

15. *Lebedev B.K., Lebedev V.B.* Optimizatsiya metodom kristallizatsii rossypi al'ternativ [Optimization by the method of crystallization of a placer of alternatives], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2013, No. 7, pp. 11-17.
16. *Lebedev B.K., Lebedev V.B.* Metod kristallizatsii rossypi al'ternativ [The method of crystallization of a placer of alternatives], *Sb. nauchnykh trudov VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Integrirovannye modeli i myagkie vychisleniya v iskusstvennom intellekte»* [Collection of scientific papers of the VII International Scientific and Practical Conference “Integrated Models and Soft Computing in Artificial Intelligence”]. Moscow: Izd-vo Fizmatlit, 2013, pp. 903-912.
17. *Lebedev B.K., Lebedev V.B.* Global'naya trassirovka metodom kristallizatsii rossypi al'ternativ [Global tracing by the method of crystallization of a placer of alternatives], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2014, No. 7 (156), pp. 42-51.
18. *Lebedev B.K., Lebedev V.B.* Postroenie krachayshikh svyazyvayushchikh soedineniy metodom kristallizatsii rossypi al'ternativ [Construction of the shortest binding connections by the method of crystallization of a placer of alternatives], *VI Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya «Problemy razrabotki perspektivnykh mikro- i nanoelektronnykh sistem – 2014»: Sb. trudov* [VI All-Russian scientific and technical conference “Problems of developing promising micro- and nanoelectronic systems – 2014”: Collection of works], under the total. ed. academician of the RAS A.L. Stempkovskogo. Moscow: IPPM RAN, 2014, pp. 177-183.
19. *Mourelle M.* Swarm intelligent systems. Berlin: Heidelberg: Springer, 2006, 217 p.
20. *Cong J., Romesis M., Xie M.* UCLA Optimality Study Project. Available at: <http://cadlab.cs.ucla.edu/~pubbench>. 2004.
21. MCNC Electronic and Information Technologies (Online). Available at: www.mcnc.org.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.Г. Коробейников.

Лебедев Борис Константинович – Южный федеральный университет; e-mail: lebedev.b.k@gmail.com; г. Таганрог, Россия; тел.: 89282897933; кафедра систем автоматизированного проектирования; профессор.

Лебедев Олег Борисович – e-mail: lebedev.ob@mail.ru; тел.: 89085135512; кафедра систем автоматизированного проектирования; доцент.

Лебедева Екатерина Олеговна – e-mail: lbedevakate@mail.ru; тел.: 89289591426; кафедра систем автоматизированного проектирования; аспирант.

Lebedev Boris Konstantinovich – Southern Federal University; e-mail: lebedev.b.k@gmail.com; Taganrog, Russia; phone: +79282897933; the department of computer aided design; professor.

Lebedev Oleg Borisovich – e-mail: lebedev.ob@mail.ru; phone: +79085135512; the department of computer aided design; associate professor.

Lebedeva Ekaterina Olegovna – e-mail: lbedevakate@mail.ru; phone: +79289591426; the department of computer aided design; graduate student.

УДК 004.428.4+336.76.066

DOI 10.18522/2311-3103-2022-4-157-169

Т.Н. Кондратьева, Е.Р. Мунтян, И.Ф. Развеева

РЕАЛИЗАЦИЯ ТОРГОВОГО СОВЕТНИКА ДЛЯ МУЛЬТИРЫНОЧНОЙ ПЛАТФОРМЫ METATRADER 5

В статье рассмотрен процесс создания гибкой торговой стратегии для алготрейдинга в специализированной среде разработки MQL5 IDE в мультирыночной платформе MetaTrader 5. Показаны преимущества и целесообразность использования платформ MetaTrader 5, MetaTrader 4 и соответствующих им торговых приложений Trade Assistant, Forex Trade Manager, Trade Time Manager, CAP Gold Albatross EA и Fast Copy. Проведен

