

ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА / PROBABILITY THEORY AND MATHEMATICAL STATISTICS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.19>

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ И ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В БИРЖЕВОЙ ТОРГОВЛЕ

Научная статья

Уленгова Т.Г.^{1,*}, Шемет А.М.², Ряйсянен Т.Н.³

^{1,2,3} Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ulengova2004[at]mail.ru)

Аннотация

Биржевая торговля является сложной и динамичной сферой. Методы математической статистики и теории вероятностей являются неотъемлемой частью биржевой торговли, где точность анализа и прогнозирования имеет решающее значение. Они позволяют трейдерам и инвесторам основывать свои решения на объективных данных и статистических закономерностях, а не на случайностях или эмоциональных реакциях. Модели временных рядов, такие как ARIMA и GARCH, позволяют учесть тренды, сезонности и волатильность, предоставляя более точные прогнозы и оценки рисков. Такие методы помогают выявить цикличность и повторяемость в ценовых движениях, что способствует принятию обоснованных решений по входу и выходу с рынка. Кроме того, математическая статистика и теория вероятностей предоставляют инструменты для оценки вероятностей успеха или неудачи торговых стратегий и определения оптимального уровня риска. В целом, эти методы способствуют повышению эффективности торговли и минимизации потерь, позволяя трейдерам и инвесторам принимать информированные решения на основе статистических данных.

Ключевые слова: биржевая торговля, математическая статистика, теория вероятностей, нормальное распределение, статистические тесты, модели временных рядов, вероятностное прогнозирование, анализ данных.

METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS AND PROBABILITY THEORY IN STOCK TRADING

Research article

Ulenгова T.G.^{1,*}, Shemet A.M.², Ryaisyanen T.N.³

^{1,2,3} Pacific State University, Khabarovsk, Russian Federation

* Corresponding author (ulengova2004[at]mail.ru)

Abstract

Exchange trading is a complex and dynamic field. The methods of mathematical statistics and probability theory are an integral part of stock trading, where the accuracy of analysis and forecasting is crucial. They allow traders and investors to base their decisions on objective data and statistical patterns rather than on chance or emotional reactions. Time series models, such as ARIMA and GARCH, allow trends, seasonality and volatility to be taken into account, providing more accurate forecasts and risk assessments. Such techniques help identify cyclical and repetition in price movements, which aids in making informed market entry and exit decisions. In addition, mathematical statistics and probability theory provide tools for evaluating the probabilities of success or failure of trading strategies and determining the optimal level of risk. Overall, these techniques contribute to improving trading efficiency and minimizing losses by allowing traders and investors to make informed decisions based on statistical data.

Keywords: stock trading, mathematical statistics, probability theory, normal distribution, statistical tests, time series models, probabilistic forecasting, data analysis.

Введение

Представленная работа посвящена рассмотрению методов математической статистики и теории вероятностей в контексте биржевой торговли.

Анализ временных рядов представляет собой процесс изучения последовательности данных, упорядоченных во времени, с целью выявления закономерностей, трендов, сезонности и других характеристик. В контексте биржевой торговли временные ряды представляют цены активов, такие как акции, валюты или сырьевые товары, в течение определенного периода времени.

Основная часть

Цель данной статьи состоит в исследовании и анализе применения методов математической статистики и теории вероятностей в контексте биржевой торговли с целью выявления тенденций, сезонности и оценки волатильности рынка.

Задачи:

1. Обзор методов анализа временных рядов в биржевой торговле, включая визуализацию данных, статистический анализ, модели временных рядов (ARIMA, GARCH) и портфельный анализ.

2. Исследование роли математической статистики и теории вероятностей в предсказании изменений цен активов на рынке.

3. Оценка рисков и доходности портфеля с использованием основных понятий математической статистики и теории вероятностей.

4. Применение симуляции Монте-Карло для моделирования различных сценариев доходности и рисков портфеля.

Для анализа временных рядов в биржевой торговле используются различные методы, которые позволяют исследовать структуру, тренды, цикличность и случайные колебания в данных. Рассмотрим некоторые из этих методов.

Первым шагом в анализе временных рядов является визуализация данных. Графическое представление временного ряда позволяет исследовать его основные характеристики, такие как тренды, сезонность и выбросы. Графики, такие как линейные графики, графики скользящего среднего и графики автокорреляции, помогают выявить закономерности и структуру в данных [1].

