МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное   
учреждение высшего образования   
«Южный федеральный университет»

Институт математики, механики   
и компьютерных наук им. И. И. Воровича

Денисов Илия Игоревич

РАЗРАБОТКА КРОСС-ПЛАТФОРМЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ АНАЛИЗА ФИНАНСОВЫХ ДАННЫХ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
по направлению подготовки  
02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии,   
направленность программы  
«Разработка мобильных приложений и компьютерных игр»

**Научный руководитель** –   
доц., к. ф.-м. н. Шабас Ирина Николаевна

**Научный консультант** –   
Иванченко Вячеслав Вадимович

**Рецензент** –   
ст. преп. каф. ПМП Пучкин Максим Валентинович

Допущено к защите:  
руководитель   
образовательной программы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Демяненко Я. М.

Ростов-на-Дону – 2025

**Оглавление**

[**Введение** 3](#_Toc197785073)

[**Постановка задачи** 4](#_Toc197785074)

[**1.** **Анализ предметной области** 5](#_Toc197785075)

[**1.1.** **Аналитика финансовых данных** 5](#_Toc197785076)

[**1.1.1.** **Паттерны технического анализа графика финансовых данных** 5](#_Toc197785077)

[**1.1.2.** **Инструменты рисования для выявления паттернов** 7](#_Toc197785078)

[**1.1.3.** **Технические индикаторы** 9](#_Toc197785079)

[**1.1.4.** **Торговые стратегии** 11](#_Toc197785080)

[**1.2.** **Библиотеки для анализа финансовых данных** 12](#_Toc197785081)

[**1.3.** **Анализ технологий для разработки для создания библиотеки анализа финансовых данных** 13](#_Toc197785082)

[**2.** **Проектирование архитектуры библиотеки графических инструментов для анализа финансовых данных** 15](#_Toc197785083)

[**3.** **Имплементация графических инструментов в составе библиотеки** 17](#_Toc197785084)

[**Заключение** 18](#_Toc197785085)

[**Список литературы** 19](#_Toc197785086)

# **Введение**

Анализ финансовых данных всегда представлял предмет повышенного интереса. Эпоха интернета принесла новые возможности в этой области – теперь каждый, имеющий доступ к глобальный сети, может получать актуальные данные бирж, анализировать их и практически моментально принимать решение о покупке или продаже различных активов на этих биржах и рынках. Существует богатый спектр приложений, предоставляющих возможность аналитики финансовых данных с помощью самых разнообразных инструментов, однако лишь малая их часть предоставляет эти инструменты в качестве открытого исходного кода с возможностью дальнейшей интеграции в другие системы в качестве библиотеки.

Данная работа посвящена разработке библиотеки визуальных инструментов анализа финансовых данных. В работе анализируются существующие кроссплатформенные решения и их недостатки, рассматривается архитектура и реализация библиотеки визуальных инструментов для анализа финансовых данных, разработанной на языке TypeScript с использованием библиотеки Lightweight Charts и графического интерфейса Canvas API.

Основу библиотеки составляют инструменты рисования на финансовых графиках, которые позволяют отмечать тренды и паттерны, проводить измерения и прогнозирование, рассчитывать уровни цен. Библиотека предоставляет возможность добавлять на финансовый график более 10 инструментов рисования, а также более 5 индикаторов.

**Постановка задачи**

Целью данной работы является создание кроссплатформенной библиотеки для анализа финансовых данных. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследование предметной области, анализ существующих кроссплатформенных библиотек для анализа финансовых данных.
2. Анализ технологий для создания библиотеки и разработка архитектуры библиотеки.
3. Разработка востребованных сообществом трейдеров инструментов рисования на графиках для анализа финансовых данных и их описание.
4. Создание приложения для демонстрации функционала библиотеки, а также публикация его в сети интернет.
5. **Анализ предметной области**

В данной главе рассматриваются предметная область аналитики финансовых данных и терминология, основные инструменты для анализа данных, описываются существующие библиотеки с инструментами анализа финансовых данных.

* 1. **Аналитика финансовых данных**

В биржевой торговле перед трейдером стоит задача поиска закономерностей, краткосрочных и долгосрочных трендов, прогнозирования движения цены, для выбора подходящего момента продажи или покупки актива.