сравнительный анализ имеющихся реализаций торговых советников, основанных на различных индикаторах, а также созданных с применением интеллектуальных технологий. В ранее реализованных торговых советниках для прогнозирования цен волатильности финансовых активов в основном использованы алгоритмы гибкого обучения, модели компенсаторной нечеткой логики, инструменты технического анализа, что влечет за собой высокие временные затраты в условиях высокой волатильности финансового рынка. Для решения данной проблемы авторами предлагается комплексный подход, основанный на применении инструментов технического анализа, встроенных в мультимедийную платформу MetaTrader 5 и алгоритма автоматизации торговой стратегии, что позволяет получить прогноз заданной точности по выбранному инструменту в режиме реального времени. В работе обоснована необходимость внедрения элементов автоматической торговли при анализе котировки финансовых инструментов и управлении торговым счетом во избежание механических, аналитических, организационных и психологических ошибок, совершаемых трейдерами. В ходе исследования поэтапно показан процесс создания, отладки, тестирования, оптимизации и исполнения реализуемого торгового советника. Разработан алгоритм автоматизации торговой стратегии и представлена его блок-схема. Определены исходные данные для алгоритма автоматизации торговой стратегии, а также описан математический аппарат вычисления показателей лимитных ордеров типа TakeProfit и StopLoss. Так как биржевая торговля связана со множеством рисков, то было проанализировано влияние различных значений лотов лимитных ордеров типа TakeProfit и StopLoss на возможную прибыль и ограничение на просадку (убыток). В результате советник корректно отработал в реальном режиме времени без участия человека в течение восьми недель по двум торговым стратегиям. Результаты тестирования разработанного программного обеспечения позволяют сделать следующие выводы: когда советник показывает высокую степень рекомендации, фактические финансовые активы показывают высокую эффективность.

Мультиязычная платформа; MetaTrader 5; Forex; алготрейдинг; торговая стратегия; индикатор.

T.N. Kondratieva, E.R. Muntyan, I.F. Razveeva

IMPLEMENTATION OF A TRADING ADVISOR FOR THE METATRADER 5 MULTI-MARKET PLATFORM

The article describes the process of creating a flexible trading strategy for algorithmic trading in a specialized development environment MQL5 IDE in the MetaTrader 5 multi-asset platform. The advantages and expediency of using the MetaTrader 5, MetaTrader 4 platforms and their respective trading applications Trade Assistant, Forex Trade Manager, Trade Time Manager, CAP Gold Albatross EA and Fast Copy are shown. A comparative analysis of the existing implementations of trading advisors based on various indicators, as well as those created using intelligent technologies, has been carried out. In the previously implemented trading advisors, for predicting the prices of the volatility of financial assets, flexible learning algorithms, compensatory fuzzy logic models, and technical analysis tools are mainly used, which entails high time costs, in conditions of high financial market volatility. To solve this problem, the authors propose an integrated approach based on the use of technical analysis tools built into the MetaTrader 5 multimedia platform and the trading strategy automation algorithm, which makes it possible to obtain a forecast of a given accuracy for the selected instrument in real time. The paper substantiates the need to introduce elements of automatic trading when analyzing the quotes of financial instruments and managing a trading account in order to avoid mechanical, analytical, organizational and psychological mistakes made by traders. The study shows step by step the process of creating, debugging, testing, optimizing and executing the implemented trading advisor. An algorithm for automating a trading strategy has been developed and its block diagram has been presented. The initial data for the trading strategy automation algorithm are determined, and the mathematical apparatus for calculating indicators of limit orders of the TakeProfit and StopLoss types is described. Since exchange trading is associated with many risks, we analyzed the impact of different values of lots of TakeProfit and StopLoss limit orders on possible profit and drawdown limit (loss). As a result, the EA worked correctly in real time without human intervention for eight

weeks using two trading strategies. The results of testing the developed software allow us to draw the following conclusions: when the EA shows a high degree of recommendation, the actual financial assets show high efficiency.

Multimarket platform; MetaTrader 5; Forex; algorithmic trading; trading strategy; indicator.

Введение. Платформа MetaTrader 5 – это инструмент трейдера, позволяющий проводить технический анализ и совершать торговые операции на Forex и фондовых биржах.

Платформа MetaTrader 5 предлагает инструменты технического и фундаментального анализа для комплексного разбора динамики цен [1–4]. Платформа позволяет одновременно изучать около 100 графиков котировок валют и акций. Большое количество тайм фреймов (торговых периодов) позволяет проводить исчерпывающий детальный анализ динамики цен в режиме 24/7. Более 80 технических индикаторов, осцилляторов и аналитических инструментов, включая графические объекты, позволяют детально анализировать динамику котировок [5–8].

