

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической экономики

**Разработка и программная реализация стратегии инвестиций в  
ценные бумаги российских компаний розничной торговли**

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студента \_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ 247 \_\_\_\_\_ группы

направления \_\_\_\_\_ 09.04.03 – Прикладная информатика \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ механико-математического факультета \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Калачева Сергея Олеговича \_\_\_\_\_

Научный руководитель

\_\_\_\_\_ доцент, к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ И.Ю.Выгодчикова \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., профессор \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ С.И. Дудов \_\_\_\_\_

Саратов 2019

## **Введение**

**Целью** выпускной квалификационной работы является разработка и компьютерная реализация метода принятия решений о сделках с акциями на основе трёх индикаторов технического анализа, позволяющего повысить эффективность торговли.

Цель является актуальной так как не существует универсальной стратегии принятия решений или некоего алгоритма, пользуясь которым можно всегда рассчитывать на прибыль. Тем не менее существует множество инструментов, алгоритмов, стратегий, пользуясь которыми можно максимально увеличить вероятность успешной сделки и чем больше таких решений предложено, чем больше арсенал инвестора – тем больше шансов научиться предсказывать поведение рынка, совершать прибыльные сделки. Более того, имея программные решения, которые инвестор может использовать под свои нужды, расширяя и дополняя их, инвестор увеличивает свою эффективность при принятии решений.

Для достижения цели в работе ставятся следующие **задачи**:

- Анализ российского фондового рынка;
- Анализа существующих индикаторов фондового рынка;
- Описание и разработка алгоритма принятия решений с использованием полезного сигнала на основании логической обработки сигналов по трём индикаторам;
- Применение алгоритма для акций торговой компании;
- Выбор инструментария для программирования предложенного алгоритма;
- Программирование предложенного алгоритма.

Работа состоит из четырех глав. В первой главе «Технический анализ фондового рынка на основе индикаторов торговли» приводится информация

о структуре российского фондового рынка, торговых платформах, аналитике и индикаторах фондового рынка. Вторая глава «Принятие решений на фондовом рынке» содержит информацию о скользящих средних, стратегиях торговли, описание осциллятора ROC и трендового осциллятора MACD. В третьей главе речь идет о алгоритме принятия решений с использованием полезного сигнала на основании логической обработки сигналов по трём индикаторам, а так же представлен вычислительный эксперимент проведённый для акций компании «Магнит». В четвертой, завершающей главе, приводится информация о программировании предложенного алгоритма, выборе инструментария, сравнении доступных альтернатив для реализации алгоритма а так же описание логики программы, возможностях программы и планах развития.

### **Основное содержание работы**

На сегодняшний день одной из важнейших сфер человеческой жизни является рынок, и, в частности, рынок ценных бумаг. Данный тип рынка может вызывать интерес по нескольким причинам, но хотелось бы сконцентрировать внимание лишь только на одной из них – умение быть грамотным участником рынка. Для этого нужно понимать природу рынка, уметь анализировать, прогнозировать и видеть возможные переходы состояний рынка. По той причине, что в нашу эпоху время играет ключевую роль – очень важно уметь анализировать и прогнозировать максимально быстро. В идеале, автоматизировать процесс сбора информации, её анализа и прогнозирования и объединить в одну задачу, которая может быть выполнена на любом устройстве, будь то компьютер или мобильный телефон.

Но, прежде чем перейти к автоматизации и программированию нужно определиться с индикаторами, которые буду использоваться для достижения цели. Грамотно разработав стратегию торговли, используя различные инструменты технического анализа, такие как индикаторы (например, SMA, EMA) и осцилляторы (например, ROC), можно добиться успеха и получить высокий доход. Для этого нужно модернизировать стратегии, известные другим участникам торговли.

При выработке стратегии торгового решения в работе применены следующие индикаторы.

1. Индикатор SMA (Simple Moving Average) периода  $n$ :

$$SMA_t = \sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i},$$

где  $SMA_t$  – значение простого скользящего среднего в точке  $t$ ,  $n$  – количество значений для расчёта скользящего среднего,  $P_t$  – цена акций в период  $t$ .

2. Индикатор EMA (Exponential Moving Average) периода  $n$ :

$$EMA_t = \alpha p_t + (1 - \alpha)EMA_{t-1}, \quad EMA_1 = p_1, \quad \alpha = 2/(n + 1),$$

где  $EMA_t$  – значение экспоненциального скользящего среднего в точке  $t$ ,  $\alpha$  – весовой коэффициент.

