

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики открытых систем
наименование кафедры

Численный анализ данных финансовых рядов
название темы выпускной квалификационной работы полужирным шрифтом

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 4041 группы
направления (специальности) 09.03.02 «Информационные системы и
технологии» код и наименование направления (специальности)
института физики

наименование факультета, института, колледжа

Вислогузова Дмитрия Максимовича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

Зав. кафедрой физики открытых систем,

д.ф.-м.н., профессор

должность, ученая степень, уч. звание

Зав. кафедрой физики открытых систем

полное наименование кафедры

д.ф.-м.н., профессор

должность, ученая степень, уч. звание

подпись, дата

подпись, дата

А.А.Короновский

Инициалы Фамилия

А.А. Короновский

Инициалы Фамилия

Саратов 2023 г.

Введение

Временной ряд – это совокупность наблюдений какого-либо показателя $x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_N)$ за несколько последовательных моментов или периодов времени [1].

Анализ временных рядов позволяет выявить и описать закономерности, тренды, циклы и аномалии в поведении анализируемых систем. Анализ временных рядов имеет важное значение в широком ряде областей знаний, включая бизнес-аналитику, финансовые рынки и экономику.

В настоящее время для анализа временных рядов используется весьма широкий спектр методов и подходов. Настоящая выпускная квалификационная работа посвящена изучению подходов, основанных на вычислении и сравнении вероятностных характеристик. В качестве объекта исследования выбраны временные ряды, которые описывают финансовые рынки, поскольку они также могут быть проанализированы с вероятностной точки зрения [2].

Бинарные опционы являются одним из популярных инструментов финансового рынка нашего времени, доступных для торговли онлайн. Они предлагают трейдерам простой и удобный способ инвестировать в различные активы, с ограниченным риском - риск ограничен стоимостью самого опциона. Неудивительно, что эти инструменты нашли огромное количество поклонников, потому что они позволяют быстро и легко зарабатывать на изменениях рынка не только на валютных парах, но и на других финансовых инструментах, включая мировые индексы, товары (например, нефть, золото, серебро) и акции компаний. Однако, данный финансовый рынок, как и любой другой рынок, подвержен риску и неопределенности. Вследствие этого, было проведено исследование и анализ временных рядов с вероятностной точки зрения [3].

Данные проведенных исследований предоставляют возможность выявить закономерности и тренды изменения значений выбранных временных рядов.

В выпускной квалификационной работе были применены инструменты и технологии современного программирования на языке Python. Для эффективной визуализации результатов и получения графических представлений была использована программа Gnuplot, а также QtPlot для более гибкой и специализированной настройки поведения графических элементов.

Основное содержание работы

Для определения результата торговой операции на рынке бинарных опционов на основе динамики курса евро за определенный временной промежуток, необходимо произвести точный расчет вероятностей исходов, таких как выигрыш и проигрыш. Для того, чтобы провести расчеты, проведено изучение и анализ временного ряда динамики курса евро на интервале ставки 60 минут.

На основе полученного временного ряда были произведены подсчеты вероятностей выигрыша и проигрыша. На основе полученных расчетов, можно определить вероятности выигрыша и проигрыша в торговой операции на рынке бинарных опционов на данном временном промежутке. Результаты вычислений были проиллюстрированы.

Для подсчета вероятности исхода имеем формулы:

$$P_{\text{пр}} = \frac{N_{-}}{N} \quad (1)$$

где $P_{\text{пр}}$ вероятность проигрыша

$$P_{\text{выиг}} = \frac{N_{+}}{N} \quad (2)$$

где $P_{\text{выиг}}$ вероятность выигрыша

$$N_{+} + N_{-} = N \quad (3)$$

где N количество исходов (проигрыши + выигрыши)

N_{+} - количество удачных исходов (выигрышей)

N_{-} - количество неудачных исходов (проигрышей)