Аналитические возможности терминала не ограничиваются встроенными инструментами. Благодаря специализированному языку программирования высокого уровня MetaQuotes Language 5 (MQL5) можно создать собственный индикатор со своими уникальными характеристиками. Все эти функции увеличивают аналитические возможности платформы и способность проводить более подробный и точный технический анализ котировок [9].

В данном исследовании рассмотрен один из наиболее эффективных способов работы на платформе – алгоритмическая торговля с использованием специализированных торговых роботов (экспертов). Роботы работают без участия трейдера – они могут анализировать котировки и совершать торговые операции по базовому алгоритму [10–12].

1. Анализ предметной области. Одной из первых задач, с решением которых сталкивается разработчик собственного торгового советника – это изучение, осмысление и анализ предметной области. Дело в том, что предметная область сильно влияет на все аспекты алгоритма: допустимые границы основных параметров, взаимодействие с пользователем, модель хранения и представления данных и т.д.

Чтобы избежать механические, аналитические, организационные и психологические ошибки на сегодняшний день создан ряд торговых советников, основанных на современных индикаторах. Так, в работе [13] рассмотрено создание эффективного торгового робота для торговли акциями ПАО «Сбербанк России», в основу которого заложен стохастический осциллятор, а также исследуются способы его применения и выявляются наиболее эффективные для получения максимальной прибыли. В работе [14] показано, как торговые роботы формируют значительную часть торгового оборота на мировых биржевых площадках, оказывая при этом немаловажное воздействие на всю биржевую инфраструктуру. Торговая стратегия, основанная на стохастическом осцилляторе (Stochastic Oscillator), при тестировании на исторических данных показала положительные результаты по всем основным показателям: прибыльность торговой системы, величина чистой и общей прибыли, максимальная и относительная просадка, общий убыток.

Говоря о необходимости автоматизации сферы трейдинга, исследователи отмечают, что уже сейчас 2/3 инвесторов готовы прислушаться к советам компьютера при вложении средств, как показано в работе [15]. Одной из ветвей развития автоматического трейдинга является внедрение методов искусственного интеллекта. Применение «умных» алгоритмов позволит вывести работу трейдера на новый качественный уровень. Торговые системы на основе нейронных сетей способны обрабатывать большие массивы исторических данных, при этом четко выявлять основные закономерности и внутренние логические связи в них [16].

Табл. 1 содержит торговые приложения для MetaTrader 4 (MT4), MetaTrader 5 (MT5) их стоимость при покупке и аренде, функционал и рейтинг. Мы не стали описывать все полезные функции торговых систем представленных в табл. 1, ограничились теми функциями, которые нам необходимы для создания собственного советника в терминале MetaTrader 5. Нужно отметить, что рейтинг MetaTrader 4 выше рейтинга MetaTrader 5, это объясняется тем, что MetaTrader 4 был выпущен в 2005 году и сразу же стал популярным и надёжным инструментом для трейдеров, а новая версия платформы MetaTrader 5 вышла в 2010 году дополненная новыми инструментами, в частности инструментами искусственного интеллекта и возможностью создания скрипта на Python. Стоимость торговых приложений для трейдинга может колебаться от одной сотни долларов до одной тысячи долларов и до несколько тысяч долларов, так например NorthEastWay MT5 стоимость 12483 долларов, год выпуска 2020, последнее обновление июль 2022 или Darwin Evolution MT5 стоимость от 1449 до 999 долларов (зависит от функционала), год выпуска 2022, последнее обновление февраль 2022.

