

Санкт-Петербургский государственный университет

Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Системное программирование

Андреев Роман Олегович

Создание биржевого робота с параметризуемыми торговыми стратегиями

Выпускная квалификационная работа

Научный руководитель:
к. ф.-м. н., доцент Графеева Н. Г.

Рецензент:
д. ф.-м. н., профессор Нестеров В. М.

Санкт-Петербург
2017

SAINT PETERSBURG STATE UNIVERSITY

Software and Administration of Information Systems

Software Engineering

Andreev Roman

Creation of exchange robot with parametrised trading strategies

Graduation Project

Scientific supervisor:
Ph.D., Associate Professor Natalia Grafeeva

Reviewer:
Ph.D., Professor Vyacheslav Nesterov

Saint-Petersburg
2017

Оглавление

Введение	5
1. Постановка задачи	7
2. Обзор технологий создания торговых роботов	8
2.1. Программный комплекс StockSharp (S#)	8
2.2. Программный комплекс Quik	10
2.3. Торговый комплекс Metatrader 5	11
2.4. Платформа TSLab	13
2.5. Выводы	14
3. Требования к инструментарию	16
4. Архитектура	17
5. Реализация	20
5.1. Особенности реализации	20
5.2. Блоки оценки эффективности торговых стратегий	20
5.3. Блоки условия открытия позиций	21
5.3.1. Блоки "Молот", "Перевернутый молот"	22
5.3.2. Блоки "Бычье поглощение", "Бычья Харамии"	23
5.3.3. Блоки условия совершения продажи	24
5.4. Блоки условия закрытия позиций	25
5.4.1. Блоки "Стоп-лосс по ATR", "Тейк-профит по ATR"	26
5.4.2. Блок "Тейк-профит с коэф. стоп-лосса"	26
5.4.3. Блоки "Фиксированный стоп-лосс", "Фиксированный тейк-профит"	27
5.5. Вспомогательные блоки	27
5.5.1. Управление торговой позицией	27
5.5.2. Использование объёма при построении торговых систем	28
5.6. Блоки управления капиталом	29
5.7. Блоки классических алгоритмов	30

5.7.1. Блок "SMA"	30
5.7.2. Блок "EMA"	31
5.7.3. Блок "ParabolicSAR"	32
5.7.4. Блок "MACD"	33
5.7.5. Блоки "Выбор алгоритма для входа в позицию на покупку", "Выбор алгоритма для входа в позицию на продажу"	34
6. Апробация инструментария	36
6.1. Торговая стратегия №1: пересечение двух EMA	36
6.2. Торговая стратегия №2: свечные модели технического ана- лиза	38
6.3. Сравнение торговых стратегий	40
Заключение	41
Список литературы	42

Введение

Задача прогнозирования финансовых рынков является достаточно сложной и актуальной на сегодняшний день задачей, так как осуществление правильного прогноза динамики цен – основной элемент успеха любой инвестиционной деятельности.

Процесс перераспределения финансовых активов между участниками рынка проходит на организованных торговых площадках – биржах [9]. Инвесторы, имея свободный денежный капитал, могут вложить его в какой-либо финансовый инструмент, например в акции, тем самым передавая свои денежные средства тем участникам торгов, которые в них нуждаются. Торгуя на финансовом рынке, покупая или продавая финансовые активы, инвестор (трейдер, спекулянт) имеет возможность получить прибыль за счёт разницы в цене (изменения котировок) данного актива за определённый промежуток времени.

Наиболее популярным способом торговли на бирже на сегодняшний день является способ торговли на бирже через Интернет, так называемый Интернет-трейдинг [8]. В этом случае существенно упрощается процедура покупки и продажи активов. Для совершения торговых операций требуется определённое программное обеспечение, поставляемое, как правило, брокером или биржей.

С появлением Интернет-трейдинга не только увеличилась скорость осуществления торговых операций. Появились механические торговые системы (автоматические системы, торговые роботы) – программы, предназначенные для полной или частичной автоматизации деятельности трейдеров.

Для того чтобы иметь положительный результат, торгуя на финансовом рынке, трейдеру необходимо придерживаться определённой торговой системы (торговой стратегии), которая понимается как чёткий свод правил и условий совершения трейдером тех или иных операций на бирже. Зачастую в процессе торгов трейдер, теряет контроль над своими эмоциями, попадает в азарт и неконтролируемое поведение и, как следствие, не следует правилам своей торговой системы и несёт убыт-

ки. Чтобы избежать подобных явлений, торговцу финансовыми активами могут прийти на помощь торговые роботы, которые лишены эмоций и чётко следуют заложенным в них правилам открытия, сопровождения и закрытия сделок при торговле на бирже.

Нередко бывает, что трейдер, поставивший себе цель создать торгового робота, сталкивается с некоторыми трудностями. Например, у него есть хорошая торговая стратегия, но он не владеет языком программирования, и поэтому процесс написания и запуска торгового робота представляется им затруднительным. Напротив, человек, имеющий опыт разработки, может не иметь опыта работы с финансовыми инструментами, и, соответственно, также сталкивается с определёнными трудностями при реализации робота.

1. Постановка задачи

Целью данной работы является создание инструментария, облегчающего процесс построения торговых роботов, совершающих операции на финансовом рынке.

Для достижения этой цели были сформулированы следующие задачи:

- выполнить обзор технологий создания торговых роботов и выбрать подходящую;
- разработать требования к инструментарию;
- описать архитектуру предлагаемого инструментария;
- реализовать инструментарий на базе выбранной технологии;
- провести апробацию инструментария.

2. Обзор технологий создания торговых роботов

Существует ряд технологий, позволяющих создавать торговые инструменты. Данная глава посвящена обзору таких технологий. Для рассмотрения были выбраны: программные комплексы StockSharp, Quik, торговый комплекс Metatrader 5, платформа TSLab.

2.1. Программный комплекс StockSharp (S#)

Программный комплекс StockSharp (S#) [4] предназначен для автоматизации биржевой торговли. S# состоит из следующих бесплатных программ: S#.API, S#.Designer, S#.Data. Остальные компоненты, облегчающие процесс разработки, такие как примеры алгоритмов, “каркасы” торговых алгоритмов, исходные коды программ S#, также подключение к Plaza II (высокоскоростной шлюз подключения к бирже) можно получить только на платной основе.

S#.API является библиотекой для профессиональной разработки торговых роботов на языке C#. Она позволяет создавать любые по сложности стратегии (как позиционные, так и высокочастотные).

Её спецификой является: высокая отказоустойчивость, переносимость (робот может работать с любым подключением), скорость и производительность (высокая скорость исполнения заявок, эмуляция со скоростью более 1 млн событий в сек., поддержка многоядерности и возможность одновременного исполнения множества стратегий по любым инструментам), реалистичное тестирование (тестирование на исторических данных с максимальной точностью).

S#.API регулярно обновляется, поэтому, при выходе новых версий шлюза к брокеру, нет необходимости переписывать торгового робота.

Программисту для разработки роботов, доступны классы и интерфейсы, работающие с различными коннекторами. Также, в зависимости от того, что хочет программист (реализовать пользовательский интерфейс, организовать работу с техническими индикаторами, протестиро-

вать программу и т.д.), S#.API предоставляет интерфейсы, методы, классы для работы с ними.

S#.Designer – это дизайнер торговых стратегий. Дизайнер позволяет разрабатывать стратегии как на языке C#, так и с помощью визуальных блоков. Содержит множество индикаторов, вложенных схем. Программа позволяет протестировать стратегию на истории, причём с использованием свечек, тиков, стаканов. Имеется отладчик формул, в котором можно пошагово просмотреть логику работы стратегии. Также возможно подключение к множеству брокеров, программа содержит симулятор торгов на реальных данных.

Однако, стоит отметить, что S#.Designer на данный момент ещё находится на стадии бета-тестирования и не имеет документации.

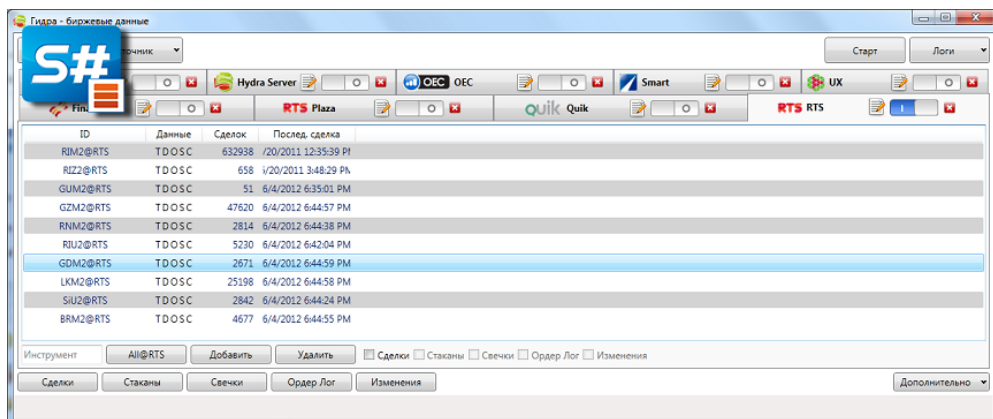


Рис. 1: Рабочее окно программы S#.Data (рисунок взят с сайта [13])

В заключение, рассмотрим ещё одну компоненту программного комплекса – S#.Data. Данная компонента предназначена для автоматической загрузки рыночных данных, таких как данные торговых инструментов, свечей, тиковых сделки и т.д., из различных источников с возможностью хранения их в локальном хранилище. Одновременно программа может использовать источники как исторических, так и данных реального времени (например, подключение к Quik). S#.Data имеет простую интеграцию с S#.Designer и S#.API.

