков графика, соединяющих точки, по отношению к осям графика могут свидетельствовать: об одновременном увеличении или уменьшении рыночных цен сравниваемых биржевых инструментов, как, например, с 01.11.2024 до 29.11.24; об увеличении одного актива при практически неизменной цене другого, как, например, с 29.11.24 по 27.12.2024 и далее до 24.01.2025 или на отрезке с 24.01.2025 по 21.02.2025; о разных по знаку приращения цен. Размеры отрезков и их проекций на оси графика характеризуют динамику движения рынка. Можно даже сравнить доходность биржевых инструментов, зная, что точки отсчитывают равные интервалы времени. Для уточнения результатов такого оперативного анализа существует таблица 1, которая содержит более точную, но менее наглядную информацию.

Прогнозирование котировок биржевых инструментов требует дополнения алгоритма еще одной операцией, которую лучше выполнит искусственный интеллект. Вокруг последней по времени на момент исследования точки графика (на рисунке 3 это точка даты 15.05.2026) очерчивается окружность, радиус которой равен среднему значению приращения отрезка между точками за время (или часть времени) исследования. Как вариант, вокруг точки строится эллипс с осями равными математическим ожиданиям приращений проекций отрезков на оси системы координат. Отсчитываемые по осям графика координаты будущей точки (точки даты 12.06.2026) для аналитика случайные величины, но окружность или эллипс предоставляют дополнительную информацию для анализа ценовых трендов. Окружности или эллипсы должны строиться вокруг одной точки, но на всех трех графиках (или большего их числа, если прогнозируются котировки большего числа активов). В статье продемонстрировано применение предлагаемого алгоритма сравнительного исследования котировок биржевых инструментов на реальной их статистике. Описано, планируется, но еще не осуществлено на практике использование искусственного интеллекта при применении алгоритма. Статья выносит на междисциплинарное обсуждение целесообразность такой перспективы.

### **Заключение**

В процессе исследования автором был продемонстрирован один из возможных вариантов решения актуальной проблемы снижения объяснимости результатов искусственного интеллекта на примере применения метода многомерного шкалирования в сравнительном исследовании котировок биржевых инструментов. Литературный обзор показал, что практика использования в исследованиях динамики случайных величин технологии искусственного интеллекта и методологии многомерного шкалирования имеет общую проблему – описание времени нечетко формулируемыми понятиями

«месяц» и «год», но уже предложена (International fixed calendar) концепция единицы измерения времени, которая может скорректировать эти понятия – 13 «месяцев», одинаковой продолжительностью 28 дней отмеряют 364 дня. Единица измерения времени, равная неменяющемуся количеству дней (или в интересах исследования часов, минут, секунд), однозначно и точно отмеряет в расчетах искусственного интеллекта и на графиках многомерного шкалирования (в виде расстояний во времени между точками) одну из координат многомерной системы координат – время. Синтез открывающихся при этом алгоритмических возможностей позволил получить методологически интересный результат – предложить концепцию применения метода многомерного шкалирования в сравнительном исследовании и прогнозировании котировок биржевых инструментов, составляющими которой стали а. построение нескольких графиков многомерного шкалирования, получающихся в результате поворота единой системы координат, б. сопоставление графиков и сравнение информации в разных вариантах ее представления, ставших возможными из-за равенства интервалов во времени между точками и одинаковой идентификации датами точек сравниваемых графиков; в. дополнительное построение окружностей и эллипсов вокруг одной точки (со спот-датой), но на разных графиках при прогнозировании котировок биржевых инструментов.

### Литература

1. Кодекс этики в сфере разработки и применения искусственного интеллекта на финансовом рынке // Информационное письмо Банка России от 09.07.2025 № ИН-016-13/91. URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/178667/code\\_09072025.pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/178667/code_09072025.pdf)
2. Yampolskiy R.V. Unexplainability and Incomprehensibility of AI // Journal of Artificial Intelligence and Consciousness. 2020. Vol. 07(02). P. 277-291. <https://doi.org/10.1142/S2705078520500150>
3. Sezen Islakoglu, Jan-Christoph Kalo. ChronoSense: Exploring Temporal Understanding in Large Language Models with Time Intervals of Events // Machine Learning. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.03040>
4. Cotsworth M. B. The fixed "Yearal", proposed to replace changing almanaks and calendars // International Almanak Reform League. Vancouver : Saturday Sunset Presses, 1914. 135 p.
5. Malkin J. The Calendar That Kodak Built: George Eastman and the International Fixed Calendar // Journal of Calendar Reform. 1932. Vol. 2. No. 4. P. 165–171.
6. Международная система единиц (SI). Краткое изложение: пер. с англ. / под общ. ред. В. Л. Гуревича, Н. А. Жагоры. Минск : БелГИМ, 2019. 16 с