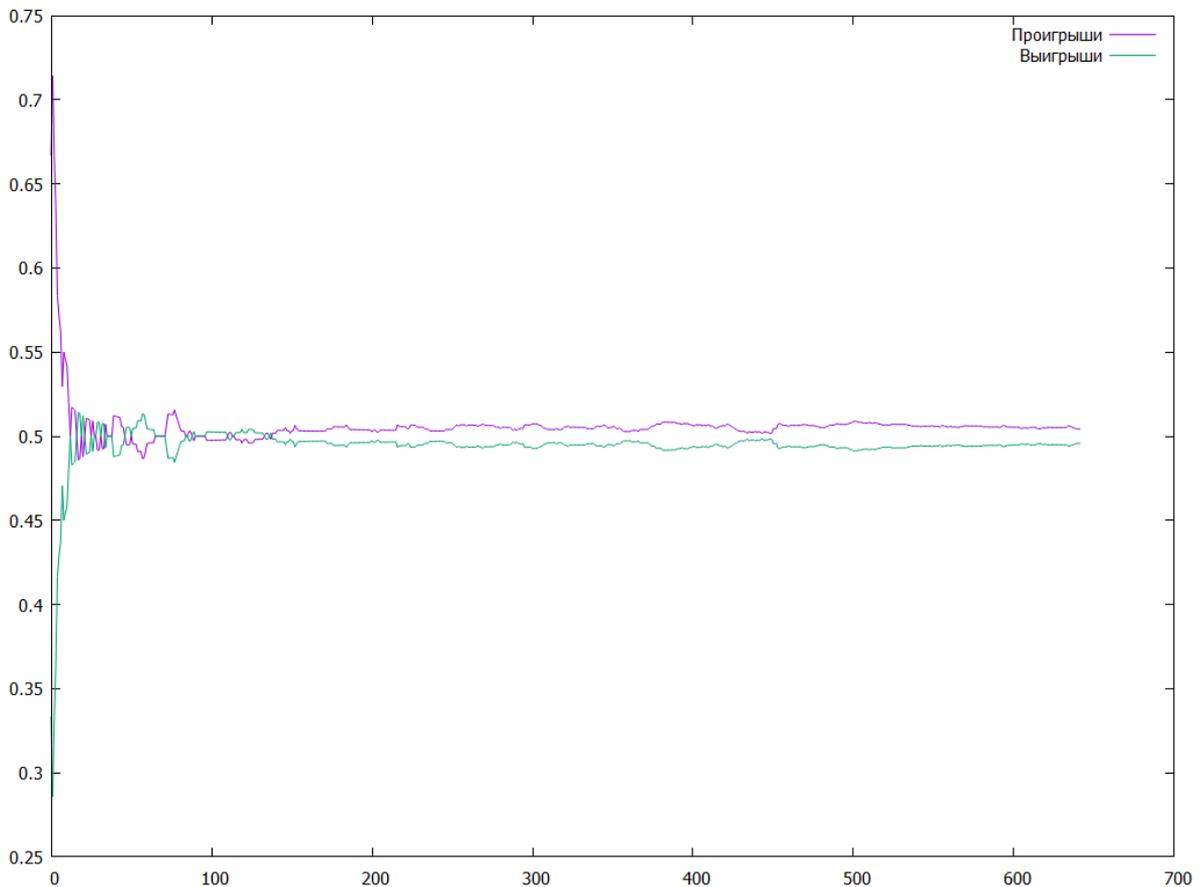


Рисунок 1 - График вероятности на интервале ставки час.

На данном этапе было установлено, что вероятность удачного исхода торговой операции на рынке бинарных опционов составляет 50,4%, а вероятность проигрыша - 49,6%. Однако, стоит отметить, что динамика курса евро в исходном временном ряде является возможным фактором, влияющим на изменение вероятностей исходов ставок на рынке бинарных опционов для различных входных рядов [4]. Для проверки данной гипотезы было предложено оценить зависимость вероятности выигрыша от динамики курса евро и определить, как она изменится для иных входных данных.

Для реализации данной цели, было предложено построить график тренда в форме линейной аппроксимации на исходном ряде курса евро [5]. Построение линейной аппроксимации позволит оценить степень влияния динамики курса евро на вероятности исходов торговых операций на рынке бинарных опционов и выявить закономерности изменения вероятностей при различных входных данных. В результате такого анализа, могут быть предложены эффективные стратегии вложения средств на рынке бинарных опционов, основанные на полученных закономерностях, что позволит уменьшить торговые риски и

увеличить вероятность получения прибыли.