Итак, рассмотренный комплекс S# является многофункциональным средством для создания торговых роботов, позволяющий реализовывать даже сложные торговые алгоритмы, но предназначен, в основном,

для людей, имеющих навыки программирования, знающих язык C# и готовых, при случае, исправить возникающие в ходе работы ошибки с программным обеспечением.

2.2. Программный комплекс Quik

Программный комплекс Quik [3] предназначен для организации доступа к биржевым рынкам. Данная программа, как программа интернет-торговли, имеет большую популярность среди трейдеров. Quik, благодаря богатой функциональности, содержит средства, позволяющие реализовывать торговые алгоритмы. Одним из таких является язык Qpile.

Qpile – это встроенный скриптовый язык торгового терминала Quik. Данный язык обладает не большим набором возможностей, в отличие от языков высокого уровня, таких как C++ или C#, однако доступных возможностей языка хватает для реализации простых стратегий.

Qpile позволяет создавать новые таблицы терминала Quik для расчёта каких-либо значений на основе рыночных данных, что даёт возможность создавать алгоритмы и производить вычисление параметров, изначально отсутствующих в системе.

Преимуществами языка, являются следующие:

- простота использования;
- наличие связки Quik - Qpile позволяет решить проблему с получением рыночных данных из торговых систем;
- не требует установки дополнительного программного обеспечения для работы;
- наличие пошаговой отладки алгоритма, а также удобный доступ ко всем данным терминала Quik.

Несмотря на данные преимущества, язык имеет ряд серьёзных недостатков, таких как:

- невозможность тестирования роботов на исторических данных;
- отсутствие интерфейса взаимодействия с пользователем, все операции ввода-вывода необходимо производить с помощью текстовых файлов;

- ограничение на интервал обработки данных в программе (не меньше 1 сек);
- медленное исполнение скриптов.

Таким образом, программный комплекс Quik позволяет реализовывать несложные торговые алгоритмы, благодаря встроенному языку Qpile, достаточно прост в использовании и обладает высокой степенью надёжности. Однако, для создания трудоёмких алгоритмов могут потребоваться дополнительные ресурсы и знание языка Qpile, что определённо вызовет трудности в использовании данной технологии.

2.3. Торговый комплекс Metatrader 5

Торговый комплекс Metatrader 5 [2] является multifункциональной технологией для работы на биржах. Как и программный комплекс Quik, Metatrader 5 также является широко известным торговым инструментом. Основными средствами программы являются следующие возможности: торговля на рынках, использование технического анализа, повторение сделок трейдеров, а также создание автоматизированных систем. Последнее достигается, благодаря встроенной среде разработки MQL5 IDE.

MQL5 IDE - это среда для разработки биржевых роботов торгового терминала Metatrader 5. Основу данной среды составляет язык программирования MQL5, который позволяет реализовывать технические индикаторы, торговые алгоритмы, а также другие программы, помогающие автоматизировать торговлю. Язык имеет C-подобный синтаксис, построен на принципах объектно-ориентированного программирования, имеет высокую скорость обработки вычислений. MQL5 содержит библиотеки, позволяющие работать с биржевыми данными. Язык интегрирован непосредственно в терминал Metatrader 5, что обеспечивает надёжность и простоту использования.

Для работы с языком MQL5 и его отладки среда MQL5 IDE содержит редактор кода MetaEditor. В процессе написания и редактирования кода среда выдаёт рекомендации по использованию тех или иных встро-

енных функций. Также полезными средствами при разработке является встроенная справка языка, а также сообщество MQL5.community, в котором можно найти вспомогательную информацию по конструкциям языка.

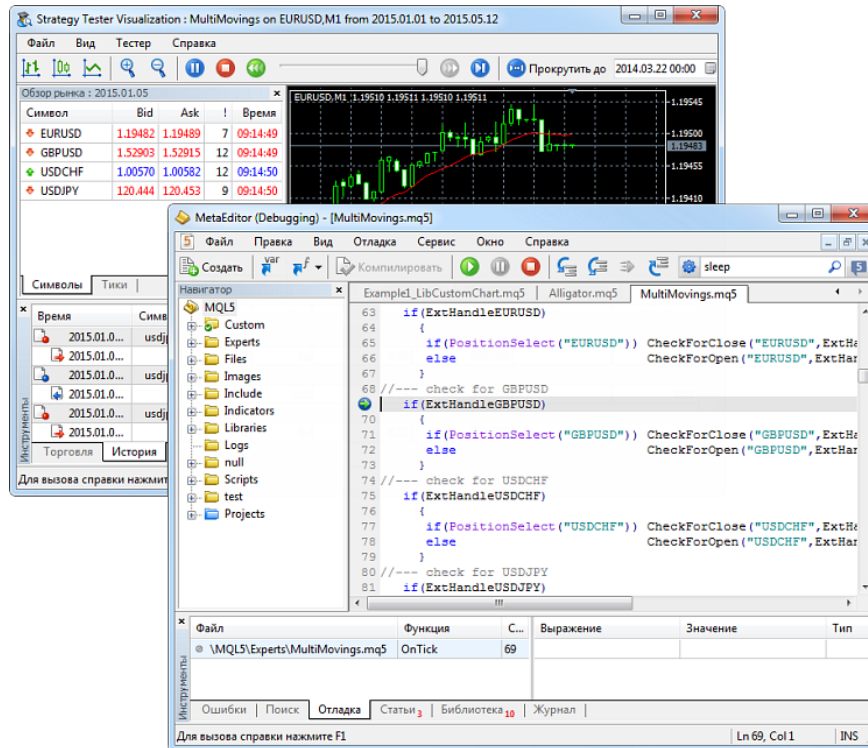


Рис. 2: Окно тестера стратегий и редактора кода (изображение взято с сайта [12])

Для тестирования, графической оценки стратегий среда MQL5 IDE предлагает встроенный тестер стратегий. Работа тестера основывается на выборе исторических котировок различных инструментов (валютных пар, акций) и получении статистических оценок алгоритма на рыночных данных в прошлом, путём совершения виртуальных сделок. Прогоняя алгоритм на истории, пользователь получает детальную оценку работы алгоритма, кривую доходности, а также различные графические результаты тестирования, например, количество положительных и отрицательных сделок. Возможна оптимизация параметров торгового алгоритма, причём поддерживается генетическая оптимизация, при которой происходит отбор только тех параметров, которые лучше всего подходят условиям оптимизации.

Таким образом, данное средство по созданию торговых роботов позволяет создавать различные по сложности алгоритмы, проводить тщательное тестирование на исторических данных с оптимизацией всех параметров и, благодаря интегрированности в торговый терминал Metatrader 5, сразу запускать робота в торговлю. Но стоит также отметить, что среда MQL5 IDE не предоставляет каких-либо средств, упрощающих написание роботов, делая практически невозможным создание торгового алгоритма человеку, который не умеет программировать и не знает язык MQL5.

2.4. Платформа TSLab

Платформа TSLab [5] позволяет создавать, тестировать, применять и модифицировать торговые системы. Программа имеет понятный интерфейс и выполнена полностью на русском языке.

Платформа ориентирована, прежде всего, на людей, не имеющих навыки написания кода, благодаря наличию визуальных блоков ("кубиков"), которыми пользователь может оперировать в рамках данной платформы для создания торговых роботов, что упрощает процесс реализации и позволяет быстро реализовать тривиальную стратегию с небольшим числом связей между компонентами. Однако при создании сложных или объёмных алгоритмов возникает путаница при работе с блоками, также число таких визуальных элементов ограничено, могут потребоваться нестандартные блоки.

Для решения этих проблем платформа предоставляет возможность написания своих "кубиков" различной функциональности. Реализация происходит на языке C#. Платформа предоставляет библиотеки для работы с биржевыми данными. На сайте разработчика присутствует документация по встроенным библиотечным функциям программы.