7. Rohit Saxena, Aryo Pradipta Gema, Pasquale Minervini. Lost in Time: Clock and Calendar Understanding Challenges in Multimodal LLMs // *Computer Vision and Pattern Recognition*. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.05092>
8. Vermeesch P., Lipp A.G., Hatzenbühler D., Caracciolo L., Chew D. Multidimensional Scaling of Varietal Data in Sedimentary Provenance Analysis // *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*. 2022. Vol. 128. Iss. 3 <https://doi.org/10.1029/2022JF006992>
9. Tao J., McClure S.C., Zhang X. A scientific writing pedagogy and mixed methods assessment for engineering education using open-coding and multi-dimensional scaling // *International Journal of Technology and Design Education*. 2020. Vol. 30. P. 413–426. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09504-w>
10. Urpa, L.M., Anders, S. Focused multidimensional scaling: interactive visualization for exploration of high-dimensional data // *BMC Bioinformatics*. 2019, Vol. 20. <https://doi.org/10.1186/s12859-019-2780-y>
11. Ryke Nandini, Ambar Kusumandari, Totok Gunawan, Ronggo Sadono Multidimensional Scaling Approach to Evaluate the Level of Community Forestry Sustainability in Babak Watershed, Lombok Island, West Nusa Tenggara // *Forum Geografi*. 2017. Vol. 31. No. 1. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v31i1.3371>
12. Dorado-Morales P., Vilanova C., P. Garay C. Unveiling Bacterial Interactions through Multidimensional Scaling and Dynamics Modeling // *Scientific Reports*. Vol. 5. <https://doi.org/10.1038/srep18396>
13. Klawonn F., Lechner W., Grigull L. Case-Centred Multidimensional Scaling for Classification Visualisation in Medical Diagnosis. *Lecture Notes in Computer Science*. 2013. P. 137–148. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37899-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37899-7_12)
14. Финансовая платформа Investing.com. URL: <https://www.investing.com>.
15. Schiffman, S.S., Reynolds, M.L. & Young, F.W. (1981). *Introduction to Multidimensional Scaling*. New York: Academic Press. <https://doi.org/10.1177/0146621683007000401>
16. Денисенко А.А. Исследование методов сокращения размерности в задаче распознавания образов // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2020. № 12. С. 65-69. <https://doi.org/https://doi.org/10.17513/mjpf.13161>

## References

1. Kodeks etiki v sfere razrabotki i primeneniya iskusstvennogo intellekta na finansovom rynke [Code of Ethics for the Development and Application of Artificial Intelligence in the Financial Market] // Information Letter of the Bank of Russia No. IN-016-13/91 dated July 9, 2025. (In Russ.).
2. Yampolskiy R.V. Unexplainability and Incomprehensibility of AI // Journal of Artificial Intelligence and Consciousness. 2020. Vol. 7(2). P. 277–291. <https://doi.org/10.1142/S2705078520500150>.
3. Islakoglu S., Kalo J.-C. ChronoSense: Exploring Temporal Understanding in Large Language Models with Time Intervals of Events // Machine Learning. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2501.03040>.
4. Cotsworth M.B. The Fixed Yearal, Proposed to Replace Changing Almanacs and Calendars. Vancouver: Saturday Sunset Presses, 1914. 135 p.
5. Malkin J. The Calendar That Kodak Built: George Eastman and the International Fixed Calendar // Journal of Calendar Reform. 1932. Vol. 2. No. 4. P. 165–171.
6. Mezhdunarodnaya sistema edinits (SI). Kratkoe izlozhenie [The International System of Units (SI). Concise Summary]. Minsk: BelGIM, 2019. 16 p. (In Russ.).
7. Saxena R., Gema A.P., Minervini P. Lost in Time: Clock and Calendar Understanding Challenges in Multimodal LLMs // Computer Vision and Pattern Recognition. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.05092>.
8. Vermeesch P., Lipp A.G., Hatzenbuehler D., Caracciolo L., Chew D. Multidimensional Scaling of Varietal Data in Sedimentary Provenance Analysis // Journal of Geophysical Research: Earth Surface. 2022. Vol. 128. Iss. 3. <https://doi.org/10.1029/2022JF006992>.
9. Tao J., McClure S.C., Zhang X. A Scientific Writing Pedagogy and Mixed Methods Assessment for Engineering Education Using Open-Coding and Multi-Dimensional Scaling // International Journal of Technology and Design Education. 2020. Vol. 30. P. 413–426. <https://doi.org/10.1007/s10798-019-09504-w>.
10. Urpa L.M., Anders S. Focused Multidimensional Scaling: Interactive Visualization for Exploration of High-Dimensional Data // BMC Bioinformatics. 2019. Vol. 20. <https://doi.org/10.1186/s12859-019-2780-y>.
11. Nandini R., Kusumandari A., Gunawan T., Sadono R. Multidimensional Scaling Approach to Evaluate the Level of Community Forestry Sustainability in Babak Watershed, Lombok Island, West Nusa Tenggara // Forum Geografi. 2017. Vol. 31. No. 1. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v31i1.3371>.
12. Dorado-Morales P., Vilanova C., Garay C.P. Unveiling Bacterial Interactions through Multidimensional Scaling and Dynamics Modeling // Scientific Reports. Vol. 5. <https://doi.org/10.1038/srep18396>.
13. Klawonn F., Lechner W., Grigull L. Case-Centred Multidimensional Scaling for Classification Visualisation in Medical Diagnosis // Lecture Notes in

Computer Science. 2013. P. 137–148. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37899-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37899-7_12).

14. Investing.com. Financial Platform.

15. Schiffman S.S., Reynolds M.L., Young F.W. Introduction to Multidimensional Scaling. New York: Academic Press, 1981. <https://doi.org/10.1177/0146621683007000401>.

16. Denisenko A.A. Issledovanie metodov sokrashcheniya razmernosti v zadache raspoznavaniya obrazov [A study of dimensionality reduction methods in pattern recognition] // Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2020. No. 12. P. 65–69. <https://doi.org/10.17513/mjpf.13161>. (In Russ.).

© Курляндский В.В., Лебедев С.А. 2026