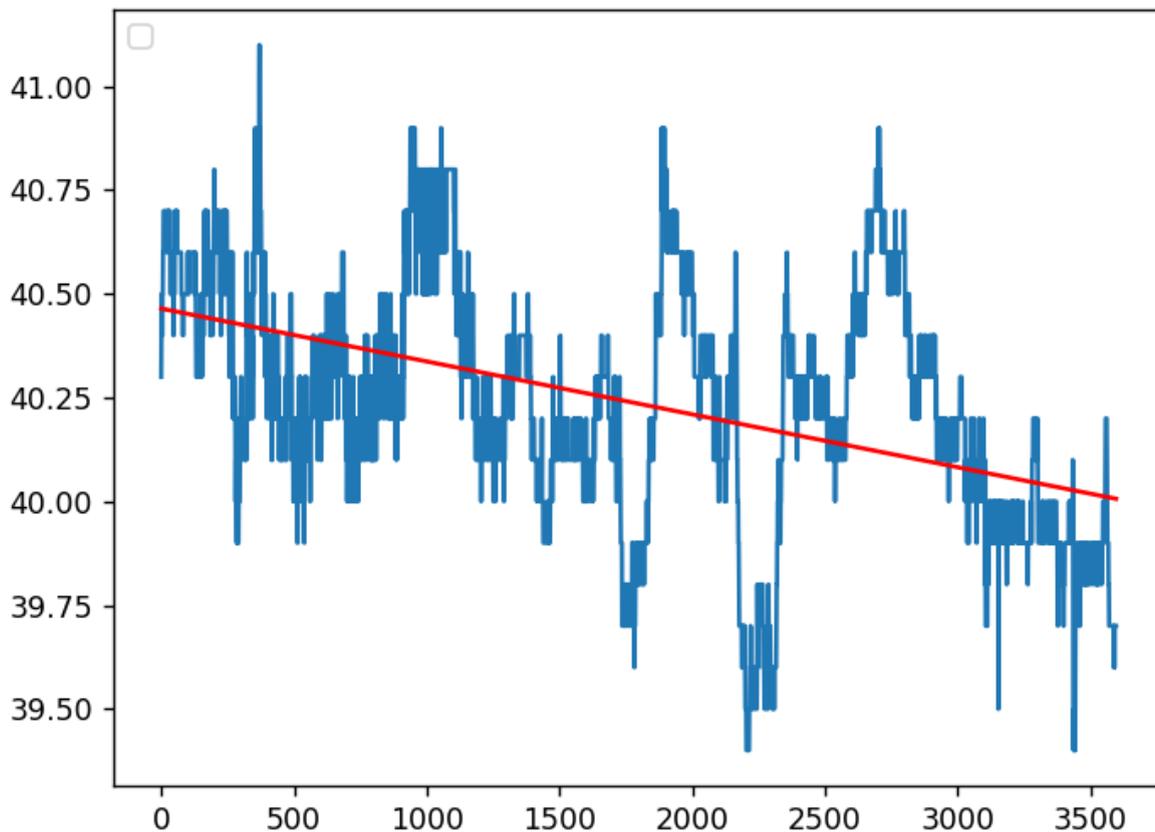


Рисунок 2 - График линейной аппроксимации курса евро на интервале ставки час.

В данном исследовании мы производим расчеты, связанные с линией тренда. После построения линии тренда, мы добавляем случайный сигнал для оценки зависимости вероятности выигрыша от угла наклона тренда. Для расчетов мы используем уравнение:

$$c(x) = a + b*x + (e-0.5)*b \quad (4),$$

где a и b являются коэффициентами прямой. Значения коэффициентов a и b равны $127*10^{-6}$ и $40,46$ соответственно. В уравнении (4) переменная $e \in [0, 1]$ и $(e-0.5) \in [-0.5, 0.5]$. Это позволяет нам учитывать случайный фактор при расчетах.

Таким образом, добавление случайного сигнала позволяет оценить вероятность успеха (выигрыша) в зависимости от угла наклона тренда [6]. Полученные результаты будут проиллюстрированы.

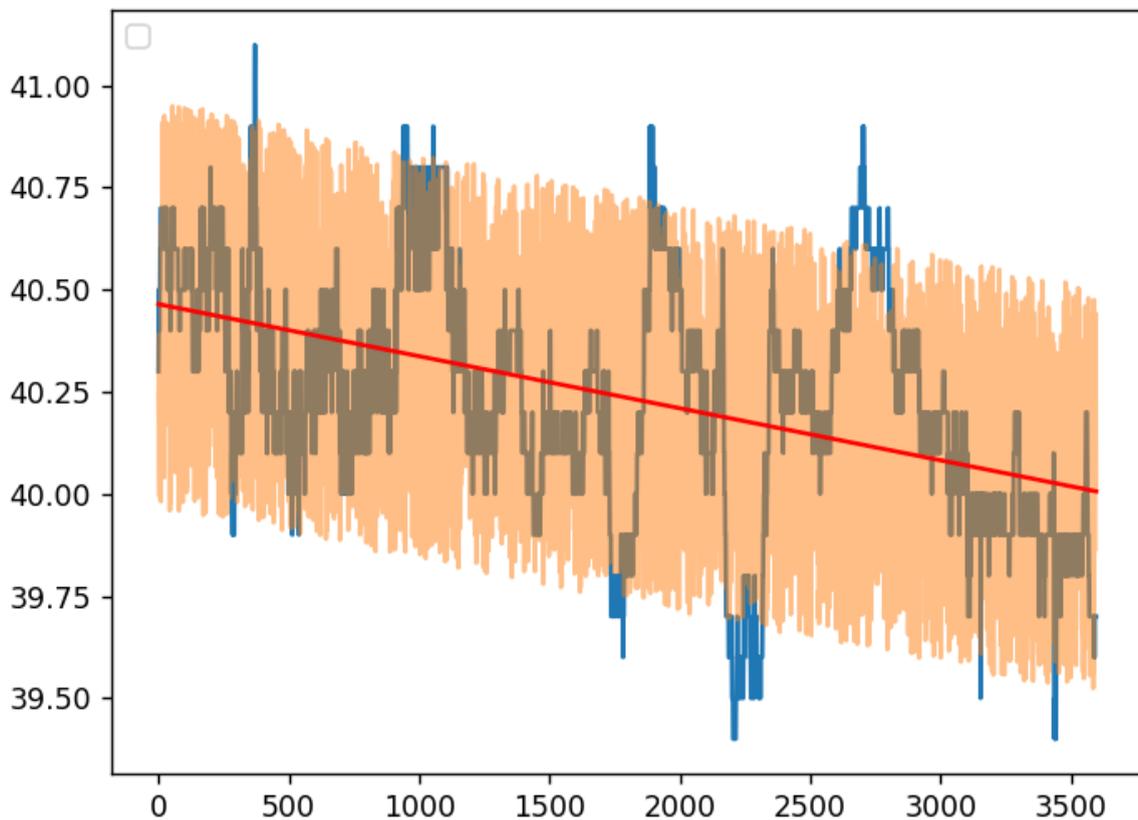


Рисунок 3 - График случайного сигнала для исходных данных.

Теперь можно приступить к подсчету вероятности выигрыша по модельному ряду случайного сигнала, на интервале ставки час, используя те же самые формулы.