Таблица 1

Торговые приложения

Торговые утилиты	Стоимость (USD)	Аренда (USD)		Функционал	РРейтинг
		3 месяца	1 год		
Trade Assistant MT4	100	30	50	Расчёт рисков по сделкам, простая установка нового ордера с помощью линий, 7 типов трейлинг – стопа	4,71
Trade Assistant MT5	100	30	50	Расчёт рисков по сделкам, простая установка нового ордера с помощью линий, 7 типов трейлинг – стопа и другой полезный функционал	4,63
Forex Trade Manager MT5	99	30	-	автоматический break even; trailing stop; частичное закрытие сделки; one-cancels-the-other order (OCO)	4,91
Trade Time Manager MT5	30	-	-	Советник открывает и закрывает новые ордера по времени. С его помощью можно реализовать торговые сценарии любой сложности, создав список задач	1,27
CAP Gold Albatross EA MT5	Free	-	-	Математический скальпер, который агрессивно торгует тиковыми данными, реализует простую и универсальную торговую стратегию	1,88
Fast Copy MT5	55	30	-	Копирование сделок между различными терминалами MT4 и MT5 по валютным парам	4,84

На сегодняшний день, компания MetaQuotes занимается разработкой новой версии платформы MetaTrader 6, которая будет являться объединённой версией платформ MetaTrader 4 и MetaTrader 5, поскольку и та и другая версия имеют свои преимущества и могут успешно дополнять друг друга.

В наших ранних работах для построения торговой стратегии мы использовали цены закрытия валютной пары [17], в данной работе предлагается использование только цен открытия, что обусловлено выбором финансового инструмента лимитных ордеров типа: TakeProfit и StopLoss.

Зарубежные ученые в своих работах по прогнозированию индекса волатильности финансового рынка в основном используют алгоритмы гибкого обучения [18], модели компенсаторной нечеткой логики [19, 20], инструменты технического анализа [21]. Недостатком применения аналитического подхода к решению задачи прогнозирования волатильности рынка является высокие временные затраты. Для решения данной проблемы авторами предлагается комплексный подход, основанный на применении инструментов технического анализа, встроенных в мультимедийную платформу MetaTrader 5 и алгоритма автоматизации торговой стратегии, что позволяет получить прогноз заданной точности по выбранному инструменту в режиме реального времени.

2. Постановка цели исследования. Целью работы является разработка программного модуля в виде торговой системы для тестирования стратегий и технических индикаторов на платформе Metatrader 5 на языке MetaQuotes Language 5 (MQL5) для оптимизации программ алготрейдинга с применением методов технического анализа.

3. Реализация алгоритма автоматизации торговой стратегии. При создании модуля на платформе Metatrader 5 первоочередной задачей является выбор библиотек. В составе скрипта интегрировано несколько различных торговых стратегий, которые применяются в зависимости от условий на рынке (выбора финансовых инструментов). Торговый советник производит анализ динамики курса валют, автоматически подбирает наиболее приемлемую стратегию.

Библиотека состоит из списков объектов, и предоставляет возможность выбора любого из элементов списка по любому критерию или свойству, запрошенному пользователем, поддерживаемому этим объектом.

Структура данных библиотеки – это набор разных объектов для описания свойств необходимых нам данных и коллекции данных – списки, хранящие соответствующие объекты. Для организации списков использован класс динамического массива указателей на экземпляре класса CObject и его наследников из коллекции данных стандартной библиотеки.

В каталоге библиотеки \MQL5\Include\DoEasy\Collections\ создан новый файл класса-коллекции тиковых данных с именем TickSeriesCollection.mqh и новый класс CBaseObj в файле BaseObj.mqh. Используемые методы: метод сравнения двух классов-событий объектов (Compare); метод TickTime; виртуальный метод SetTypeEvent; приватный метод IndexTickSeries.

Для создания объекта-коллекции использован метод, создающий список-коллекцию тиковых серий символов в виде массивов. Для связи созданной коллекции с «внешним миром» использован основной класс библиотеки CEngine, хранящийся по адресу \MQL5\Include\DoEasy\Engine.mqh.

Второй этап представляет собой настройку общих параметров скрипта. В проекте решается достаточно большой спектр вопросов, а именно: определение типа ордеров; открытие/закрытие позиций ордеров; удаление лимитных и стоповых ордеров.

Для открытия позиций использована функция *OrderSend*, которая позволяет учесть структуры торгового запроса *MqlTradeRequest* и результат (своего рода ответ на запрос) выполнения помещается в структуру *MqlTradeResult*, поле *redcode*, которой содержит код возврата торгового сервера (рис. 1).