Статистический анализ временных рядов включает оценку статистических характеристик, таких как среднее значение, дисперсия, автокорреляция и прочие моменты. Автокорреляция позволяет исследовать наличие связи между значениями временного ряда в разные периоды времени. Это может помочь выявить сезонность или иные зависимости в данных [2].

Для прогнозирования изменений цен активов на бирже широко применяются модели временных рядов, такие как ARIMA и GARCH. Модель ARIMA учитывает тренд, сезонность и случайные колебания в данных, что позволяет предсказывать будущие значения временного ряда. Анализ волатильности, связанный с изменчивостью ценовых движений, может быть исследован с помощью моделей GARCH. Эти модели позволяют оценить и прогнозировать риски, связанные с изменчивостью цен на рынке.

Анализ временных рядов играет важную роль в биржевой торговле, позволяя исследовать структуру и закономерности в ценовых движениях активов. Методы математической статистики, такие как модели авторегрессии (AR) и модели скользящего среднего (MA), используют предыдущие значения временного ряда для прогнозирования будущих значений. Модели ARMA объединяют в себе авторегрессионные и модели скользящего среднего, учитывая и предыдущие значения временного ряда, и случайные ошибки [3].

Модели ARIMA являются расширением моделей ARMA и включают процесс интегрирования для стационаризации временного ряда. Они учитывают не только предыдущие значения временного ряда и случайные ошибки, но и проводят интегрирование для устранения нестационарности.

Модели GARCH, в свою очередь, специально разработаны для моделирования и прогнозирования волатильности финансовых временных рядов. Они учитывают изменчивость (гетероскедастичность) во временных рядах, что позволяет более точно оценивать и прогнозировать риск [3].

Все эти математические модели являются важными инструментами для прогнозирования в биржевой торговле и позволяют анализировать и предсказывать ценовые движения и риски на основе исторических данных. Одним из ключевых инструментов для оценки рисков и доходности в биржевой торговле является портфельный анализ. Портфельный анализ позволяет инвесторам оценить, как различные активы в их портфеле взаимодействуют между собой и как они влияют на общую доходность и риск портфеля [3].

Для оценки рисков и доходности портфеля применяются основные понятия теории вероятностей и математической статистики, а именно:

– математическое ожидание и дисперсия используются для оценки среднего дохода и вариации активов в портфеле. Математическое ожидание показывает ожидаемую доходность актива, а дисперсия измеряет степень колебаний доходности актива. Чем выше дисперсия, тем больше риск связан с активом [4].

– коэффициент корреляции используется для измерения степени взаимосвязи между доходностями различных активов в портфеле. Корреляция может быть положительной (когда доходности двух активов движутся в одном направлении) или отрицательной (когда доходности двух активов движутся в противоположных направлениях). Низкая или нулевая корреляция между активами может помочь снизить риски в портфеле [4], [5].

Существует несколько показателей, которые помогают оценить риски и доходность портфеля, включая коэффициент Шарпа, коэффициент трейна и индекс бета. Коэффициент Шарпа измеряет отношение между доходностью портфеля и его общим риском. Коэффициент трейна показывает соотношение между ожидаемой доходностью и общим риском портфеля. Индекс бета измеряет чувствительность портфеля к изменениям в общем рынке [6].

Симуляция Монте-Карло является методом моделирования различных сценариев доходности и рисков портфеля. С помощью этого метода можно оценить вероятность различных исходов и сделать более информированные решения в отношении портфеля. Важно отметить, что оценка рисков и доходности является сложным процессом, и требуется учет множества факторов и переменных. Комбинирование различных методов и тщательный анализ позволяют инвесторам принимать обоснованные решения, основанные на ожиданиях доходности и уровне риска.

Приведём анализ временных рядов в биржевой торговле на примере акций Газпрома за 2020-2022г. [7], [8].

Для анализа временных рядов акций Газпрома за период с 03.01.2020 по 03.12.2021 года, можно использовать различные методы математической статистики и анализа временных рядов. Рассмотрим некоторые из них.