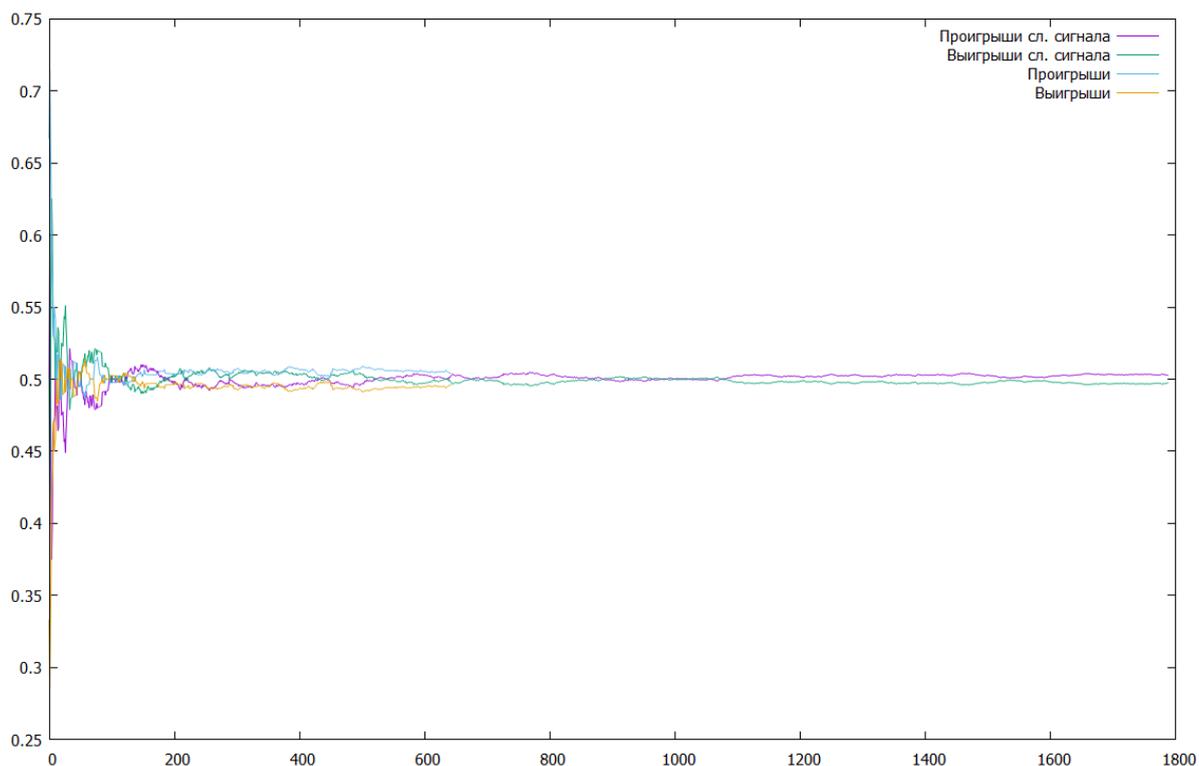


Рисунок 4 - График полученных вероятностей, с вероятностями, подсчитанными для реальных данных.

Предлагаю построить график только что полученных вероятностей, с вероятностями, подсчитанными для исходных данных. Из графика видно, что вероятность выигрыша по модели реального ряда (50.4%) больше, чем вероятность выигрыша по модели случайного сигнала (49.8%).