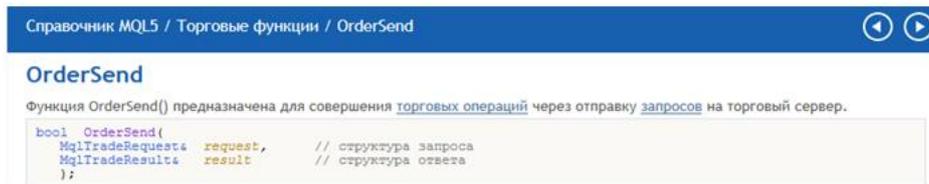


Рис. 1. Справочник MQL5. Функция OrderSend

При открытии ордера использованы *StopLoss* и *TakeProfit*, при этом известна текущая цена (работаем в режиме реального времени), используем *MqlTick*, имя новой переменной *cur_price* – текущая цена. Произведена нормализация данных *NormalizeDouble* и проверка условий по ордерам (рис. 2).

```

{
if (PositionGetInteger POSITION_TYPE = HJSITION_TYPE_BUY)
{
ask = PositionGetDouble (POSITION_PRICE_OPEN);
dsl = NormalizeDouble ( asc - sloss * _Point, _Digits);
dtp = NormalizeDouble ( asc + tprofit * _Point, _Digits);
}
if (PositionGetInteger POSITION_TYPE = HJSITION_TYPE_SELL)
{
bid = PositionGetDouble (POSITION_PRICE_OPEN);
dsl = NormalizeDouble ( bid + sloss * _Point, _Digits);
dtp = NormalizeDouble ( bid - tprofit * _Point, _Digits);
}
}

```

Рис. 2. Нормализация данных *NormalizeDouble*

Торговля осуществляется посредством отправки с помощью функции *OrderSend* «приказов» на открытие позиций, а также «приказов» на установку, модификацию и удаление отложенных ордеров. Каждый торговый «приказ» содержит указание на тип запрашиваемой торговой операции, согласно справочнику торговых операций *ORDER*.

В финальной части нашего продукта использованы коды возврата торгового сервера: 10008 – Ордер размещен (*TRADE_RETCODE_PLACED*); 10009 – Заявка выполнена (*TRADE_RETCODE_DONE*), как показано на рис. 3.

```

if (!OrderSend (mrequest,mresult))
{
Print ("Ошибка выполнения запроса открытия позиции на покупку" + IntegerToString(mresult.retcodes));
}
if (mresult.retcodes == 10008 || mresult.retcodes == 10009)
{
Print ("Ордер на покупку успешно открыт");
}
else
{
Print ("Запрос на установку ордера на покупку не выполнен + код ошибки: " + IntegerToString (GetLastError ()));
}

```

Рис. 3. Коды возврата торгового сервера

Далее создается стандартный шаблон (блок) для класса, который включает в себя конструктор (*order*). Данный конструктор позволяет открывать позиции, а выполнять инициализация всех предикторов для открытия позиций, включая текущий символ валютной пары. Таким, образом, в этом блоке заполняется структура торгового запроса всеми необходимыми параметрами.

Алгоритм автоматизации торговой стратегии (далее алгоритм) работает следующим образом: при открытии позиции *Buy*, позиция *Sell* закрывается. То есть, если инвертор выполнен, как: *trader.Buy(Lot)*, то открывается позиция на покупку, иначе открывается позиция на продажу (*trader.Sell(Lot)*). Далее, идёт проверка на

закрытие ордера в случае получения (достижения) прибыли: если $points \geq TP$, то поступает команда закрытия позиции (`CTrade::PositionClose`) и далее, $invertor=true$; если $points \leq -ST$, то так же поступает команда закрытия позиции и далее, $invertor=false$ (рис. 4).

```
double points;
if (!PositionSelect(_Symbol))
{
    if (Invertor)
        trader.Buy(Lot);
    else trader.Sell(Lot);
}
else
{
    if (PositionGetInteger(POSITION_TYPE) == POSITION_TYPE_BUY)
    {
        points = (SymbolInfoDouble(_Symbol, SYMBOL_BID) - PositionGetDouble(POSITION_PRICE_OPEN))/_Point;
        if (points >= TP)
        {
            trader.PositionClose(_Symbol);
            Invertor = true;
        }
        if (points <= -SL)
        {
            trader.PositionClose(_Symbol);
            Invertor = false;
        }
    }
}
```