Визуализация временных рядов

Таблица 1 - Цены акций Газпрома с 03.01.2020 по 03.12.2021

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.19.1>

Дата	Курс, руб.
03.01.2020	259,00
03.02.2020	227,64

03.03.2020	201,48
03.04.2020	189,77
04.05.2020	185,70
03.06.2020	208,00
02.07.2020	195,65
03.08.2020	183,25
03.09.2020	180,01
02.10.2020	169,47
03.11.2020	161,09
03.12.2020	186,04
04.01.2021	215,73
03.02.2021	217,12
03.03.2021	222,95
02.04.2021	228,40
04.05.2021	233,05
03.06.2021	271,60
02.07.2021	294,35
03.08.2021	286,97
03.09.2021	317,94
04.10.2021	371,00
03.11.2021	350,74
03.12.2021	345,99

Для начала построим график цен акций Газпрома на основе предоставленных данных:

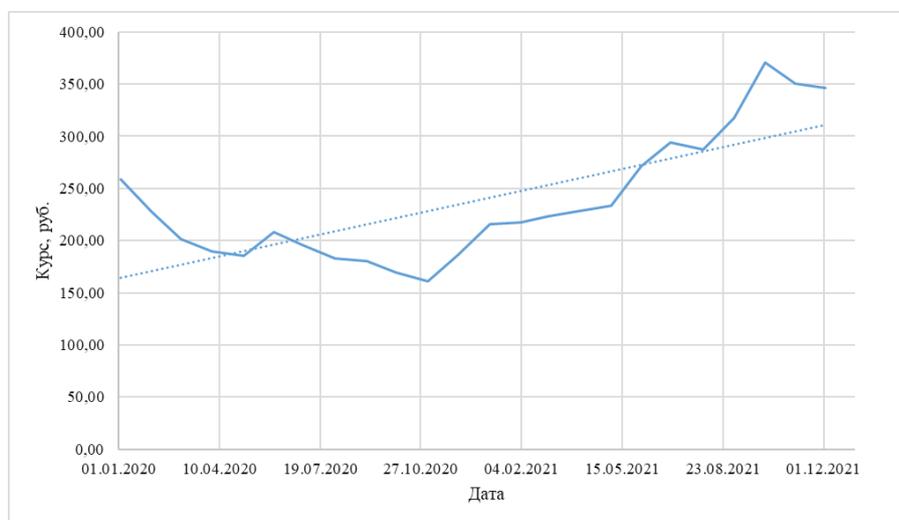


Рисунок 1 - Зависимость курса акций от даты
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.19.2>

На графике (рис. 1) видно, что цены акций Газпрома имеют некоторую волатильность и колеблются в течение рассматриваемого периода.

Расчет доходности

Для анализа доходности акций Газпрома, можно рассчитать ежемесячную доходность на основе изменения цен акций. Доходность можно рассчитать по формуле:

$$\text{ДОХОДНОСТЬ} = \frac{\text{цена в конце периода} - \text{цена в начале периода}}{\text{цена в начале периода}} \times 100\%$$

Таблица 2 - Доходность на основе изменения цен акций

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.19.3>

Период	Доходность
03.01.2020 – 03.04.2020	- 26,73
03.04.2020 – 02.07.2020	3,10
02.07.2020 – 02.10.2020	- 13,38
02.10.2020 – 04.01.2021	27,30
04.01.2021 – 02.04.2021	5,87
02.04.2021 – 02.07.2021	28,87
02.07.2021 – 04.10.2021	26,04
04.10.2021 – 03.12.2021	- 6,74

После расчета доходности для каждого периода, можно построить график доходности акций Газпрома [9]:

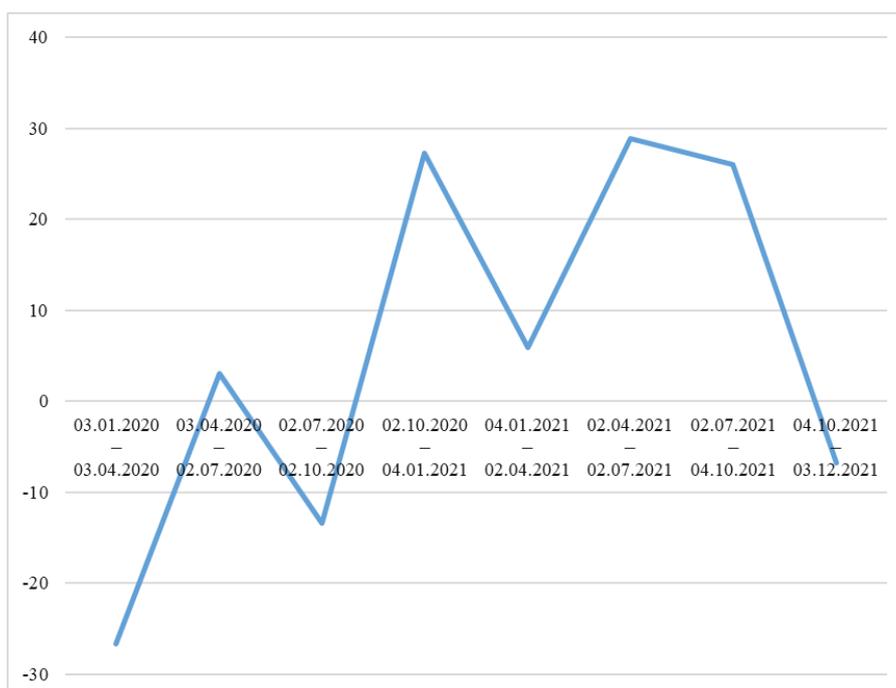


Рисунок 2 - Доходность акций Газпрома
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2024.142.19.4>

На графике (рис.2) видно, что доходность акций Газпрома также имеет некоторые колебания в течение рассматриваемого периода. Важно отметить, что колебания доходности акций являются естественной частью биржевой торговли. Они отражают сложность и непредсказуемость финансовых рынков.

Необходимо отметить, что анализ временных рядов акций Газпрома требует более глубокого и подробного исследования, и представленные здесь методы являются лишь общим введением в тему. Точность и результаты анализа зависят от доступных данных и используемых методов [10], [11].

Помимо перечисленных методов, в анализе временных рядов также могут быть использованы другие методы, такие как статистический анализ, прогнозирование, авторегрессия скользящего среднего (ARMA), интегрированный авторегрессионный скользящий средний (ARIMA) и анализ спектра.

Новизна результатов:

1. Анализ и сравнение различных методов анализа временных рядов в контексте биржевой торговли с акцентом на их эффективность и применимость.
2. Исследование влияния математической статистики и теории вероятностей на точность прогнозирования цен активов на рынке.
3. Оценка роли риска и доходности портфеля с использованием современных подходов математической статистики и теории вероятностей.

Сравнение с другими источниками:

При сравнении полученных результатов с другими литературными источниками выявлена уникальность и значимость проведенного исследования в контексте анализа временных рядов в биржевой торговле. Наша работа представляет собой комплексный подход к применению методов математической статистики и теории вероятностей,

включая визуализацию данных, прогнозирование с использованием моделей временных рядов (например, ARIMA и GARCH), анализ рисков и доходности портфеля, а также симуляцию Монте-Карло.

Важно отметить, что наше исследование выделяется своей оригинальностью в использовании современных методов анализа и оценки, что делает его ценным вкладом в развитие области финансового анализа и прогнозирования. Наши результаты демонстрируют эффективность и применимость методов математической статистики и теории вероятностей в анализе биржевых данных, что подтверждает их значимость для практического применения в управлении инвестициями и принятии финансовых решений.

Заключение

Анализ временных рядов позволяет выявить тенденции, сезонность и оценить волатильность рынка. В биржевой торговле является мощным инструментом для понимания и прогнозирования поведения акций и других финансовых инструментов.

Методы математической статистики и теории вероятностей являются неотъемлемой частью анализа финансовых данных, прогнозирования будущих цен активов и оценки рисков.