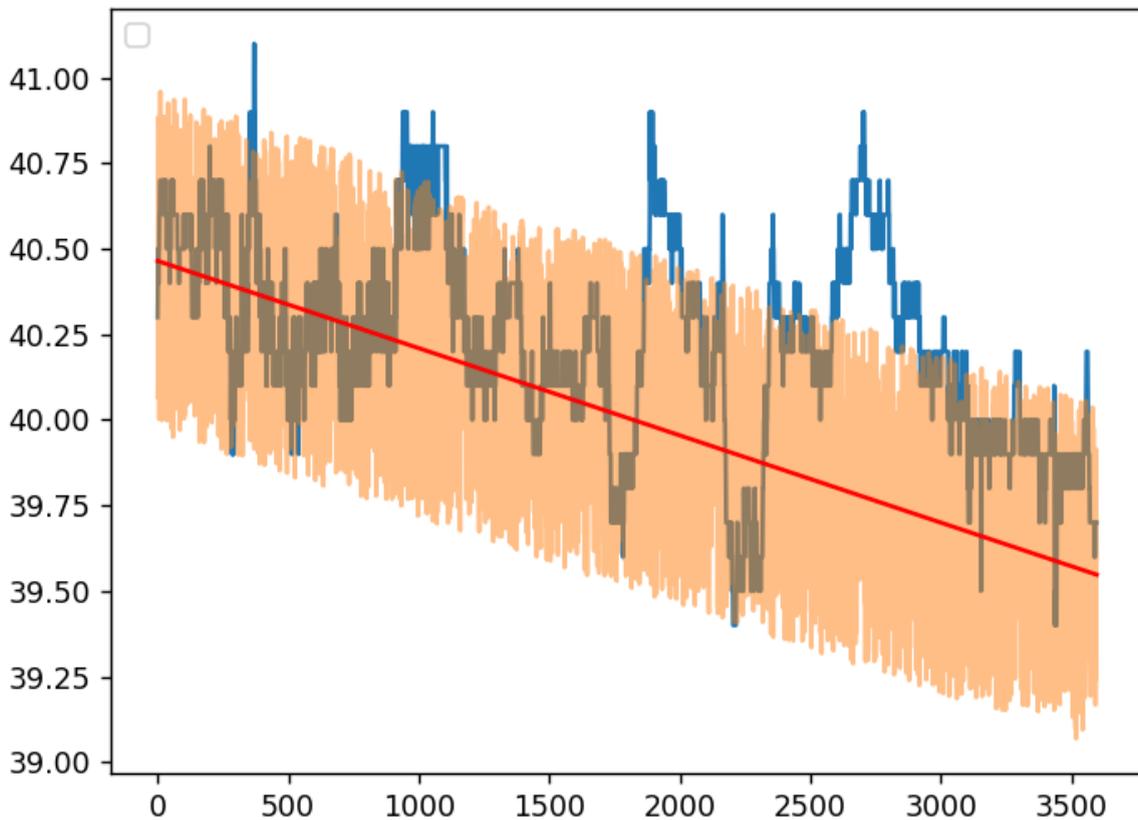


Рисунок 5 - График случайного сигнала для суррогатного ряда.

Для того чтобы проверить гипотезу о зависимости угла наклона аппроксимирующей прямой от вероятности выигрышей, мы построим другой модельный ряд, в котором наклон прямой будет увеличен в два раза. Для этого мы будем использовать следующую модель функции:

$$c(x) = a + 2 * bx + (\epsilon - 0.5)b \quad (5)$$

где a и b коэффициенты прямой, полученные в программе QtiPlot

$$a = -254 * 10^{-6}$$

$$b = 72,998$$

$$\epsilon \in [0, 1] \text{ и } (\epsilon - 0.5) \in [-0.5, 0.5]$$

Далее мы сравним вероятности выигрышей и проигрышей для этого модельного ряда с реальным рядом. Если вероятность выигрышей в новом модельном ряду будет меньше, чем в прошлый раз, то наша гипотеза о зависимости угла наклона прямой от вероятности выигрышей будет подтверждена.

Проиллюстрируем сопоставления выигрышей и проигрышей в данном модельном ряду с реальным рядом.

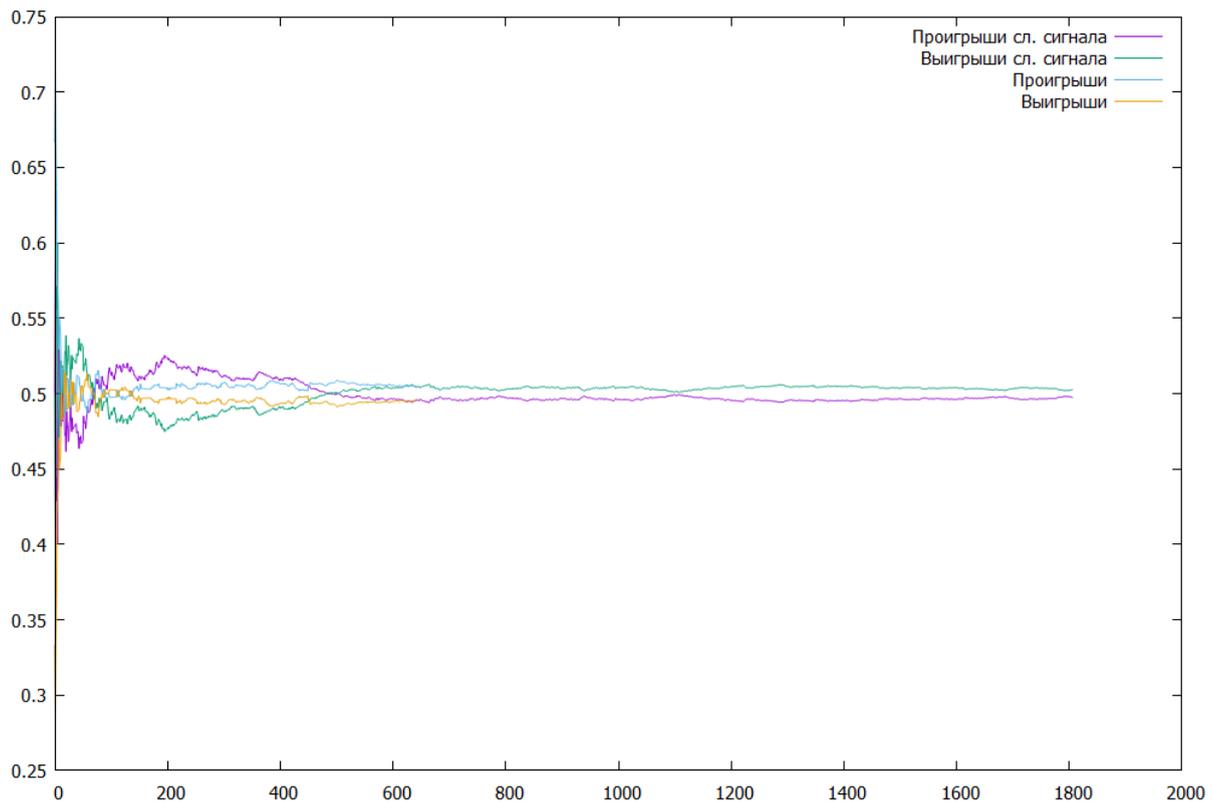


Рисунок 6 - График полученных вероятностей, с вероятностями, подсчитанными для реальных данных.