Среди преимуществ использования платформы TSLab стоит выделить также наличие модуля оптимизации параметров торговых алгоритмов, графического окна для оценки стратегий, окна с подробными статистическими показателями данной торговой стратегии, графиче-



Рис. 3: Рабочее окно платформы TSLab (изображение взято с сайта [14])

ка кривой доходности, а также возможности тестирования торговых стратегий на исторических котировках и непосредственно в программе запустить торгового робота, базирующегося на данной стратегии, на практике с подключением к шлюзу, доставляющему рыночные данные. Однако, для запуска робота на "живых котировках" необходимо приобрести коннектор, подключаемый к серверу брокера.

Итак, рассмотренная платформа обладает большим набором возможностей для создания и тестирования торговых роботов, и, кроме того, позволяет создавать несложные торговые стратегии с помощью визуальных блоков, тем самым давая возможность реализовывать торговых роботов людям, которые не владеют языками программирования.

2.5. Выводы

После рассмотрения всех перечисленных выше технологий можно сделать вывод, что большинство из них требуют от пользователя навыков разработки программ на языках высокого уровня, чем, как показывает практика, не владеют большинство трейдеров, даже самые опыт-

ные. Поэтому необходимо искать компромисс между наличием опыта разработки приложений и пониманием, на основе чего и как правильно создавать торгового робота.

В силу вышесказанного, в качестве средства для реализации и функционирования торговых роботов была выбрана платформа TSLab, благодаря возможности их создания без написания программ. Обосновать выбор данной платформы также можно простотой использования, интуитивно понятным интерфейсом программы, наличием средств по тестированию, оптимизации стратегии, возможности запустить робота на практике, причём не в единственном экземпляре, и вдобавок наличием потенциала расширения базового функционала платформы.

В рамках данной работы предлагается реализовать визуальные блоки платформы TSLab, которые в определённом наборе, либо сами по себе дают возможность задействовать готовые торговые алгоритмы, упростить построение роботов, предоставить пользователю средства эффективной оценки стратегий, более гибко реализовывать задуманные стратегии, а также применить на практике реализованный инструментарий.

3. Требования к инструментарию

Предлагаемый инструментарий должен удовлетворять определённым требованиям. Так как инструмент будет состоять из определённого числа визуальных блоков, необходимо задать блоки, которые будут, в первую очередь, в связке с другими блоками составлять каркас создаваемой торговой стратегии. Также необходимо иметь возможность получить достоверные оценки эффективности данной стратегии, поэтому должны быть заданы блоки, позволяющие оценить торговую стратегию на исторических данных. Вследствие этого можно составить конкретный набор требований предлагаемого инструментария:

- 1) инструментарий должен содержать группу блоков, позволяющих создавать торговые стратегии без программирования;
- 2) инструментарий должен содержать блоки, позволяющие провести оценку стратегий на исторических данных;
- 3) инструментарий не должен противоречить стандартному функционалу выбранной технологии.

4. Архитектура

Инструментарий состоит из визуальных элементов - блоков. Блоки представляют собой единичные элементы и соединяются с помощью однонаправленных связей.

Каждый блок, участвующий в построении торговой стратегии, относится к той или иной группе блоков в зависимости от своей роли в торговой стратегии. Далее приводится полный набор разделённых по группам визуальных блоков.

Блоки делятся на следующие группы:

- 1) Блоки оценки эффективности торговых стратегий;
- 2) Блоки условия открытия позиций;
- 3) Блоки условия закрытия позиций;
- 4) Вспомогательные блоки;
- 5) Блоки классических алгоритмов.

Блоки оценки эффективности торговых стратегий:

- "Коэффициент детерминации";
- "Средняя сделка";
- "Целевая функция".

Блоки условия открытия позиций:

Блоки условия совершения покупки:

- "Молот";
- "Перевернутый молот";
- "Бычье поглощение";
- "Бычья харам".

Блоки условия совершения продажи:

- "Падающая звезда";
- "Повешенный";
- "Медвежье поглощение";
- "Медвежья харам".

Блоки условия закрытия позиций:

- "Стоп-лосс по ATR";

- "Тейк-профит по ATR";
- "Тейк-профит с коэф. стоп-лосса";
- "Фиксированный стоп-лосс";
- "Фиксированный тейк-профит".

Вспомогательные блоки:

- "Запрет переноса позиции через ночь";
- "Запрет переноса позиции через вечерний перерыв";
- "Запрет переноса позиции через дневной перерыв";
- "Запрет вечерней торговли";
- "Диапазон объёма".

Блоки управления капиталом:

- "Несколько убытков подряд";
- "Максимальная просадка по счету";
- "Лимит потерь на месяц";
- "Лимит потерь на неделю";
- "Лимит потерь на день".

Блоки классических алгоритмов:

- "Выбор алгоритма для входа в позицию на покупку";
- "Выбор алгоритма для входа в позицию на продажу";
- "EMA";
- "MACD";
- "ParabolicSAR";
- "SMA".



Рис. 4: Архитектура инструментария

На рис. 4 представлена архитектура инструментария.

Все группы блоков, представляющие предлагаемый инструментарий, позволяющие создавать торговые стратегии, а также получать оценки эффективности стратегий, напрямую подключаются к платформе TSLab. Пользователь получает возможность оперировать блоками инструментария в рамках данной платформы. В итоге, в результате работы с блоками, пользователь на выходе имеет готовую торговую стратегию.

5. Реализация

Данная глава посвящена описанию реализации предложенного инструментария.

5.1. Особенности реализации

Для реализации инструментария были использованы следующие средства разработки: высокоуровневый язык C#, среда программирования SharpDevelop 5.1. Для работы с биржевыми данными были использованы библиотеки: TSLab.DataSource, TSLab.Script.

В ходе реализации обращалось внимание на некоторые особенности. Во-первых, следовало обращать особое внимание на работу с большими объёмами данных, например, на данные исторических котировок актива, так как медленное время работы данных может существенно повлиять на время оптимизации параметров стратегии. Во-вторых, необходимо было учитывать то, что набор блоков инструментария должен быть корректным с точки зрения использования его при построении торговых стратегий. То есть должны быть задействованы все технические составляющие торговой стратегии (вход и выход из позиции, контроль за капиталом, управление позицией и т.д.).

Далее представлено детальное описание всех реализованных блоков.

5.2. Блоки оценки эффективности торговых стратегий

Для того чтобы оценить эффективность имеющейся торговой стратегии, необходимы конкретные оценки. В качестве таких оценок для реализации соответствующих блоков за основу были взяты следующие:

- 1) Коэффициент детерминации (R-квадрат) [1] - позволяет оценить "гладкость" графика доходности за выбранный промежуток времени, оценить стабильность и возможные просадки (уменьшение средств на счёте) данной торговой стратегии;

2) Средняя сделка (чистый доход, делённый на количество всех сделок) - позволяет оценить "запас прочности" торговой стратегии, то есть способна ли система "отбить" брокерскую комиссию при торговле на "реальных данных" и дать положительный результат.

3) Для упрощения получения оценки эффективности торговой стратегии и возможности более гибко оперировать полученными оценками была построена линейная целевая функция, зависящая от двух вышеописанных параметров. Целевая функция имеет следующий вид:

$$func = (r_squared + 1) * avgprof,$$

где $r_squared$ - R-квадрат, $avgprof$ - средняя сделка.

Для того чтобы наиболее эффективно оценить торговую стратегию, необходимо найти максимальную оценку среди имеющихся.

Таким образом, были реализованы следующие визуальные блоки оценки эффективности торговых стратегий:

- "Коэффициент детерминации";
- "Средняя сделка";
- "Целевая функция".

Результаты данных оценок возможно отобразить в таблице оптимизации платформы TSLab, что позволит пользователю выбрать наиболее эффективную стратегию из полученных в ходе оптимизации параметров.

5.3. Блоки условия открытия позиций

Ключевым элементом любой торговой стратегии является точка входа в позицию, т.е. при каком условии необходимо будет подать поручение для ввода рыночной заявки (market order) или же выставить отложенный ордер (limit order). То есть, эффективность торгуемой стратегии зависит от правильно выбранного условия на вход в позицию.

В рамках данной работы предлагается использовать средства технического анализа рынка в качестве основы для отыскания приемлимых

точек входа в позицию, а именно рассмотреть свечные фигуры технического анализа [11], появление которых на графике цены и объёма возможно рассматривать как одно из условий для входа в позицию, и использованием их трейдером при построении своей стратегии. Свечные модели представляют собой последовательность из нескольких графических баров, которые удовлетворяют определённым требованиям. Правильная оценка и нахождение таких фигур даёт трейдеру основание полагать, покупатели или продавцы смогли одержать победу и потянуть цену за собой. Далее подробно рассматриваются предложенные фигуры свечей.