3. Индикатор ROC (Rate of Change) периода  $n$ :

$$ROC_t = (p_t - p_{t-n}) / p_{t-n}.$$

Опыты проводились на данных торговли акциями компании «Магнит» за разные промежутки времени и с разными периодами. После этого анализировались прибыли (убытки) по совершенным сделкам. Наиболее высокая прибыль (в среднем по трём индикаторам) была получена при использовании периода сглаживания  $n=5$ . Этот период используется для работы метода.

Метод торговли акциями:

Метод торговли акциями компании состоит в следующей последовательности процедур. Сначала вырабатываются сигналы по отдельным индикаторам. Нами был разработан следующий подход.

Шаг 1. Вычислить индикатор SMA и определить сигналы. Если после восходящей тенденции (рост SMA) цена закрытия ниже SMA, то генерируется сигнал – продавать. Если после снижения SMA цена поднимается выше SMA, то генерируется сигнал – покупать.

Шаг 2. Вычислить индикатор EMA и определить сигналы. Если значение индикатора EMA падает, цена закрытия поднимается выше значения индикатора, то формируем сигнал на покупку, если EMA растёт, цена закрытия ниже EMA, то формируется сигнал на продажу.

Шаг 3. Вычислить индикатор ROC и определить сигналы. Если знак ROC изменился с «-» на «+», получен сигнал на покупку. Если знак ROC изменился с «+» на «-», получен сигнал на продажу.

Метод получения полезного (интегрального) сигнала:

1. Если выработан хотя бы один сигнал на покупку, и нет противоречивых сигналов (на продажу), то совершается покупка.
2. Если выработан хотя бы один сигнал на продажу, и нет противоречивых сигналов (на покупку), то совершается продажа.
3. Если сигналы противоречивы (или отсутствуют, а также, если получен сигнал «купить», однако у инвестора нет денежных средств, достаточных для покупки акций, или же получен сигнал «продать», однако у инвестора нет акций), сделка не совершается.

Вычислительный эксперимент:

Вычислительный эксперимент выполнен на основе данных торговли

акциями компании «Магнит» за период 04.01.2016 – 10.03.2016, при этом принято допущение о том, что (в случае получения сигнала о покупке или продаже акций), инвестор выполняет последнюю сделку за каждый период, в связи, с чем расчёты проведены по ценам закрытия торгов. Исходный капитал инвестора составляет 150 тыс. рублей. В таблице представлены выработанные сигналы и решения о сделках по предложенному авторами алгоритму за период с 04.01.2016 по 10.03.2016.

Таблица 1 - Результат торгового решения для акций «Магнит» за период 04.01.2016 - 10.03.2016

| Дата              | Цена закрытия | SMA 5   | EMA 5   | ROC 5   | Сигнал SMA                                 | Сигнал EMA    | Сигнал ROC             | Интегральный сигнал | Примечание             |
|-------------------|---------------|---------|---------|---------|--|---------------|------------------------|---------------------|------------------------|
| <b>04.01.2016</b> |               |         |         |         |  |               |                        |                     | <b>Начало анализа</b>  |
| 06.01.2016        | 11320         |         | 11347,1 |         |  |               |                        |                     |                        |
| 11.01.2016        | 10667         |         | 11120,4 |         |  |               |                        |                     |                        |
| 12.01.2016        | 10367         | 11175,8 | 10869,3 |         |  |               |                        |                     |                        |
| 13.01.2016        | 10352         | 10811,2 | 10696,8 | -0,0892 |  |               |                        |                     |                        |
|                   |               |         |         |         | <b>150000</b>                              | <b>150000</b> | <b>150000</b>          | <b>150000</b>       | <b>Начало торговли</b> |
| 14.01.2016        | 10230         | 10587,2 | 10541,2 | -0,0987 |  |               |                        |                     |                        |
| 15.01.2016        | 9640          | 10251,2 | 10240,8 | -0,1484 |  |               |                        |                     |                        |
| 18.01.2016        | 9940          | 10105,8 | 10140,5 | -0,0682 |  |               |                        |                     |                        |
| 19.01.2016        | 10427         | 10117,8 | 10236,0 | 0,0058  |  |               | Покупка (с "-" на "+") | Покупка             |                        |
| 20.01.2016        | 10350         | 10117,4 | 10274,0 | -0,0002 | Покупка (снижение SMA, цена превысила SMA) |               | Продажа (с "+" на "-") |                     |                        |
| 21.01.2016        | 10850         | 10241,4 | 10466,0 | 0,0606  |  |               | Покупка                |                     |                        |
| 22.01.2016        | 11050         | 10523,4 | 10660,7 | 0,1463  |  |               |                        |                     |                        |
| 25.01.2016        | 11042         | 10743,8 | 10787,8 | 0,1109  |  |               |                        |                     |                        |
| 26.01.2016        | 10975         | 10853,4 | 10850,2 | 0,0526  |  |               |                        |                     |                        |
| 27.01.2016        | 11285         | 11040,4 | 10995,1 | 0,0903  |  |               |                        |                     |                        |
| 28.01.2016        | 11485         | 11167,4 | 11158,4 | 0,0585  |  |               |                        |                     |                        |
| 29.01.2016        | 11500         | 11257,4 | 11272,3 | 0,0407  |  |               |                        |                     |                        |
| 01.02.2016        | 11270         | 11303   | 11271,5 | 0,0206  | Продажа (рост SMA, цена ниже SMA)          |               |                        | Продажа             |                        |
| 02.02.2016        | 11150         | 11338   | 11231,0 | 0,0159  |  |               |                        |                     |                        |
| 03.02.2016        | 10955         | 11272   | 11139,0 | -0,0292 |  |               | Продажа                |                     |                        |
| 04.02.2016        | 10889         | 11152,8 | 11055,7 | -0,0519 |  |               |                        |                     |                        |