После проведения эксперимента, в ходе которого была проверена гипотеза о зависимости угла наклона аппроксимирующей прямой от вероятности выигрышей, было выявлено, что увеличение угла наклона прямой в два раза не оказало влияния на результаты. Анализ результатов показал, что вероятность выигрышей в новом модельном ряду не отличается от вероятности в прошлом эксперименте. Таким образом, можно сделать вывод, что угол наклона не имеет значительного влияния на результаты эксперимента и не является важным фактором в данном исследовании.

В данной работе использовалось дифференциальное уравнение Фоккера-Планка. Данное уравнение является мощным инструментом

прогнозирования и может помочь предсказать вероятные последствия изменений в экспериментальных условиях. Таким образом, использование этого уравнения будет полезным для достижения более точных и надежных результатов в эксперименте [7].

Дифференциальное уравнение Фоккера-Планка имеет вид:

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \beta \frac{\partial x v}{\partial x} + \frac{B}{2} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \quad (6),$$

где $\frac{\partial v}{\partial t}$ представляет собой плотность вероятности изменения определенной величины во времени t .

β характеризует скорость изменения этой величины со временем.

$\frac{\partial x v}{\partial x}$ - это дисперсия данных, которая представляет скорость изменения значения величины в зависимости от изменения ее координаты.

B - это коэффициент диссипации, который представляет собой скорость уменьшения дисперсии данных со временем.

$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}$ - это скорость изменения дисперсии случайных значений за единицу времени.

Дифференциальное уравнение Фоккера-Планка (6) в данном случае может быть представлено в виде нормального гауссовского распределения. Распределение Гаусса описывает вероятностную плотность вещественных значений случайной переменной в одномерном случае [8].

Формула нормального Гауссовского распределения:

$$v(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (7),$$

где $v(x)$ - это функция плотности вероятности, которая представляет вероятность того, что значение случайной переменной будет равно x .

μ - это среднее значение (математическое ожидание), которое представляет собой среднее значение случайной переменной.

σ - это стандартное отклонение, которое представляет ширину распределения.

При использовании данной формулы для анализа исходного временного ряда курса евро был получен следующий график:

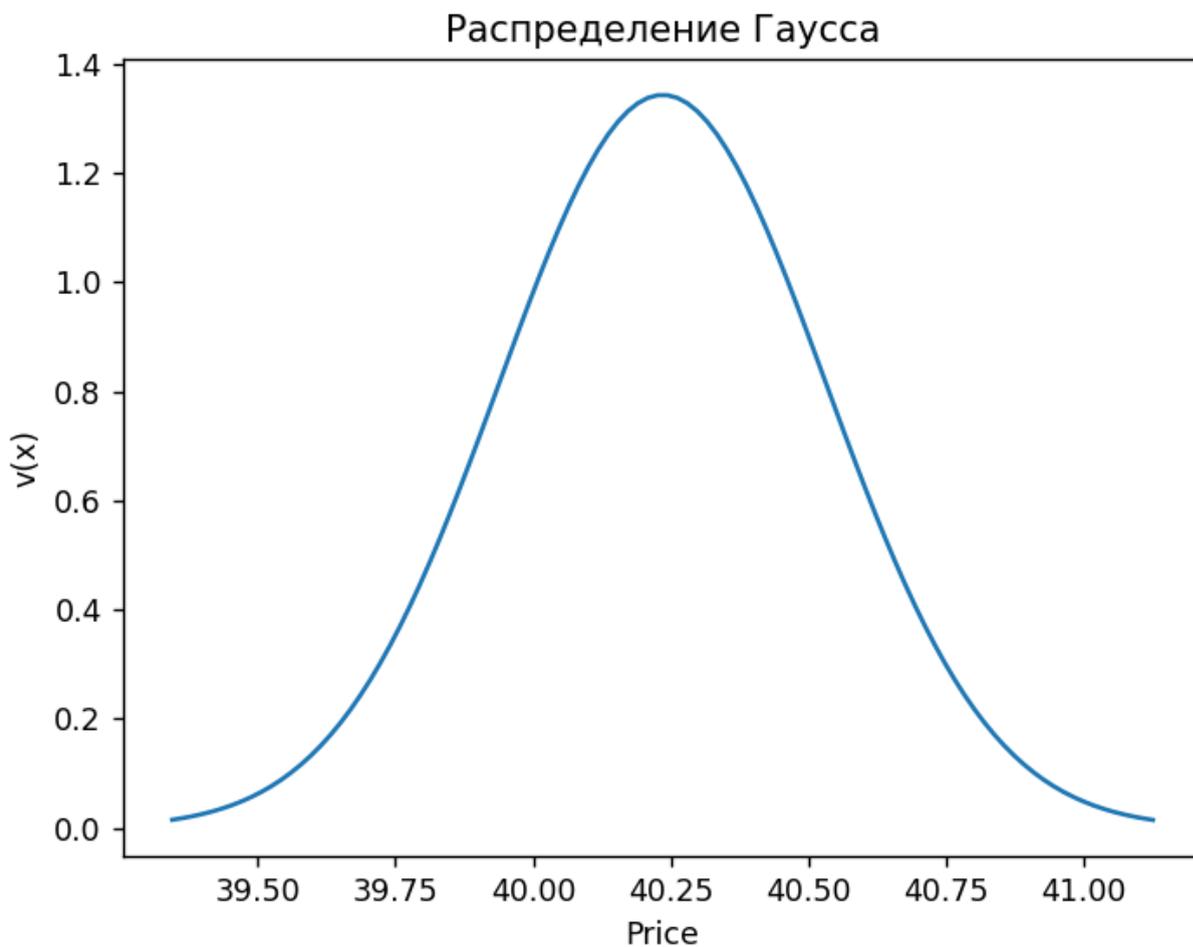


Рисунок 7 - График теоретической кривой для распределения Гаусса.