5.3.1. Блоки "Молот", "Перевернутый молот"



Рис. 5: "Молот" (изображение взято с сайта [15])

Блок "Молот" основан на трёх графических барах. Ключевым баром является второй по счёту бар, который совпадает с названием предложенного блока. Появление свечной фигуры "Молот" на графике, означает, что покупатели смогли пересилить продавцов, закрыв свечу выше уровня открытия свечи, если свеча белая, либо вернуть цену на достаточно высокий уровень к цене открытия, если свеча чёрная. Белая свеча образуется, когда уровень открытия цены выше уровня закрытия, чёрная - в обратном случае. Хвосты (чёрные вертикальные линии) свечей обозначают соответственно максимум и минимум цены за определённый промежуток времени. Свечи могут иметь минутное, пятиминутное, часовое время формирования и так далее.

Для увеличения надёжности сигнала на вход в позицию были добавлены дополнительные условия того, что предшествующий "Молоту" бар должен быть чёрным, следующий за фигурой бар должен быть белым. Также был добавлен оптимизируемый параметр дельта, опереждаемый отношением длины нижнего хвоста свечи и длины тела свечи (модуля разности между ценой открытия и ценой закрытия свечи). Параметр показывает насколько сильно продавцы смогли протолкнуть цену вниз, а покупатели смогли вернуть цену обратно. Заявка на открытие позиции на покупку подаётся после формирования трёх описанных выше свечей.

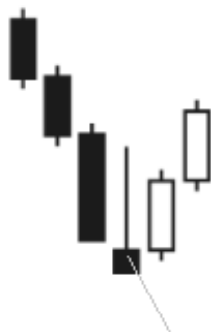


Рис. 6: "Перевернутый молот" (изображение взято с сайта [15])

Блок "Перевернутый молот" содержит условия, идентичные предыдущей фигуре, но имеет тень направленную вверх, а также оптимизируемый параметр дельта, определяемый отношением длины верхнего хвоста к длине тела свечи.

5.3.2. Блоки "Бычье поглощение", "Бычья Харами"

Блок "Бычье поглощение" реализован на основе одноимённой фигуры. Он состоит из двух подряд идущих свечей, первая из которых является чёрной, вторая - белой, причём тело второй свечи перекрывает собой тело первой и их отношение больше оптимизируемой величины дельта. Также вводятся дополнительные условия:

- цена закрытия второй свечи выше максимума первой;
- минимум второй свечи ниже минимума первой;

- цена открытия второй свечи меньше или равна цене закрытия второй.

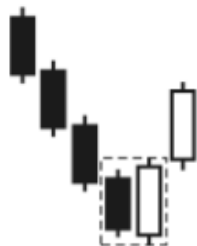


Рис. 7: "Бычье поглощение"
(изображение взято с сайта [15])



Рис. 8: "Бычья харами"
(изображение взято с сайта [15])

Блок "Бычья харами" основан на последовательности из двух свечей. Первая свеча - чёрная, вторая свеча полностью лежит в границах тела первой свечи, т.е. разность максимума и минимума второй свечи меньше разности цены открытия и закрытия первой. Также вводится дополнительный параметр дельта, определяемый отношением длины тела первой свечи к разности максимума и минимума второй.

Открытие позиции в двух последних моделях происходит после формирования двух свечей, представляющих данные фигуры.

5.3.3. Блоки условия совершения продажи

Все рассмотренные выше свечные фигуры относятся к бычьим моделям, предполагающим открытие позиций на покупку. Таким же образом формируются медвежьи модели (сигналы на продажу) обратные бычьим фигурам (зеркально отражённые). Например, блок "Медвежье поглощение" графически идентичен фигуре "Бычье поглощение", но состоит из подряд идущих белой и чёрной свечи, имея при этом те же дополнительные условия. Блоки "Падающая звезда" (аналогичен "Молоту") и "Повешенный" (аналогичен "Перевернутому молоту") содержат условия, в котором первая свеча - белая, третья - чёрная. Блок "Мед-

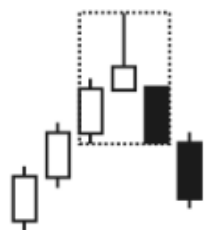


Рис. 9: "Падающая звезда"
(изображение взято с сайта [15])

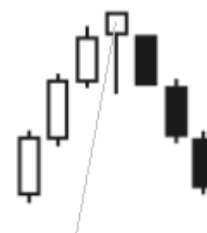


Рис. 10: "Повешенный"
(изображение взято с сайта [15])

вежья харамии" основан на двух барах, где первый бар - белый, второй - имеет любой цвет.

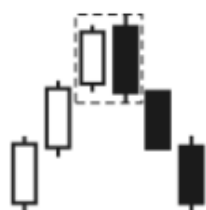


Рис. 11: "Медвежье поглощение"
(изображение взято с сайта [15])

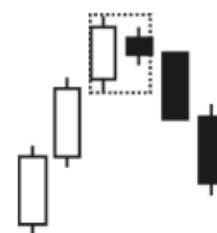


Рис. 12: "Медвежья харамии"
(изображение взято с сайта [15])

5.4. Блоки условия закрытия позиций

Не менее важным элементом любой торговой системы является точка выхода из позиции, т.е. конкретное условие того, когда необходимо отправить приказ брокеру на закрытие позиции.

Открывая сделку, трейдер должен понимать, что цена может сразу не пойти в ту сторону, куда он предполагал. Поэтому необходимо позаботиться об ограничении убытков. Для этого существуют так называемые стоп-приказы (стоп-лоссы) - биржевые заявки, срабатывающие

по заранее выставленной цене и закрывающие текущую позицию, тем самым ограничивая дальнейшие убытки.

5.4.1. Блоки "Стоп-лосс по ATR", "Тейк-профит по ATR"

Блок "Стоп-лосс по ATR" основан на индикаторе ATR (Average true range) - средний истинный диапазон [6]. Данный индикатор определяет текущую волатильность (изменчивость цены) на рынке, исходя из заданного периода. Используя данный индикатор в расчёте цены стоп-приказа, можно добиться определённой адаптации к текущему состоянию рынка. Например, если волатильность в данный момент уменьшается, то стоп-приказ будет приближаться к цене и в скором времени закроется. Также, зачастую, на рынке присутствуют ложные импульсы цены, которые создают крупные игроки на рынке с целью довести цену до стоп-заявок мелких участников рынка и выбить их из игры. Стоп-лосс, рассчитанный на основе ATR, при внезапных импульсах цены будет моментально пересчитываться, учитывая текущую волатильность, оставляя тем самым позицию не тронутой. Поэтому трейдер, применяя данный блок при построении различных стратегий, может получить более высокие показатели торговой системы.

Также торговцу финансовых активов необходимо заботиться и о том, по какой цене необходимо будет забрать накопленную прибыль. Для этого существуют заявки тейк-профит, заранее выставляемые и срабатывающие при достижении ценой определённого уровня.

Блок "Тейк-профит по ATR" аналогичен предыдущему блоку, но вместо расчёта стоп-лосса происходит расчёт тейк-профита по индикатору ATR.

5.4.2. Блок "Тейк-профит с коэф. стоп-лосса"

Блок "Тейк-профит с коэф. стоп-лосса" основан на расчёте цены тейк-профита, отстоящей от цены открытия позиции на величину, равную некоторому коэффициенту, умноженному на величину отстоящей от цены открытия стоп-лосса. Смысл использования коэффициента в

том, чтобы прибыль превосходила в n -ое число раз возможные убытки, тем самым покрывая их и обеспечивая доходность системы при эффективной торговой стратегии. Данный коэффициент является оптимизируемым параметром, оптимальное значение которого трейдер сможет определить самостоятельно, тестируя алгоритм на исторических данных.

5.4.3. Блоки "Фиксированный стоп-лосс", "Фиксированный тейк-профит"

Блок "Фиксированный стоп-лосс" позволяет пользователю использовать в своей стратегии заявку стоп-приказа, отстоящую от цены открытия позиции на некоторую оптимизируемую величину. Такой вариант выставления заявки на закрытие позиции является классическим и наиболее часто используемым. Данный блок также полезно использовать в связке с блоком "Тейк-профит с коэф. стоп-лосса" для возможности выставления фиксированных заявок на закрытие позиции.

Блок "Фиксированный тейк-профит" аналогичен предыдущему блоку и позволяет выставлять заявку на закрытие прибыльной позиции на фиксированную величину от цены открытия позиции.

5.5. Вспомогательные блоки

При построении торговых стратегий важно также учитывать дополнительные факторы, которые могут повлиять на эффективность торгового робота. Например, такими факторами могут являться правила по управлению торговыми позициями.

5.5.1. Управление торговой позицией

Торговые стратегии могут отличаться временем удержания позиций. Например, существуют внутридневные стратегии, когда позиция не переносится через ночь, а также междудневные (среднесрочные) стратегии, когда позиция может удерживаться несколько дней.

Блок "Запрет переноса позиции через ночь" запрещает перенос позиции через ночь, а также запрещает открывать сделки при наступлении одиннадцати часов вечера (срочный рынок FORTS закрывается в 23:50) и n-ого числа минут, которое трейдер может задать самостоятельно.