| <b>04.02.2016</b> | <b>10889</b> |         |         |         | <b>157780</b> | <b>150000</b>                                     | <b>150287</b> | <b>161802</b> | <i>Промежуточный капитал</i> |
|-------------------|--------------|---------|---------|---------|---------------|---|---------------|---------------|------------------------------|
| 05.02.2016        | 10765        | 11005,8 | 10958,8 | -0,0639 |               |   |               |               |                              |
| 08.02.2016        | 10450        | 10841,8 | 10789,2 | -0,0728 |               |   |               |               |                              |
| 09.02.2016        | 10103        | 10632,4 | 10560,5 | -0,0939 |               |   |               |               |                              |
| 10.02.2016        | 10070        | 10455,4 | 10397,0 | -0,0808 |               |   |               |               |                              |
| 11.02.2016        | 10143        | 10306,2 | 10312,3 | -0,0685 |               |   |               |               |                              |
| 12.02.2016        | 10000        | 10153,2 | 10208,2 | -0,0711 |               |   |               |               |                              |
| 15.02.2016        | 9920         | 10047,2 | 10112,1 | -0,0507 |               |   |               |               |                              |
| 16.02.2016        | 9900         | 10006,6 | 10041,4 | -0,0201 |               |   |               |               |                              |
| 17.02.2016        | 10000        | 9992,6  | 10027,6 | -0,0070 | Покупка       |   |               | Покупка       |                              |
| 18.02.2016        | 10318        | 10027,6 | 10124,4 | 0,0173  |               |   | Покупка       |               |                              |
| 19.02.2016        | 10354        | 10098,4 | 10200,9 | 0,0354  |               |   |               |               |                              |
| 20.02.2016        | 10346        | 10183,6 | 10249,3 | 0,0429  |               |   |               |               |                              |
| 22.02.2016        | 10655        | 10334,6 | 10384,5 | 0,0763  |               |   |               |               |                              |
| 24.02.2016        | 10475        | 10429,6 | 10414,7 | 0,0475  |               |   |               |               |                              |
| 25.02.2016        | 10530        | 10472   | 10453,1 | 0,0205  |               |   |               |               |                              |
| 26.02.2016        | 10589        | 10519   | 10498,4 | 0,0227  |               |   |               |               |                              |
| 29.02.2016        | 10648        | 10579,4 | 10548,3 | 0,0292  |               |   |               |               |                              |
| 01.03.2016        | 10592        | 10566,8 | 10562,9 | -0,0059 |               |   | Продажа       | Продажа       |                              |
| 02.03.2016        | 10695        | 10610,8 | 10606,9 | 0,0210  |               |   | Покупка       | Покупка       |                              |
| 03.03.2016        | 10715        | 10647,8 | 10642,9 | 0,0176  |               |   |               |               |                              |
| 04.03.2016        | 10668        | 10663,6 | 10651,3 | 0,0075  |               |   |               |               |                              |
| 07.03.2016        | 10715        | 10677   | 10672,5 | 0,0063  |               |   |               |               |                              |
| 09.03.2016        | 10700        | 10698,6 | 10681,7 | 0,0102  |               |   |               |               |                              |
| 10.03.2016        | 10900        | 10555,2 | 10754,5 | 0,0192  |               | Покупка<br>(снижение<br>ЕМА, цена<br>выше<br>ЕМА) |               |               |                              |
| <b>10.03.2016</b> | <b>10900</b> |         |         |         | <b>171280</b> | <b>150000</b>                                     | <b>156993</b> | <b>173757</b> | <i>Итоговый капитал</i>      |

Торгуя по интегральному методу, инвестор получит 173757 руб., его прибыль составит 23757 руб.