Построим диаграмму распределения значений исходного временного ряда для оценки применимости этого уравнения. Данный подход позволит выяснить, насколько точно уравнение (7) может описывать конкретный временной ряд.

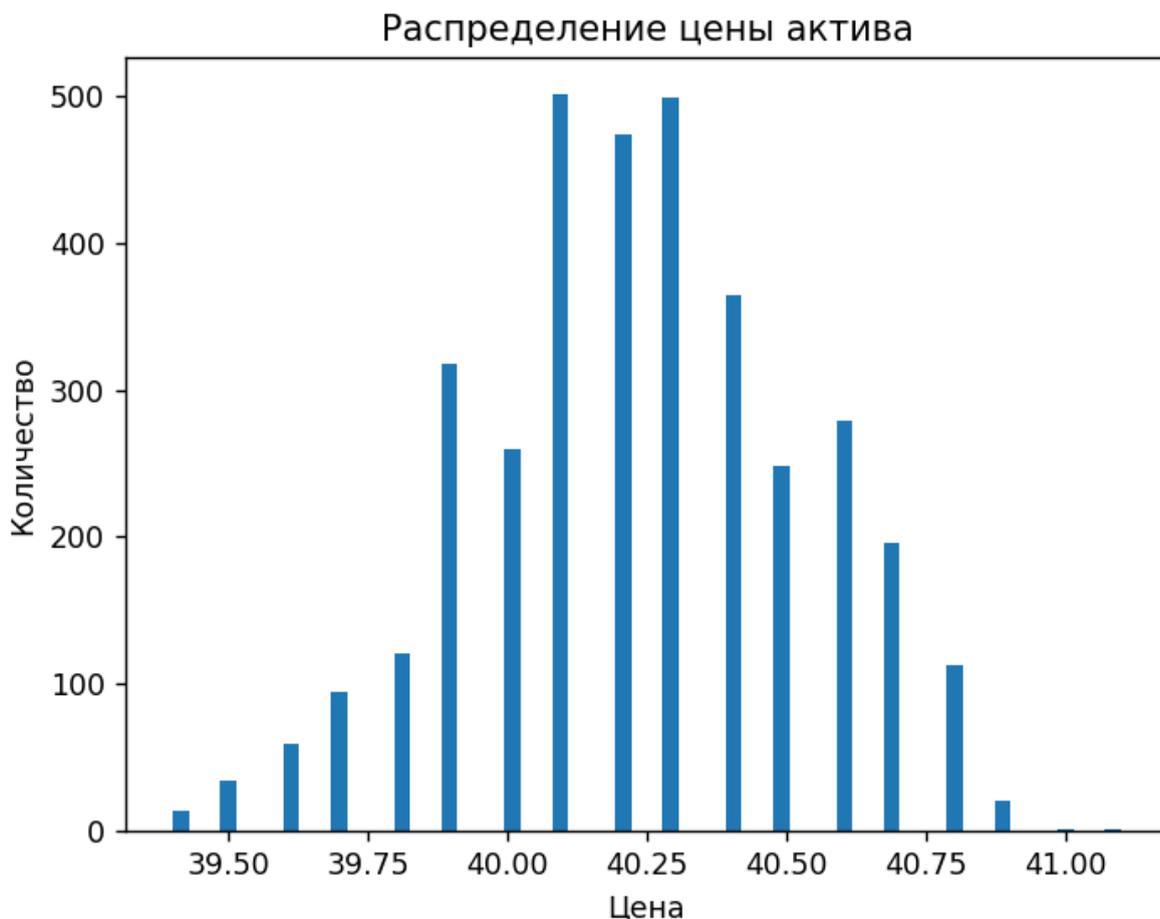


Рисунок 8 - Диаграмма распределения значений исходного временного ряда.

Проведем сравнение между только что полученной диаграммой распределения значений исходного временного ряда и плотностью распределения (Рис. 7). Данное сравнение позволит оценить соответствие полученных данных с теоретической моделью.

При анализе двух различных распределений было выполнено масштабирование путем нормирования на максимальное значение в каждом распределении. Данная процедура позволила привести оба распределения к одинаковой шкале и установить максимальную зависимость в каждом распределении, равную единице [9][10].