Существующие торговые платформы предлагают трейдеру широкие возможности для исследования поведения актива. В их число входит:

1. Визуальный анализ с помощью добавления на график актива инструментов рисования для выявления паттернов.
2. Визуальный анализ с использованием технических индикаторов.
3. Создание и тестирование торговых стратегий на исторических данных актива с целью выявления оптимальных условий для покупки или продажи актива в будущем.

В последующих главах рассматриваются приведённые выше типы инструментов.

* + 1. **Паттерны технического анализа графика финансовых данных**

В финансовом анализе паттерном (от англ. pattern — модель, образец) называют устойчивые повторяющиеся сочетания данных цены, объёма или индикаторов. Анализ паттернов основывается на одной из аксиом технического анализа: «история повторяется» — считается, что повторяющиеся комбинации данных приводят к аналогичному результату [3].

Паттерны можно разделить на три основных категории:

* Неопределённые (могут вести и к продолжению, и к смене текущего тренда).
* Паттерны продолжения текущего тренда.
* Паттерны смены существующего тренда.

Паттерны определяются визуально на графике. Их обнаружению помогает использование различных инструментов рисования, специализированных под задачи обнаружения паттернов.

Ниже на приведён пример одного из паттернов «Бычий флаг» (от англ. Bullish flag) (рис. 1):



Рис. 1. Паттерн «Бычий флаг»

График на рис. 1 ограничен двумя отрезками, которые называются линия тренда (от англ. Trend line). Согласно теории паттернов, график цены актива, вошедший в состояние колебания между двумя параллельными отрезками из состояния роста/падения, наиболее вероятно продолжится в направлении роста/падения соответственно. Таким образом, на основе этого паттерна трейдер может получить прогноз о дальнейшей динамике цены.

На рис. 2 представлены основные паттерны в техническом анализе:

A chart of a bearish wedge pattern

AI-generated content may be incorrect.

Рис. 2. Основные паттерны технического анализа

Прикладная значимость паттернов в теории технического анализа определяется эмпирически.

* + 1. **Инструменты рисования для выявления паттернов**

Как можно заметить, на рис. 2 для идентификации паттернов используются такие инструменты рисования, как линии тренда. Среди трейдеров популярны и многие другие инструменты рисования:

* Линии:
  + Луч
  + Горизонтальная линия
  + Вертикальная линия
  + Параллельный канал
  + Тренд регрессии
  + Виллы
* Инструменты Фибоначчи
  + Каналы по Фибоначчи
  + Коррекция по Фибоначчи
  + Клин по Фибоначчи
  + Спираль по Фибоначчи
  + Временные периоды по Фибоначчи
* Инструменты Ганна
  + Коробка Ганна
  + Веер Ганна
* Паттерны
  + Паттерн XABCD
  + Паттерн ABCD
  + Паттерн «Голова и плечи»,
  + Паттерн «Треугольник».
* Фигуры
  + Прямоугольник
  + Треугольник
  + Ломанная линия
  + Дуга
  + Эллипс
  + Кривая

Инструменты рисования добавляются на чарт таким образом, чтобы точки, по которым они строятся, находились на значениях цены актива. На рис. 3 представлены добавленные инструменты рисования на графике в трейдинговой платформе TradingView [4] (слева-направо: прямоугольник, ломанная линия, кривая, коррекция по Фибоначчи, клин по Фибоначчи):



Рис. 3. Инструменты рисования

Данные инструменты позволяют редактировать свой стиль, местоположение точек на графике, форму и другие параметры при их наличии.

* + 1. **Технические индикаторы**

В финансовом анализе технический индикатор — это математический расчет, основанный на исторической цене, объеме или (в случае фьючерсных контрактов) информации об открытом интересе, целью которого является прогнозирование направления финансового рынка [4].

Технические индикаторы являются важной частью анализа финансовых данных и обычно визуально отображаются на графике рядом с основным графиком цены актива, предоставляя трейдеру информация о возможном направлении тренда в будущем, объёме текущей торговле, а также о многих другие важных показателях (рис. 4).



Рис. 4. График, на котором совмещены графики цены с графиком стохастического осциллятора.

Существует два основных типа технических индикаторов [5]:

* Индикаторы наложения, которые используют тот же масштаб, что и цены, наносятся поверх цен на графике актива. Примерами являются скользящие средние и полосы Боллинджера.
* Осцилляторы, которые колеблются между локальным минимумом и максимумом, наносятся выше или ниже графика цен. Примерами являются стохастический осциллятор (рис. 4) или RSI (RSI от англ. relative strength index — индекс относительной силы).