#### Программирование предложенного решения:

Изначально для программирования предложенного решения выбор был остановлен на макросе Visual Basic для Excel. Макрос был реализован. Походу его реализации мы столкнулись с несколькими проблемами. Проблем стало больше, когда коллега по месту учебы попросил сам макрос, чтобы запустить его на своем компьютере и опробовать в действии. Далее следует

список причин, по которым было принято решение переписать макрос и использовать add-in для Excel.

- Add-in может быть написан на популярном языке JavaScript и с применением известных фреймворков.
- Add-in имеет значительно больше возможностей в плане доступа к excel документу.
- Add-in способен посылать HTTP запросы, что делает возможным написание собственного back-end и работу с ним.
- Add-in имеет собственное окно в документе excel а так же имеет собственные значки на панели задач что значительно улучшает user experience.
- Add-in позволяет разработать локализацию. Стоит отметить что было решено использовать английский язык как основной язык приложения. Впоследствии можно добавить русский язык.
- При помощи add-in можно разработать надежную архитектуру с грамотной обработкой ошибок.
- Add-in имеет так называемые «Наборы обязательных элементов API JavaScript для Excel», что позволяет гибко разработать add-in для работы с разными версиями excel. Например, если какие-либо функции не поддерживаются версией excel, которая установлена у пользователя то можно уведомить его об этом и дать дальнейшие инструкции. Используя макрос такое поведение невозможно. Иными словами, add-in не привязан к конкретной версии excel.
- Add-in может быть покрыт различными тестами что позволяет поддерживать качество продукта на высоком уровне.

- Add-in может быть опубликован на платной или бесплатной основе в нескольких источниках, в которых впоследствии пользователи смогут скачать и использовать add-in. Add-in работает через протокол https и имеет возможность настройки доверенных сертификатов что делает его использование максимально безопасным. По сравнению с макросом пользователю не нужно ломать голову над тем, как установить и начать использовать add-in.

И это только основные плюсы надстройки по отношению к макросу. На самом деле плюсов намного больше.

Детали реализации:

В качестве инструментария было принято решение использовать язык Javascript. Так как add-in работает в специальном браузерном контейнере, то язык JavaScript является наиболее близким к этой среде. После этого было принято решение использовать библиотеку React. Решение основано на том, что у библиотеки быстрый порог вхождения и в то же время библиотека позволяет писать приложение быстро. React используется для написания SPA приложений что так же хорошо отражается на user experience т.к. страница не перезагружается. Далее был использован специальный генератор структуры приложения Yeoman. После того как структура была сгенерирована мы приступили к написанию нашего add-in.

Результаты работа над Add-in:

Add-in запускается специальным значком на панели задач, как показано на рисунке 1.

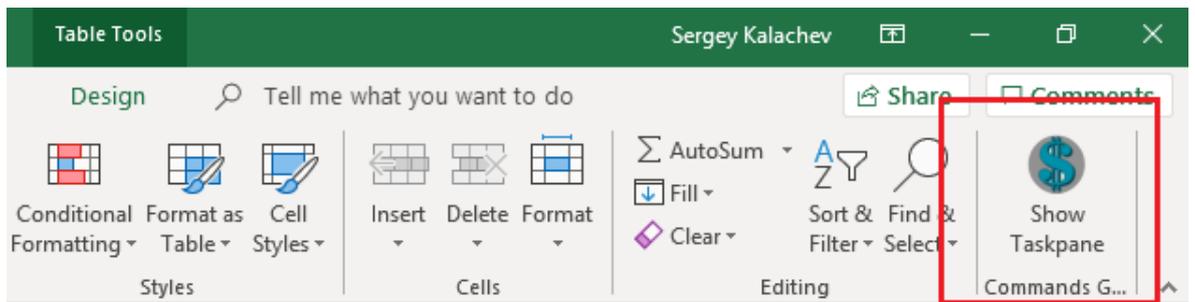


Рисунок 1 – иконка add-in на панели задач

Сам add-in выглядит следующим образом (рисунок 2).