Блок "Запрет переноса позиции через вечерний перерыв" имеет функцию закрытия позиций перед вечерним перерывом на рынке. Идея данного блока заключается в том, что за время вечернего перерыва на рынке, который длится порядка пятнадцати минут, могут произойти резкие скачки цен, что может негативно сказаться на открытой позиции трейдера, так как такие скачки зачастую не предсказуемы и могут привести к значительным просадкам.

Блок "Запрет переноса позиции через дневной перерыв" аналогичен предыдущему блоку и закрывает позиции перед дневным перерывом на бирже.

Также многие трейдеры, которые используют внутридневные стратегии, предпочитают не совершать сделки в вечернее время, так как в это время, как правило, понижается активность участников рынка и, как следствие, волатильность торгуемых инструментов. Блок "Запрет вечерней торговли" запрещает открывать позиции в вечернее время, а также закрывает открытые позиции перед вечерним перерывом на бирже.

5.5.2. Использование объёма при построении торговых систем

Анализируя поведение цены, стоит также обращать внимание на объём - количество всех сделок, совершённых за определённый промежуток времени. Данный фактор возможно использовать при построении торговых стратегий и, в зависимости от особенностей конкретной стратегии, повышать эффективность торгуемого алгоритма. Блок "Диапазон объёма" основан на данной идее и состоит из двух оптимизируемых параметров, которые играют роль нижней и верхней границы рассматриваемого диапазона объёма. Диапазон объёма - это тот числовой промежуток, который может иметь определенный смысл в контексте создаваемой торговой стратегии.

5.6. Блоки управления капиталом

Важной составляющей любой торговой стратегии являются правила по управлению капиталом, которые, как правило, нарушаются трейдером, так как действия по ограничению нарастающих убытков и прекращению убыточной торговли требуют от трейдера способности контролировать себя и свои эмоции, возникающие в процессе торговли на рынках. Правилами по управлению капиталом могут быть следующие: ограничение торговли после нескольких подряд совершенных убыточных сделок, прекращение торговли после достижения максимальной просадки по счету, установка лимита потерь на определённый промежуток времени и ограничение торговых операций после достижения данного лимита и т.д.

Блок "Несколько убытков подряд" ограничивает торговлю до завершения текущего дня после совершения определённого числа подряд убыточных сделок в течение текущего дня. Число убыточных сделок задаётся вручную или путём отбора в процессе оптимизации параметров.

Блок "Максимальная просадка по счету" позволяет задать значение максимальной просадки по счёту трейдера, после которого необходимо будет приостановить торговлю робота для избежания дальнейших потерь.

Блок "Лимит потерь на месяц" позволяет задать лимит просадки по счёту за текущий месяц (расчёт введётся от 1 числа каждого месяца) и ограничивает торговлю до конца текущего месяца после достижения установленного лимита потерь.

Блок "Лимит потерь на неделю" позволяет задать лимит потерь за текущую неделю и приостанавливает совершение роботом сделок после достижения данного лимита до конца текущей недели.

Блок "Лимит потерь на день" позволяет задать лимит потерь на день и ограничивает торговлю после достижения указанного лимита.

5.7. Блоки классических алгоритмов

Существуют классические торговые стратегии, основанные на популярных технических индикаторах рынка. К примеру, одной из таких стратегий является пересечение индикаторов: двух скользящих средних для получения торговых сигналов [10, р. 219]. Данные стратегии, безусловно, могут быть использованы начинающими трейдерами для ознакомления и получения соответствующего опыта. Однако, в силу особенностей российского биржевого рынка, данные стратегии с дополнительными ограничениями и доработками, несмотря на свою простоту в реализации, могут давать неплохие результаты на реальной практике. Поэтому предлагается рассмотреть блоки, представляющие собой готовые торговые алгоритмы данных классических стратегий, а также блоки, содержащие техническую основу данных алгоритмов для входа в позицию.

5.7.1. Блок "SMA"

Блок "SMA" представляет собой готовую реализацию классического алгоритма пересечения двух простых скользящих средних (simple moving average) [16] старшего (медленная SMA) и младшего периода вычисления (быстрая SMA).

Идея данного алгоритма состоит в том, что когда быстрая скользящая средняя пересекает медленную скользящую среднюю снизу вверх, подаётся сигнал на покупку и одновременно с этим сигнал на закрытие продажи. Аналогично, если быстрая SMA пересекает сверху вниз медленную SMA, то происходит закрытие позиции на покупку и открытие позиции на продажу. Поэтому данная стратегия является реверсной, то есть позволяет находиться в рынке и держать позиции открытыми всё время.

Ниже представлен график фьючерсного контракта на курс доллар США - российский рубль, индикаторы SMA старшего и младшего периода и появление сигналов на закрытие предыдущей позиции и открытие новой.



Рис. 13: Индикаторы SMA

Стоит отметить, что данный алгоритм является трендовым, то есть он приносит доход, когда на рынке присутствуют чёткие направленные движения. Однако, если же на рынке имеет место боковое движение, когда цена колеблется в некотором диапазоне, то стратегия начинает приносить убытки.

Для повышения эффективности стратегии пользователь может провести оптимизацию параметров алгоритма, благодаря наличию двух параметров, которые соответствуют периодам быстрой и медленной простой скользящей средней. Также возможно получить оценку работы данного алгоритма на исторических котировках, благодаря наличию блоков оценки эффективности торговых стратегий предлагаемого инструментария.

5.7.2. Блок "ЕМА"

Блок "ЕМА" аналогичен предыдущему блоку и имеет те же условия для входа, но вместо простых скользящих средних используются экспоненциальные скользящие средние (exponential moving average) [16], которые имеют более сложную расчётную формулу и при тестирова-

нии на исторических данных, как правило, показывают более устойчивые результаты. Блок также имеет два оптимизируемых параметра вычисления периодов быстрой и медленной ЕМА соответственно.

Ниже представлен график фьючерсного контракта на курс доллар США - российский рубль и индикаторы ЕМА.

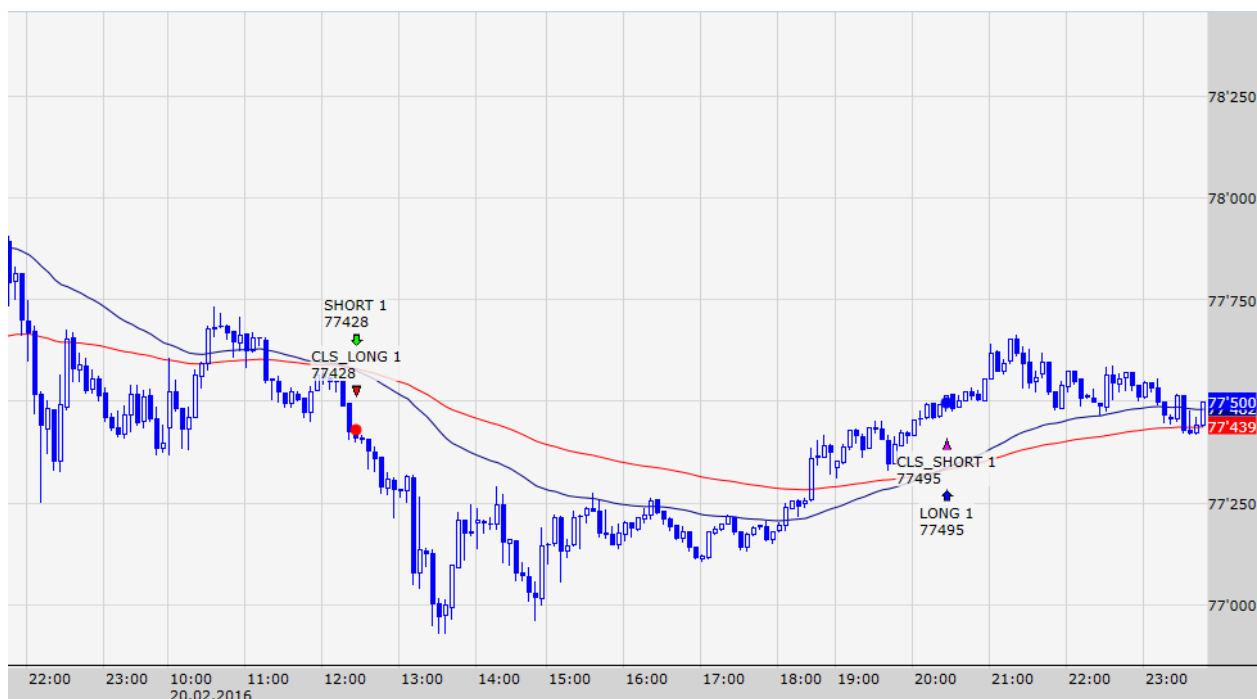


Рис. 14: Индикаторы ЕМА

5.7.3. Блок "ParabolicSAR"

Блок "ParabolicSAR" представляет собой реализацию классического алгоритма и основан на одноимённом индикаторе технического анализа [8, р. 137]. Алгоритм сходен с алгоритмом пересечения двух скользящих средних, но роль быстрой скользящей средней играет линия цены, а роль медленной - значения индикатора Parabolic SAR. При пересечении ценой индикатора снизу вверх подаётся сигнал на покупку и одновременно на закрытие продажи. Аналогично, при пересечении ценой индикатора сверху вниз - сигнал на продажу, закрытие позиции на покупку.