Наиболее популярными индикаторами являются:

* RSI.
* MACD (MACD от англ. moving average convergence divergence — схождение/расхождение скользящих средних).
* Линии Боллинджера.
* Уровни Фибоначчи.
* Средний истинный диапазон.
* Стохастический осцилятор.
* Индикатор Ишимоку.
* Профиль объёма.
  + 1. **Торговые стратегии**

Многие современные приложения для анализы финансовых данных предлагают также возможность создавать алгоритмические стратегии торговли. Это означает, что трейдер может в виде скриптового кода описать, при каких условиях нужно совершать покупки/продажи активов. В данной работе не описывается детали имплементации таких скриптовых систем, однако необходимо заметить, что подбор параметров для вышеупомянутых скриптовых программ автоматической торговли, выполняемый не в реальном времени с реальными сделками на бирже, а симулируя сделки на исторических данных, можно смело отнести к одному из способов анализа финансовых данных. На листинге 1 приведён пример кода для автоматической торговли на языке PineScript [6]:

Листинг 1

strategy("MA Strategy", overlay=true)

ma = ta.sma(close, 10)

plot(ma)

strategy.entry("Buy", strategy.long, when=close > ma)

strategy.close("Buy", when=close < ma)

* 1. **Библиотеки для анализа финансовых данных**

В данной главе описываются существующие библиотеки с инструментами анализа финансовых данных.

В результате исследования были выделены несколько библиотек:

1. Lightweight Charts [7]

Библиотека от компании TradingView, предоставляющая API для создания графиков и добавления на сторонних данных для заполнения. Библиотека реализована на языках Typescript. Имеет открытый исходный код и распространяется по лицензии Apache 2.0, что позволяет использовать ее в любой сфере при условии упоминания ее происхождения. Данная библиотека не предоставляет инструментов анализа, однако может послужить основной для создания подобных инструментов.

1. Plotty [8]

Данная библиотека имеет сразу на нескольких языках программирования: Python, R, JavaScript, Julia, MATLAB. Plotty имеет широкий функционал и поддерживает отрисовку финансовых графиков, нескольких видов японских свечей, диаграмм, некоторых специфических индикаторов, Библиотека распространяется по лицензии MIT, что позволяет свободно ее свободно модифицировать и переиспользовать в любых приложениях. К недостаткам библиотеки можно отнести недостаточную стилизируемость графика, отсутствие API для рисования на некоторых частях графика, таких как оси абсцисс и ординат, язык библиотеки – JavaScript, который более нестабилен в сравнении с TypeScript и хуже зарекомендовал себя в больших проектах.

1. Go-chart [9]

Библиотека Go-Chart реализована на языке Go и предоставляет API для рисования графиков и некоторых графических примитивов. Результат рисования сохраняется в формате SVG, что является неоптимальным в ситуации постоянного обновления графика. Более того, библиотека не поддерживается с 2024 года, что крайне снижает ее стабильность в будущем. Как и библиотека Plotty, Go-Chart распространяется по лицензии MIT.

1. TA-Lib [10]

TA-Lib – библиотека для технического анализа без графического интерфейса, имплементированная на C++ и Python. Она реализует более 200 функций расчёта различных индикаторов. Распространяется по лицензии BSD. К недостаткам библиотеки можно отнести необходимость интеграции с другим приложением, реализующим визуализацию. С точки зрения производительности лучше всего было бы реализовать такое приложение так же на С++, однако стоит сказать, что данная технология имеет высокий порог вхождения и время разработки на ней порой кратно выше, чем у других технологий.

* 1. **Анализ технологий для разработки для создания библиотеки анализа финансовых данных**

Для анализа финансовых данных необходимо выбрать такой набор технологий разработки, благодаря которому можно разработать кроссплатформенную, легко интегрируемую и современную библиотеку. При анализе существующих библиотек было выяснено, что одними из самых востребованных технологий сегодня являются веб-технологии. Использование веб-приложений не требует установки и доступно из любого современного браузера. К тому же, разработка, отладка и тестирование таких приложений выполняется быстрее и проще. Однако одним из главных существенных недостатков веб-технологий является их быстродействие, так как используемые тут языки – интерпретируемые. Очевидно, что они всегда будут уступать по быстродействию компилируемым языкам.