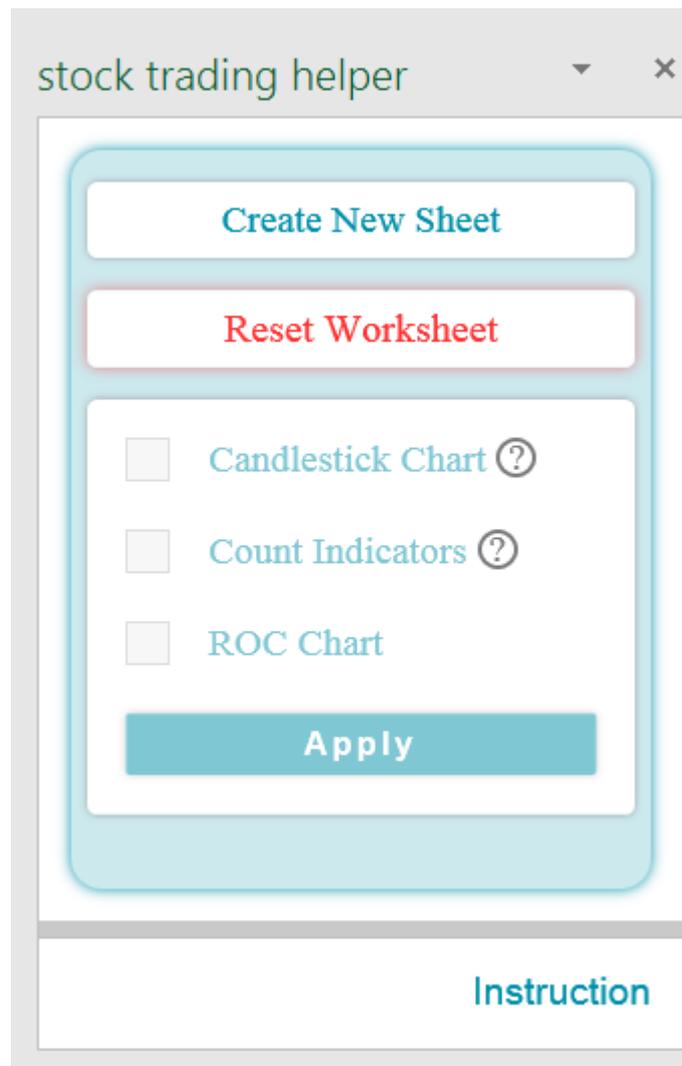


Рисунок 2 – пользовательский интерфейс add-in

В самом начале работы пользователя с add-in, для упрощения, была разработана опция «Create New Sheet» которая создает лист excel, подготавливая его для работы с данными пользователя (рисунок 3).

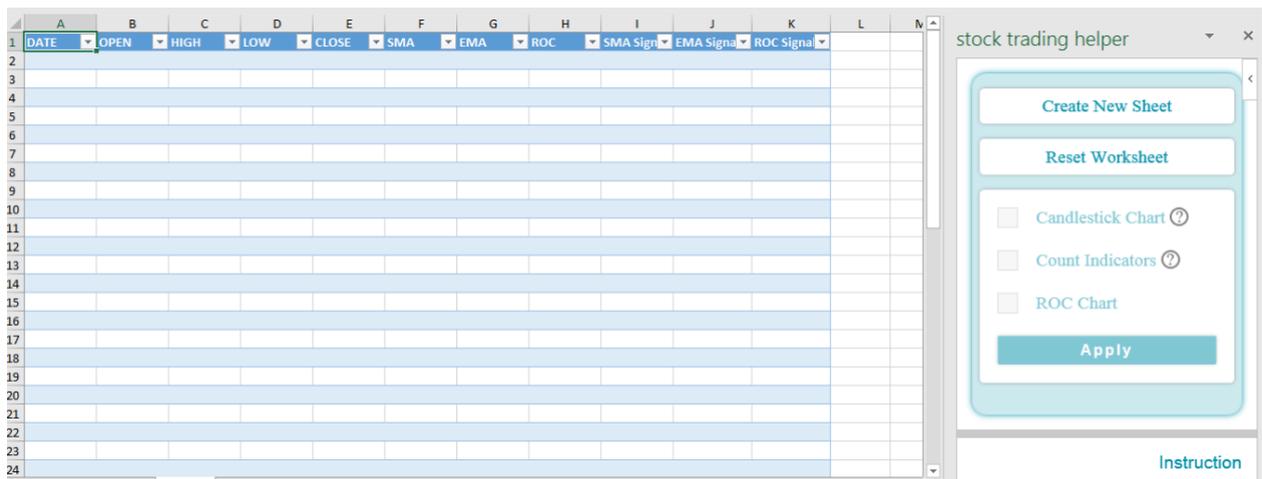


Рисунок 3 – Подготовленный лист для работы

После этого пользователю остается вставить данные торгов в сгенерированную таблицу. После того как таблица готова и содержит данные для анализа пользователь может выбрать конкретную область для работы. После того как пользователь выделяет нужную ему область add-in автоматически реагирует и делает доступные опции активными (рисунок 4). Чтобы сделать опцию активной, со стороны пользователя должны быть соблюдены некоторые условия. Для этого были добавлены специальные иконки с подсказками, изображенные на рисунке 4. Чтобы увидеть подсказку пользователю нужно навести курсор мыши на знак вопроса.