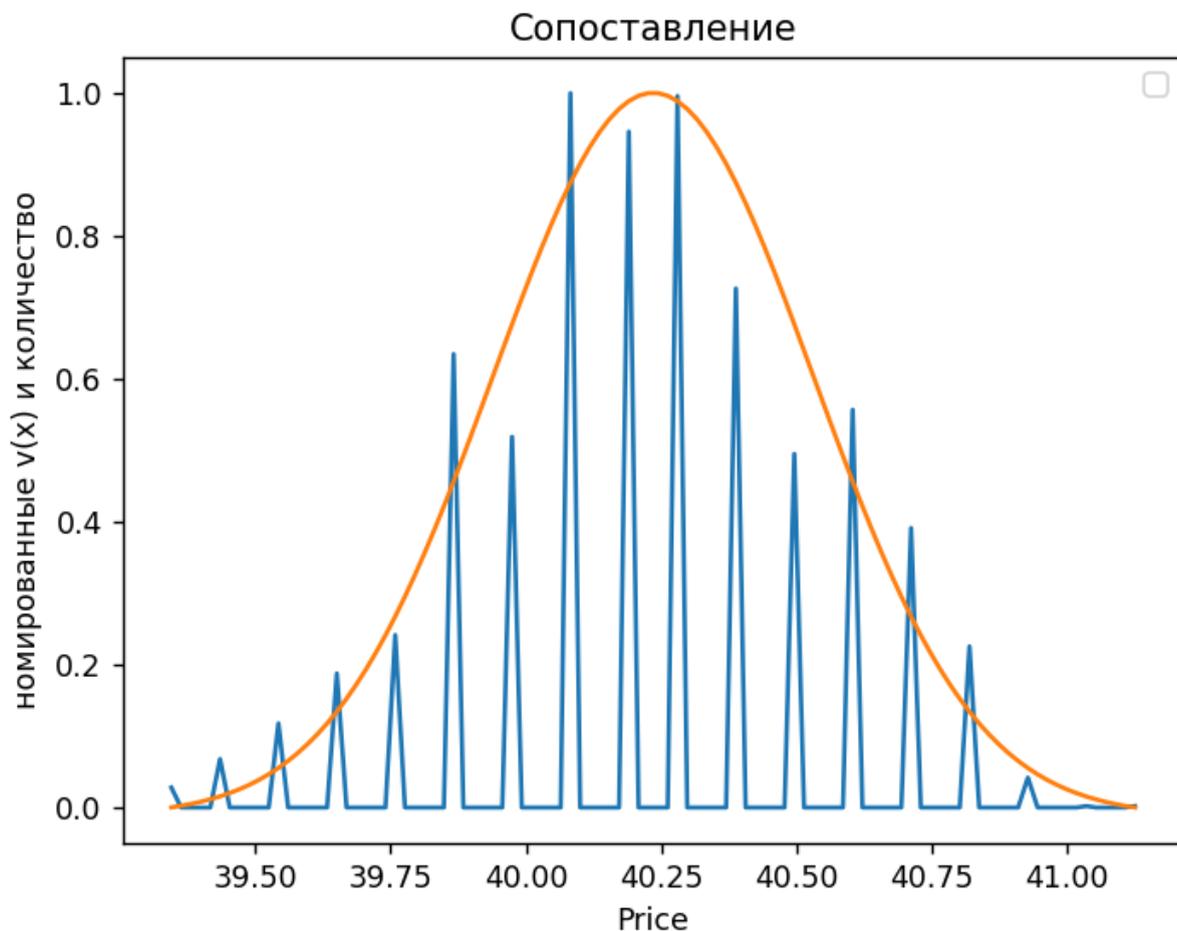


Рисунок 9 - График сопоставления диаграммы распределения значений исходного временного ряда с плотностью распределения значений.

Данный график указывает на то, что дифференциальное уравнение Фоккера-Планка (6) может использоваться как для описания исходного временного ряда курса евро, так и для описания подобных временных рядов.

Заключение

В рамках дипломной работы был проведен анализ временных рядов на основе рынка бинарных опционов. В результате исследования были получены данные о равенстве вероятностей исходов при анализе исходного временного ряда, а также отмечено отсутствие сильного влияния угла наклона линии на результаты, что может быть связано с недостаточной длиной исходного временного ряда.

Более того, было показано, что дифференциальное уравнение Фоккера-Планка представляет эффективный подход к описанию временных рядов данного финансового рынка. В целом, результаты исследования представляют собой важный вклад в углубленное понимание динамики данного рынка и могут быть использованы для принятия более обоснованных финансовых решений.

Список использованных источников

- [1] Котенко А.П. Кузнецова Эконометрика. Временные ряды: учебное издание / Под ред. Литвинова Ю.Н - Издательство Самарского университета - 2016.
- [2] Статья "Теория вероятности в торговле опционами" Ссылка: <https://binium.ru/teoriya-veroyatnosti-v-torgovle-optsiionami/>.
- [3] Маилян А. А. Проблемы и перспективы развития Интернет-торговли в России // Молодой ученый. - 2017.
- [4] Мамаев С.В. Динамика курса как фактор риска валютного рынка // Финансовая аналитика: проблемы и решения. - 2017.
- [5] Мохов А.Е., Рогачев Е.А. Линейная аппроксимация временных рядов с помощью метода наименьших квадратов // Зеркало науки. - 2016.
- [6] Костюков В.С. Анализ временных рядов курса актива на основе методов теории случайных сигналов // Прикладная математика и информатика. - 2016.
- [7] Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Часть 1. Случайные процессы. Учебное пособие для студентов физических специальностей высших учебных заведений. Издание 2-е, переработанное и дополненное. Москва: Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1976.
- [8] Ямщиков Л.Ф. "ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ И ИСПЫТАНИЯХ", учебное электронное текстовое издание, 2007.
- [9] Гергет О.М., Голенков В.В. Анализ методов нормировки разнотипных данных для анализа в экспертных системах медицинской диагностики. Студенческий научный форум - 2015.

- [10] Пьявченко А.Н. Пособие для определения основных характеристик биномиального и связанных с ним распределений вероятностей. Москва: ФГУП НИИ «Восход», 2011.