При исследовании библиотек, описанных выше, было установлено, что практически ни одна из них не предоставляет реализованных инструментов рисования для выявления паттернов технического анализа, описанных в главе 1.1.1. Поэтому было принято решение использовать библиотеку Lightweight Charts [7] для рендеринга графика актива и на ее базе реализовать основные инструменты рисования и некоторые технические индикаторы. Данная библиотека имеет гибкое API, визуально привлекательна, имеет вес всего 35 килобайт. Следствием такого выбора является использование веб-технологий, а именно языков TypeScript и технологии Vue для создания демонстрационного приложения. В качестве системы контроля версий был выбран Git, а в качестве среда разработки – Visual Studio Code.

TypeScript – интерпретируемый язык программирования, являющийся расширением языка JavaScript. Он привносит поддержку типов и вместе с этим позволяет исключить многие ошибки, которые связаны с использованием неправильных типов, ещё на этапе разработки и компиляции. Также благодаря поддержке типов, код, написанный на TypeScript, может анализироваться средой разработки, автоматически генерировать документацию и давать подсказки.

Vue — это прогрессивный JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом, предназначенный для построения пользовательских интерфейсов и одностраничных приложений (SPA). Vue ориентирован на плавную адаптацию, позволяя использовать его как библиотеку для создания отдельных виджетов, так и как полноценный фреймворк с широким набором инструментов.

1. **Проектирование архитектуры библиотеки графических инструментов для анализа финансовых данных**

Исходя из проведённого исследования, был определено ряд технических требований к разрабатываемой библиотеке:

1. Библиотека должна быть реализована на языке TypeScript с использованием фреймворка Vue.
2. Библиотека должна предоставлять следующие важные инструменты для поиска паттернов технического анализа:

Инструменты рисования:

* Прямоугольник
* Треугольник
* Линия тренда
* Горизонтальная линия
* Ломанная линия
* Спираль по Фибоначчи
* Клин по Фибоначчи
* Коррекция по Фибоначчи
* Кривая

Должна быть реализована возможность добавления инструментов рисования на график и их перетаскивания на другую часть графика в будущем при желании.

Технические индикаторы:

* Линии Боллинджера
* Скользящее среднее

1. Данные для построения графика должны быть получены по протоколу REST API из общедоступного API Binance.
2. Разработанная библиотека должна быть интегрирована в тестовое приложение и опубликована в интернете.

**Описание интерфейса и зависимостей библиотеки**

1. **Имплементация графических инструментов в составе библиотеки**

# **Заключение**

В рамках данной квалификационной работы была спроектирована, разработана и опубликована библиотека для анализа финансовых данных.

# **Список литературы**

1. Кластерный анализ в трейдинге – URL: https://www.finam.ru/publications/item/klasternyy-analiz-v-treydinge-20240522-1223/#title0 (дата обращения 15.05.2025)
2. Turner T., Nison S. A Beginner's Guide to Short-Term Trading. – Adams Media, 2002.
3. Платформа TradingView – URL: https://tradingview.com/ (дата обращения 15.05.2025)
4. Murphy J. J. Technical analysis of the financial markets: A comprehensive guide to trading methods and applications. – Penguin, 1999.
5. Куликов Л. А. Форекс для начинающих. Справочник биржевого спекулянта //СПб.: Питер–2006.–384 с. – 2006.
6. Документация языка PineScript – URL: https://www.tradingview.com/pine-script-docs/ (дата обращения 15.05.2025)
7. Документация библиотеки Lightweight Charts – URL: https://tradingview.github.io/lightweight-charts/ (дата обращения 15.05.2025)
8. Библиотека Plotty – URL: https://plotly.com/graphing-libraries/ (дата обращения 15.05.2025)
9. Библиотека Go-Chart – URL: https://github.com/wcharczuk/go-chart (дата обращения 15.05.2025)
10. Библиотека TA-Lib – URL: https://github.com/TA-Lib/ta-lib (дата обращения 15.05.2025)
11. Документация Canvas API – URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas\_API (дата обращения 15.05.2025)
12. Документация Typescript – URL: https://www.typescriptlang.org/docs/ (дата обращения 15.05.2025)
13. **Приложения 1. Диаграмма архитектуры библиотеки**