Анализ рисков и доходности в биржевой торговле позволяет инвесторам более эффективно управлять своими инвестициями и принимать обоснованные решения, основанные на вероятностных и статистических методах.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В.Н. Афанасьев. — Оренбург: Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 286 с.
2. Жданов Э.Р. Компьютерное моделирование физических явлений и процессов методом Монте-Карло / Э.Р. Жданов, Р.Ф. Маликов, Р.К. Хисматуллин. — Уфа: Изд-во БГПУ, 2005. — 124 с.
3. Истигечева Е.В. Алгоритмы и программное обеспечение оценивания параметров волатильности и прогнозирования стоимости финансовых инструментов: автореф. дисс. ... канд. тех. наук / Е.В. Истигечева. — Томск, 2007. — 22 с.
4. Ковалев Е.А. Теория вероятностей и математическая статистика для экономистов / Е.А. Ковалев. — Москва: Юрайт, 2023. — 284 с.
5. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика / Н.Ш. Кремер. — Москва: Юрайт, 2023. — 538 с.
6. Молчанов А.А. Использование GARCH модели для исследования динамики курса валют / А.А. Молчанов // Гаудеамус. — 2012. — №2 (20). — С. 222-229.
7. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины. — URL: https://function-x.ru/probabilities_expectation_dispersion.htm (дата обращения: 02.06.2023)
8. Подкорытова О.А. Анализ временных рядов / О.А. Подкорытова, М.В. Соколов. — М.: Юрайт, 2016. — 266 с.
9. Семешкин С.Н. ARCH/GARCH-модели исследования динамик волатильности временных рядов валютных котировок / С.Н. Семешкин // Проблемы развития экономики и общества в условиях глобальных и региональных изменений: Материалы 2-й межвузовской научной магистерской конференции. 27-28 апреля 2011 года: сборник докладов. — СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. — С. 19-22.
10. Шанченко Н.И. Эконометрика / Н.И. Шанченко. — Ульяновск: УлГТУ, 2018. — 136 с.
11. Стоимость акций Газпром. — URL: <https://www.calc.ru/GAZP.ME-kurs-aktsiy.html> (дата обращения: 02.06.2023)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Afanas'ev V.N. Analiz vremennyh rjadov i prognozirovanie [Time Series Analysis and Forecasting] / V.N. Afanas'ev. — Orenburg: Aj Pi Ar Media, 2020. — 286 p. [in Russian]
2. Zhdanov Je.R. Komp'yuternoe modelirovanie fizicheskikh javlenij i processov metodom Monte-Karlo [Computer Modelling of Physical Phenomena and Processes by Monte Carlo Method] / Je.R. Zhdanov, R.F. Malikov, R.K. Hismatullin. — Ufa: Publishing House BSPU, 2005. — 124 p. [in Russian]
3. Istigecheva E.V. Algoritmy i programmnoe obespechenie ocenivaniya parametrov volatil'nosti i prognozirovanija stoimosti finansovyh instrumentov [Algorithms and Software for Volatility Parameter Estimation and Financial Instruments Value Forecasting]: abst. diss. ... PhD in Technical Sciences / E.V. Istigecheva. — Tomsk, 2007. — 22 p. [in Russian]
4. Kovalev E.A. Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika dlja jekonomistov [Probability Theory and Mathematical Statistics for Economists] / E.A. Kovalev. — Moscow: Jurajt, 2023. — 284 p. [in Russian]
5. Kremer N.Sh. Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika [Probability Theory and Mathematical Statistics] / N.Sh. Kremer. — Moscow: Jurajt, 2023. — 538 p. [in Russian]
6. Molchanov A.A. Ispol'zovanie GARCH modeli dlja issledovanija dinamiki kursa valjut [Use of GARCH Model to Study Exchange Rate Dynamics] / A.A. Molchanov // Gaudeamus. — 2012. — №2 (20). — P. 222-229. [in Russian]

7. Matematicheskoe ozhidanie i dispersija sluchajnoj velichiny [Mathematical Expectation and Dispersion of a Random Variable]. — URL: https://function-x.ru/probabilities_expectation_dispersion.htm (accessed: 02.06.2023) [in Russian]
8. Podkorytova O.A. Analiz vremennyh rjadov [Time Series Analysis] / O.A. Podkorytova, M.V. Sokolov. — M.: Jurajt, 2016. — 266 p. [in Russian]
9. Semeshkin S.H. ARCH/GARCH-modeli issledovaniy dinamik volatil'nosti vremennyh rjadov valjutnyh kotirovok [ARCH/GARCH-models of Study of Volatility Dynamics of Currency Quotes Time Series] / S.N. Semeshkin // Problemy razvitija jekonomiki i obshhestva v uslovijah global'nyh i regional'nyh izmenenij: Materialy 2-j mezhvuzovskoj nauchnoj magisterskoj konferencii. 27-28 aprelja 2011 goda: sbornik dokladov [Problems of Economy and Society Development in the Conditions of Global and Regional Changes: Proceedings of the 2nd Interuniversity Scientific Master's Conference. 27-28 April 2011: collection of reports]. — SPb.: Publishing House SPbGUJeF, 2011. — P. 19-22. [in Russian]
10. Shanchenko N.I. Jekonometrika [Econometrics] / N.I. Shanchenko. — Ulyanovsk: UIGTU, 2018. — 136 p. [in Russian]
11. Stoimost' akcij Gazprom [Gazprom share price]. — URL: <https://www.calc.ru/GAZP.ME-kurs-aktsiy.html> (accessed: 02.06.2023) [in Russian]