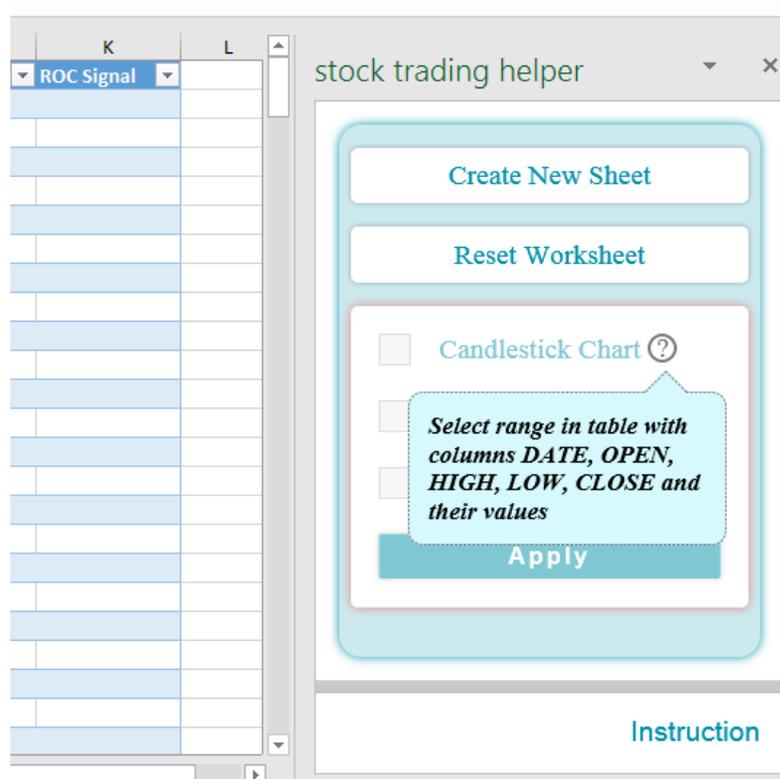


Рисунок 4 – Подсказки для активации опций

После того как условия выполнены – опции становятся активными. Например, на рисунке 5 показано выделение области в таблице что делает опцию «Candlestick Chart» активной.