Стратегия является также реверсной и трендовой. Блок содержит два параметра оптимизации, которые используются в расчёте значений

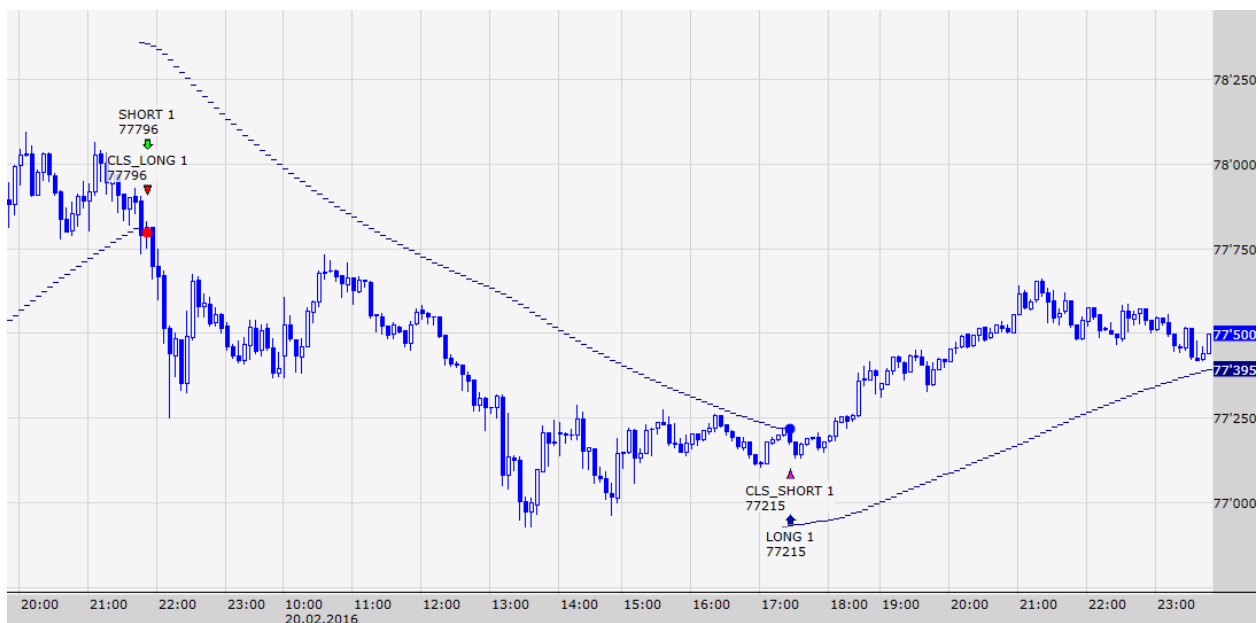


Рис. 15: Индикатор Parabolic SAR

индикатора Parabolic SAR.

5.7.4. Блок "MACD"

Ещё одним общеизвестным индикатором является индикатор технического анализа MACD, оригинальная версия которого предполагает наличие двух линий индикатора - сплошной и пунктирной (сигнальной) [7, р. 136]. Первая рассчитывается как разность двух экспоненциальных скользящих средних различного периода, вторая - как сглаженная первая линия ещё одной экспоненциальной скользящей средней, т.е. ЕМА, рассчитанная от сплошной линии.

Блок включает реализацию классического алгоритма, суть которого состоит в том, что при пересечении сплошной линии снизу вверх сигнальной линии подаётся заявка на покупку и закрывается открытая позиция на продажу. При пересечении сплошной линии сверху вниз сигнальной линии открывается позиция на продажу и закрывается позиция на покупку.

Для улучшения работы стратегии пользователь может провести оптимизацию трёх параметров. Предложенные параметры оптимизации - это периоды каждой экспоненциальной скользящей средней, которая

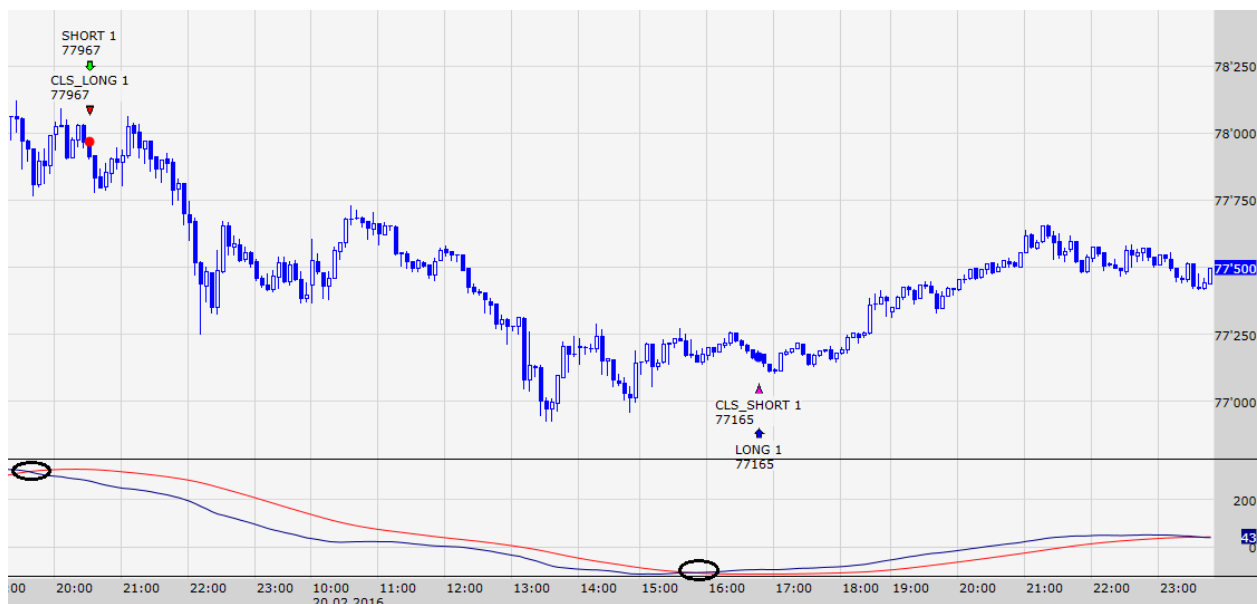


Рис. 16: Индикатор MACD

участвует в вычислениях значений индикатора MACD.

5.7.5. Блоки "Выбор алгоритма для входа в позицию на покупку", "Выбор алгоритма для входа в позицию на продажу"

Представленные выше блоки готовых алгоритмов полезны на начальном этапе создания торговых стратегий. Однако условий, которые фигурируют в данных алгоритмах, может быть недостаточно для того, чтобы стратегия показывала устойчивость, несмотря на постоянно меняющийся рынок, и эффективно отработывала себя как на исторических, так и на реальных котировках. Поэтому предлагается рассмотреть блоки, содержащие только необходимые условия для входа в сделку, каждой из рассмотренной ранее классической стратегии. Данные блоки помогут упростить процесс построения стратегий, использующих рассмотренные классические алгоритмы, а также дать техническую базу для создания более сложных алгоритмов.

Блок "Выбор алгоритма для входа в позицию на покупку" представляет собой реализацию технической основы для входа в позицию на покупку представленных выше четырёх классических стратегий. Блок предоставляет пользователю возможность выбора одной из данных стратегий, настройкой соответствующих полей блока. Пользова-

телю также сохраняется возможность работы с параметрами оптимизации предложенных классических стратегий, вдобавок, он может использовать расчёт индикаторов по ценам открытия взамен стандартного расчёта по ценам закрытия баров и указать размер абсолютной комиссии, которая будет учитываться в каждой совершенной роботом сделке.

Блок "Выбор алгоритма для входа в позицию на продажу" аналогичен предыдущему блоку, за исключением того, что рассматриваются условия классических алгоритмов для открытия позиции на продажу.

6. Апробация инструментария

Для апробации были выбраны две стратегии, абсолютно отличающиеся условиями работы с позициями. Первая стратегия основана на одном из классических трендовых алгоритмов: пересечение двух экспоненциальных скользящих средних младшего и старшего периода вычисления индикаторов. Вторая - более оригинальная и довольно редкая в использовании: появление на графике цены определённых свечных моделей (свечных паттернов) и интерпретация их в сигнал на покупку, либо на продажу в зависимости от того, какая модель была обнаружена на ценовом графике.