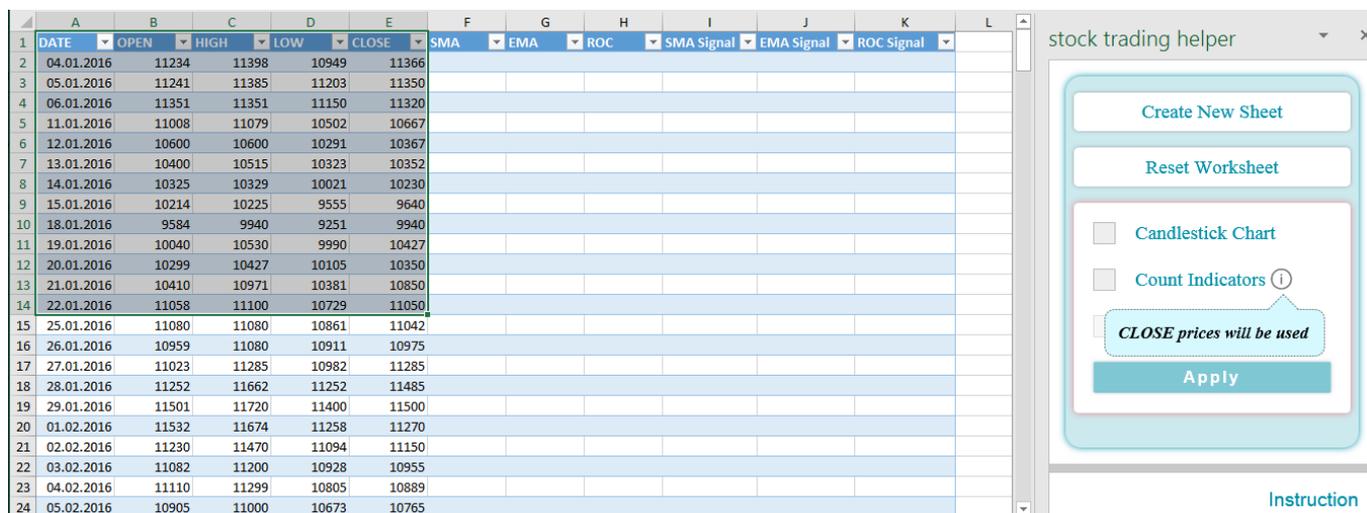


Рисунок 5 – Выделение области для активации опций

В программе создана специальная страница с анимированными изображениями для ознакомления пользователя с работой приложения. Данная страница доступна при нажатии на кнопку «Instruction». Страница описывает основные возможности приложения. На рисунке 6 показан вид страницы.

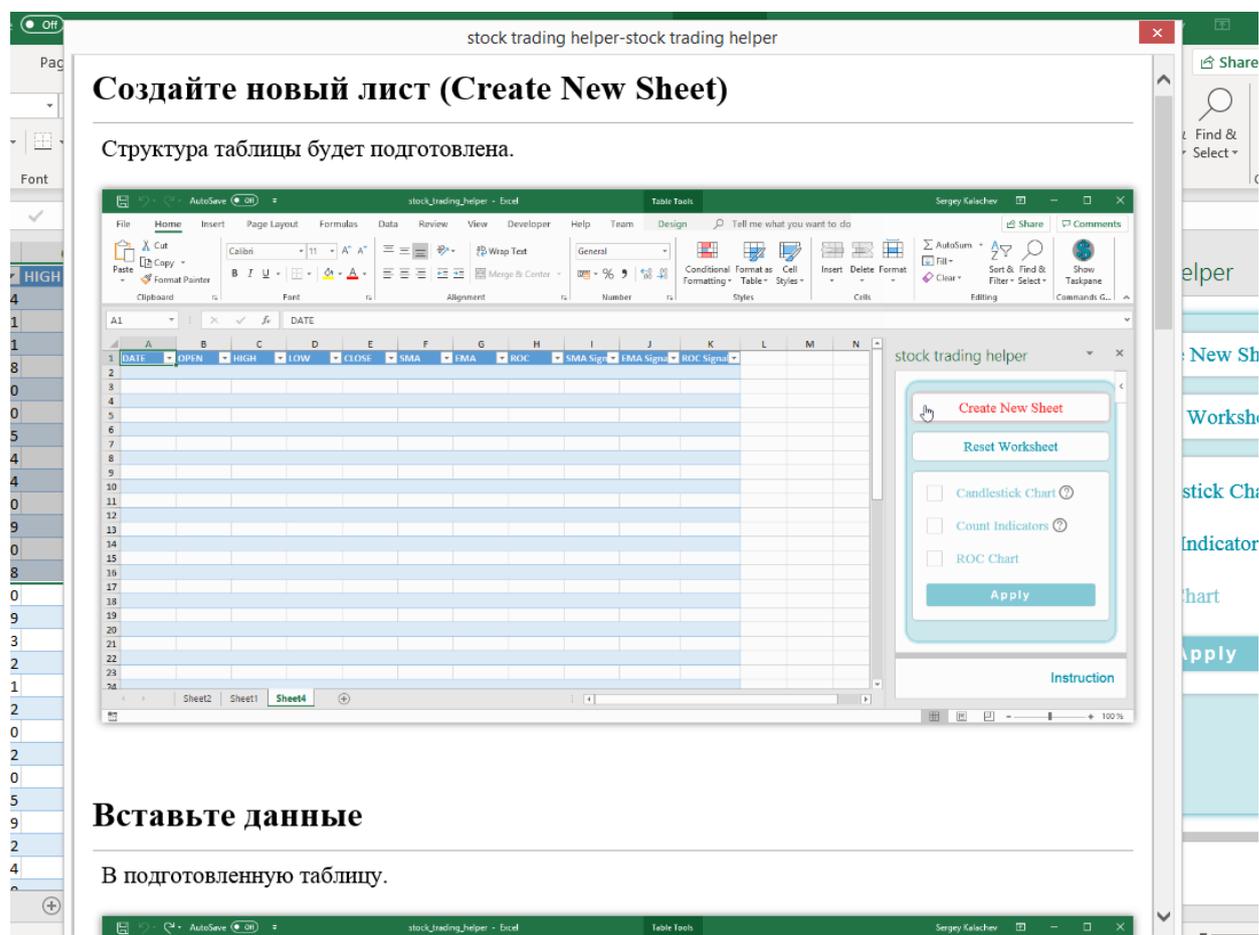


Рисунок 6 – Страница помощи пользователю

Помимо удобств интерфейса и обработки ошибок программа обладает следующим функционалом:

1. Возможность построить график японских свечей за произвольный период времени (зависит от выбора пользователя) с простой скользящей средней на нем.
2. Возможность подсчета индикатора SMA периода 5.
3. Возможность подсчета индикатора EMA периода 21.