6.1. Торговая стратегия №1: пересечение двух ЕМА

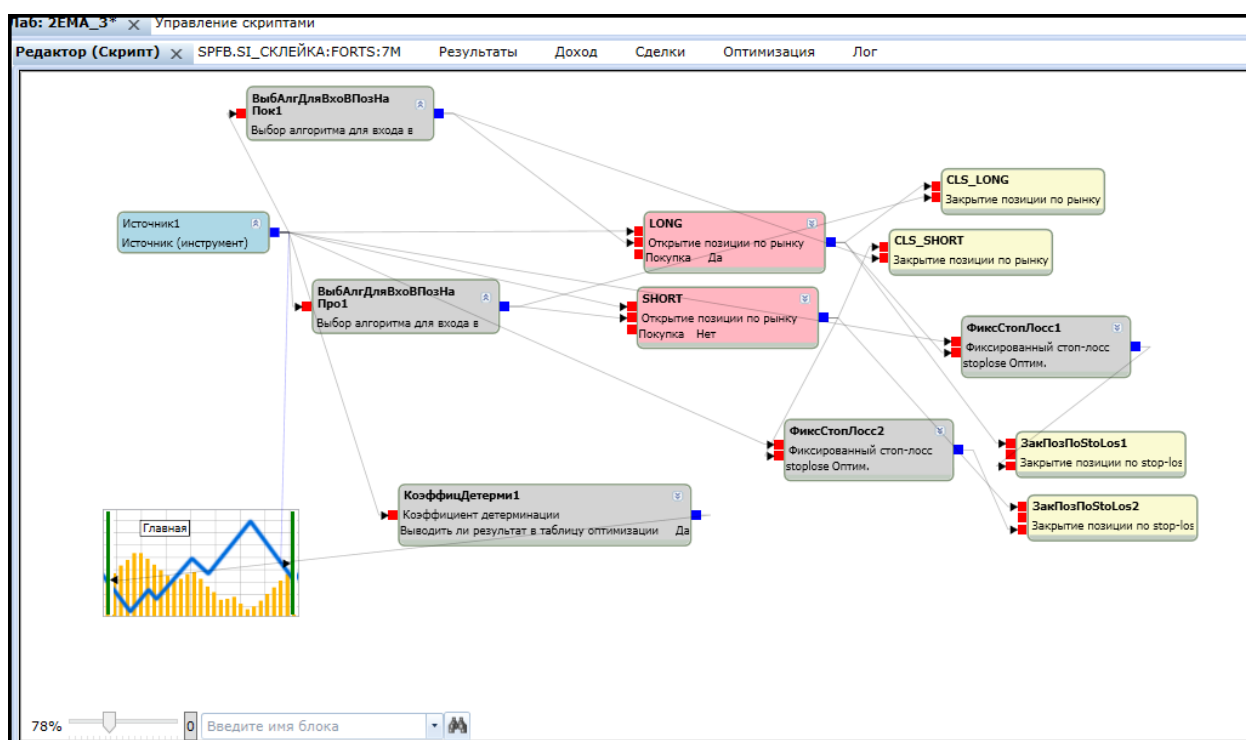


Рис. 17: Визуальные блоки стратегии №1

В качестве блоков, отвечающих за условия открытия позиций, были взяты блоки "Выбор алгоритма для входа в позицию на покупку" и "Выбор алгоритма для входа в позицию на продажу". Данные блоки удобны в использовании, так как дают возможность выбрать интере-

сующий нас алгоритм одним нажатием на соответствующее поле блока, не задействуя какие-либо дополнительные блоки. В данном случае был выбран алгоритм пересечения двух экспоненциальных скользящих средних (ЕМА). Для расчёта значений скользящих средних были выбраны цены закрытия баров, а также была установлена абсолютная комиссия размером 5 пунктов цены. В качестве блоков закрытия позиций было взято два блока "Фиксированный стоп-лосс" для закрытия позиций на покупку и продажу соответственно.

В роли актива, на котором проходило тестирование стратегии, выступал фьючерсный контракт на курс доллар США - российский рубль. Был взят отрезок исторических данных с 1 января 2015 года по 30 марта 2017 года с временным интервалом котировок 7 минут.

Далее, при помощи платформы TSLab проходила оптимизация параметров: размеров стоп-приказов и периодов скользящих средних. После этого средствами инструментария были получены оценки эффективности, соответствующие каждому набору параметров предложенной стратегии.

Ниже представлен график доходности торговой стратегии пересечения двух скользящих средних (выделен зелёным цветом).

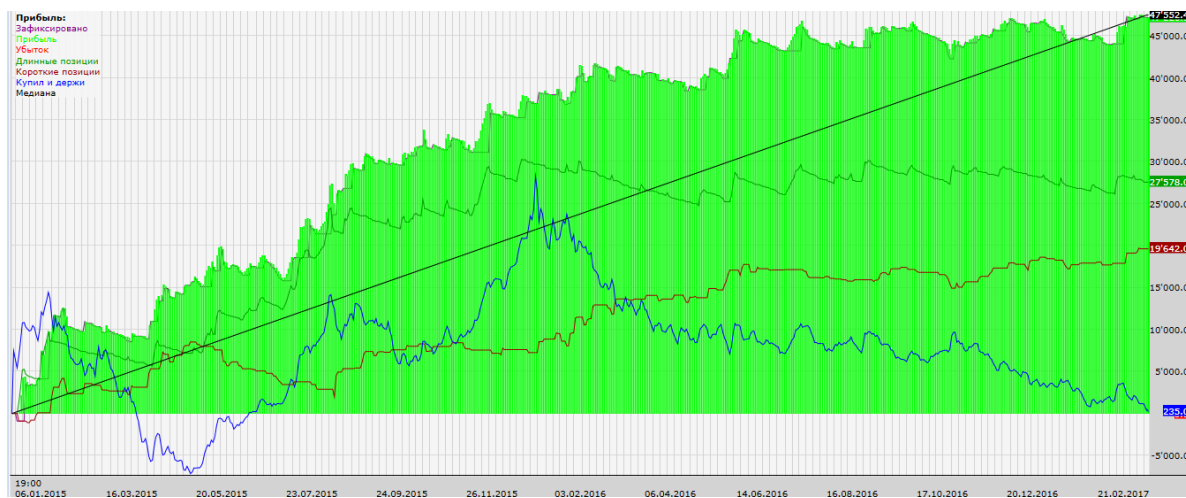


Рис. 18: "График доходности торговой стратегии №1"

6.2. Торговая стратегия №2: свечные модели технического анализа

Данная стратегия является более объёмной и сложной в реализации по сравнению с первой торговой стратегией. Также она примечательна тем, что содержит блоки на открытие позиции, техническая составляющая которых не является широко распространённой, поэтому она даёт более устойчивые результаты и привлекательные оценки эффективности стратегии.