4. Возможность подсчета индикатора ROC периода 5.
5. Возможность построить график скорости изменения цены.
6. Возможность очистить лист от вычислений одним нажатием.

Результат работы этих пунктов представлен на рисунке 7.

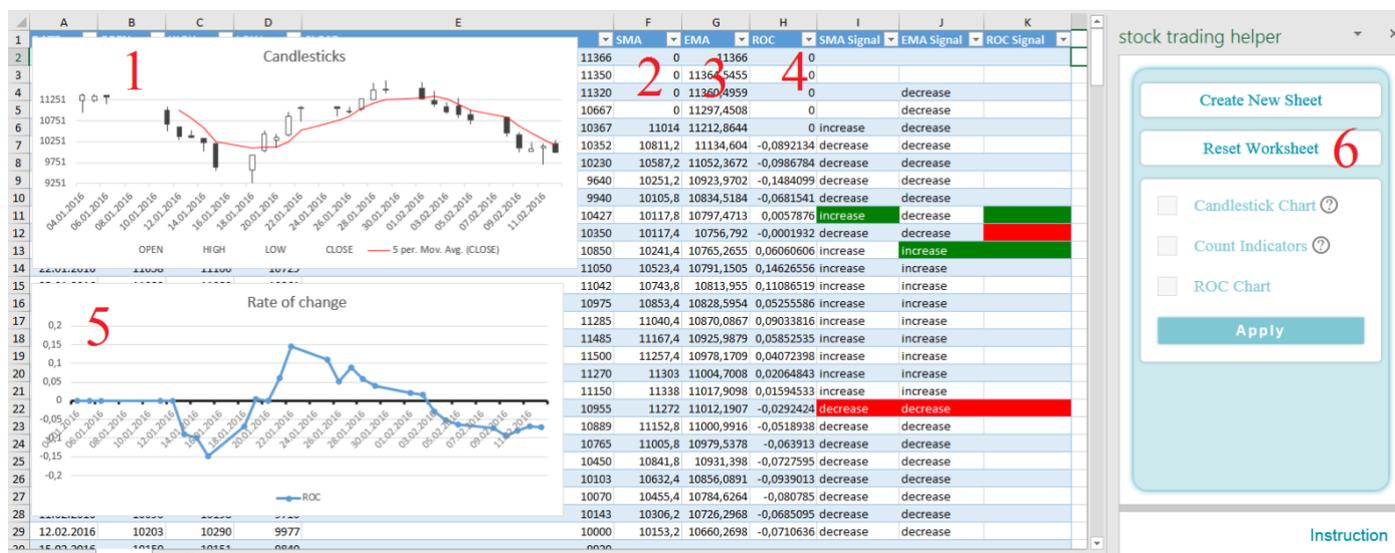


Рисунок 7 – Результат работы программы

## Заключение

В качестве основных результатов работы нами был разработан алгоритм принятия решений с использованием полезного сигнала на основании логической обработки сигналов по трём индикаторам, проведен вычислительный эксперимент с применением данного алгоритма на акциях компании «Магнит». Был написан макрос а затем полностью новое, небольшое веб-приложение в замен макроса, которое интегрировано с документом Excel.

Таким образом, все поставленные задачи выпускной квалификационной работы решены и цель достигнута. В дальнейшем мы планируем опубликовать надстройку в официальное хранилище надстроек, что сделает надстройку общедоступной. Перед этим мы планируем

улучшить обработку ошибок, реализовать стратегию локализации и добавить возможность пользователю самому выбирать период для индикаторов. Может быть, мы реализуем процесс регистрации и авторизации, чтобы пользователь мог сохранять свои вычисления и иметь к ним доступ с разных компьютеров. Так же, мы планируем реализовать стратегию определения версии программы excel пользователя и проверку этой версии на предмет совместимости с надстройкой. Это позволило бы, в зависимости от того, актуальная ли версия программы у пользователя или нет, предложить ему набор шагов для запуска надстройки и полнофункциональной работы с ней.