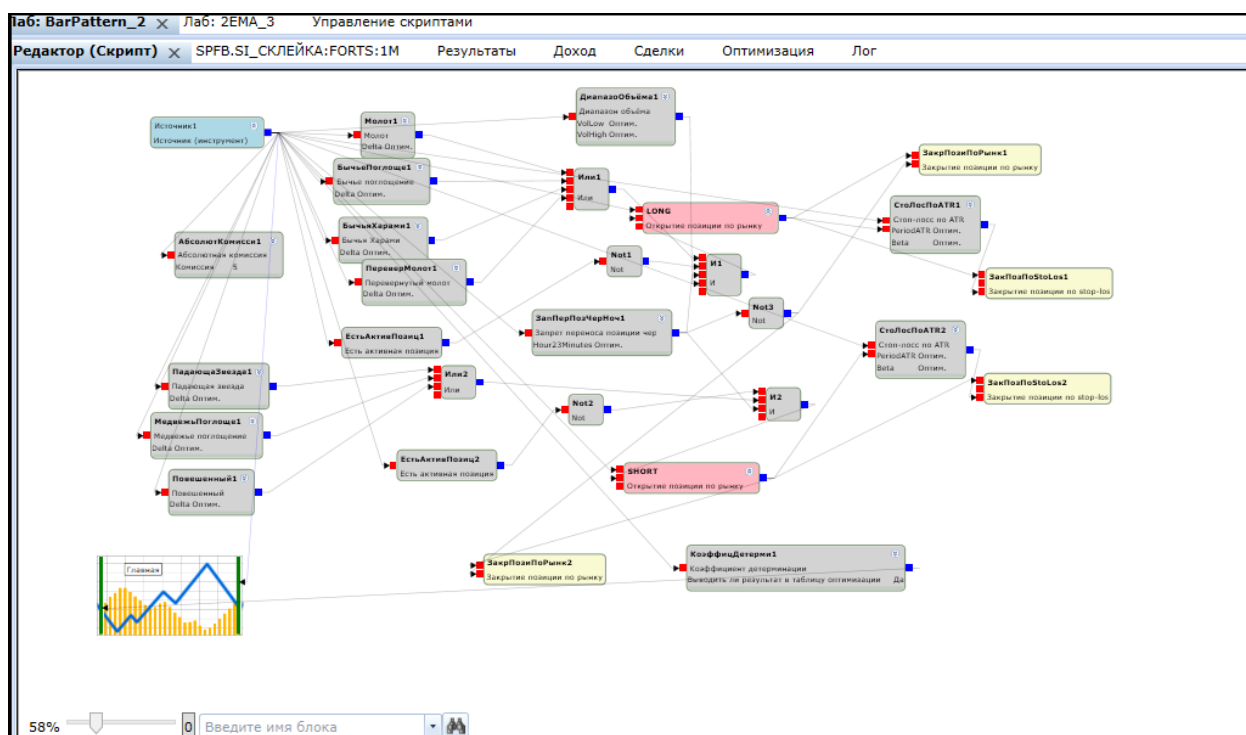


Рис. 19: Визуальные блоки стратегии №2

В качестве блоков для открытия позиций были взяты ранее предложенные блоки свечных моделей технического анализа. Данная стратегия не ограничивается одним условием на открытие позиций, благодаря наличию соответствующих блоков, которые можно использовать в совокупности с другими блоками. Для открытия позиций на покупку были использованы блоки "Молот", "Бычье поглощение", "Перевернутый молот", "Бычья харамби", на продажу - "Падающая звезда", "Медвежье поглощение" и "Повешенный". Для закрытия позиций было задействовано два блока "Стоп-лосс по ATR" для закрытия позиций на покупку

и продажу соответственно.

Данная стратегия примечательна ещё тем, что все сделки совершаются в течении одного дня, то есть не происходит перенос позиции через ночь. Данное ограничение было реализовано при помощи вспомогательного блока "Запрет переноса позиции через ночь". Для фильтрации лишних сигналов на покупку был использован блок "Диапазон объёма", чтобы исключить панические объёмы, которые могут означать, например, что на рынок повлиял новостной фон, а также низкие объёмы, которые могут означать, что активность игроков в данный момент низка.

Аналогично предыдущей стратегии тестирование проходило на отрезке исторических данных с 1 января 2015 года по 30 марта 2017 года на фьючерсном контракте на курс доллар США - российский рубль. За временной интервал котировок был взят интервал размером одной минуты. Далее, проводилась оптимизация всех параметров торговой стратегии. В заключение, средствами предложенного инструментария была выбрана наиболее эффективная с точки зрения оценок стратегия.

Ниже представлен график доходности данной торговой стратегии (выделен зелёным цветом).

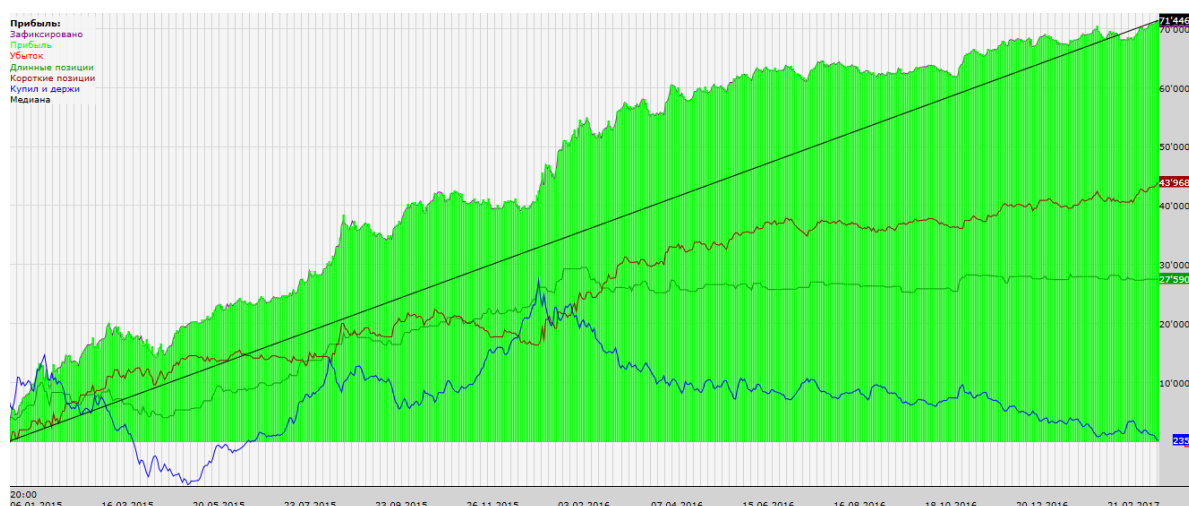


Рис. 20: "График доходности торговой стратегии 2"

6.3. Сравнение торговых стратегий

В ходе апробации инструментария были разработаны две торговые стратегии, а также были получены оценки эффективности стратегий средствами инструментария. Для получения оценок использовались блоки: "Коэффициент детерминации", "Средняя сделка", "Целевая функция". Ниже представлены результаты полученных оценок эффективности.

Таблица 1: Оценки эффективности торговых стратегий

	Стратегия №1	Стратегия №2
Число сделок	469	837
Средняя сделка	100,68	86,47
Коэффициент детерминации	0.87	0.95
Целевая функция	188.69	163.43

Изучив показатели эффективности данных стратегий, можно сказать, что максимальное значение целевой функции имеет стратегия №1: пересечение двух ЕМА. Однако, данная стратегия имеет показатель коэффициента детерминации ниже, чем у второй стратегии. Поэтому, учитывая количество сделок, совершённых за период тестирования, можно утверждать, что стратегия №2 имеет более привлекательные показатели эффективности и показала хорошую устойчивость за период тестирования.

Заключение

В рамках данной выпускной квалификационной работы были достигнуты следующие результаты:

- выполнен обзор технологий создания торговых роботов: программных комплексов StockSharp, Quik, торгового комплекса Metatrader, а также платформы TSLab;
- разработаны требования к инструментарию;
- описана архитектура предлагаемого инструментария;
- реализован инструментарий, упрощающий процесс создания торговых роботов на языке C# в среде программирования SharpDevelop на базе платформы TSLab;
- произведена апробация инструментария:
 - 1) разработан ряд торговых стратегий;
 - 2) произведено тестирование стратегий на реальных данных, получены оценки эффективности и произведено их сравнение друг с другом средствами предложенного инструментария.

Список литературы

- [1] Gujarati D.N., Porter D.C. Basic Econometrics. Fifth Edition. — McGraw-Hill/Irwin, 2009.
- [2] Metatrader 5, официальный сайт продукта [Электронный ресурс] — URL: <https://www.metatrader5.com/ru> (дата обращения: 20.04.2017).
- [3] Quik, официальный сайт продукта [Электронный ресурс] — URL: <http://arqatech.com/ru/products/quik/> (дата обращения: 20.04.2017).
- [4] StockSharp, официальный сайт продукта [Электронный ресурс] — URL: <http://stocksharp.ru> (дата обращения: 20.04.2017).
- [5] TSLab, официальный сайт продукта [Электронный ресурс] — URL: <http://www.tslab.ru/> (дата обращения: 20.04.2017).
- [6] Wilder J. New Concepts in Technical Trading Systems. — Greensboro, NC, 1978.
- [7] Александр Элдер Как играть и выигрывать на бирже: Психология. Технический анализ. Контроль над капиталом. - М.: Альпина Паблишер, 2011.
- [8] Гаврилов А. Е., Логинова В. А. Баянова Ю. А., Смелова Т. А. РЫНОК ЦЕННЫХ БУМАГ (ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ) — ВолгГТУ, Волгоград, 2006. — 170 с.
- [9] Дефоссе Г. Фондовая биржа и биржевые операции. — Издательство "Феникс", 1992.
- [10] Джон Дж. Мэрфи Технический анализ фьючерсных рынков: теория и практика. - М.: Сокол, 1996. - 592с.
- [11] Нисон Стив За гранью японских свечей. - М.: Диаграмма, 2001. - 304 с., ил.

- [12] Страница в сети интернет, посвященная MetaEditor [Электронный ресурс] — URL: <https://www.metatrader5.com/ru/automated-trading/metaeditor> (дата обращения: 20.04.2017).
- [13] Страница в сети интернет, посвященная S#.Data [Электронный ресурс] — URL: <https://www.finam.ru/howtotrade/special00023> (дата обращения: 20.04.2017).
- [14] Страница в сети интернет, посвященная TSLab [Электронный ресурс] — URL: <https://www.finam.ru/howtotrade/tslab> (дата обращения: 20.04.2017).
- [15] Страница в сети интернет, посвященная анализу японских свечей [Электронный ресурс] — URL: <http://stocklist.ru/candlesticks1.html> (дата обращения: 20.04.2017).
- [16] Страница в сети интернет, посвященная скользящим средним [Электронный ресурс] — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Скользящая_средняя (дата обращения: 20.04.2017).