Рис. 4. CTrade, trader.Buy(Lot)

Аналогичным образом поступим для ордера типа *Sell*. `Sell(const double volume,const string symbol=NULL,double price=0.0,const double sl=0.0,const double tp=0.0,const string comment="")`; осталось записать параметр объём (*Lot*). Алгоритм работает следующим образом: при открытии позиции *Sell*, позиция *Buy* закрывается. То есть, если $invertor$ выполнен, как: `trader.Sell(Lot)`, то открывается позиция на продажу, иначе: `trader.Buy(Lot)`, открывается позиция на покупку.

Алгоритм работает и в обратном порядке так же. Для того, чтобы алгоритм заработал в обратную сторону необходимо переменной *invertor* присвоить значение *False*: `bool invertor=false` (это происходит сразу после объявления класса *CTrade*) и проверить условие: если $points \geq TP$, затем закрывается позиция: `CTrade::PositionClose` и $invertor=false$; если $points \leq -ST$, то так же поступает команда закрытия позиции `CTrade::PositionClose` и далее, $invertor=true$ (рис. 5).

```
}
if(PositionGetInteger(POSITION_TYPE) == POSITION_TYPE_SELL)
{
    points = (PositionGetDouble(POSITION_PRICE_OPEN) - SymbolInfoDouble(_Symbol, SYMBOL_ASK))/points;
    if(points >= TP)
    {
        trade.PositionClose(_Symbol);
        Invertor = false;
    }
    if(points <= -SL)
    {
        trade.PositionClose(_Symbol);
        Invertor = true;
    }
}
```

Рис. 5. CTrade, trader.Sell (Lot)

Реализуемый алгоритм автоматизации торговой стратегии можно представить в виде последовательности действий:

- 1) создание файла класса-коллекции тиковых данных;
- 2) подключение к нему файлы вновь созданных классов;
- 3) настройка общих параметров скрипта;
- 4) определение структуры торгового запроса и результата;
- 5) определение объёма ордера в лотах;
- 6) подача данных на вход (вектор из цен открытия по определённому периоду) их нормализация;

- 7) проверка условия по ордерам (тип торгового ордера);
 - 8) проверка отсутствия открытых позиций;
 - 9) открытие позиции на покупку/продажу;
 - 10) вычисление переменной k_i ;
 - 11) проверка условия на закрытие ордера;
 - 12) выводы результатов работы советника.
- На рис. 6 приведена блок-схема разработанного алгоритма.

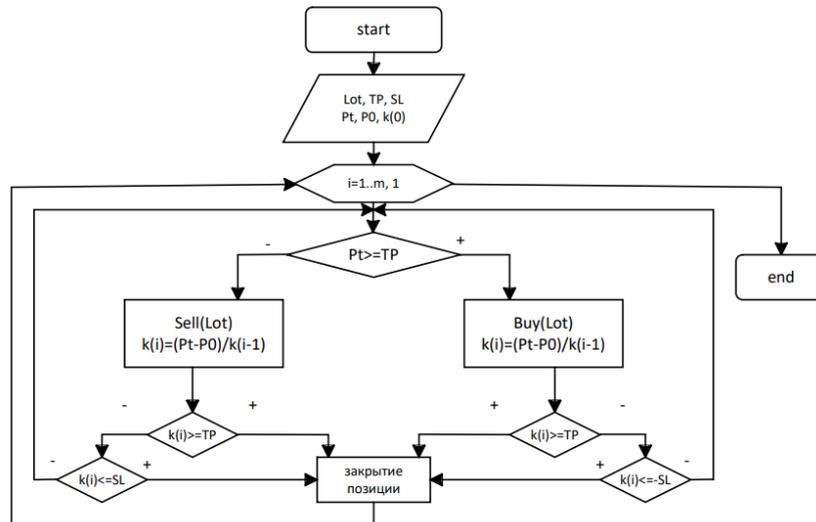


Рис. 6. Блок-схема алгоритма автоматизации торговой стратегии

В качестве исходных данных для алгоритма автоматизации торговой стратегии используются следующие параметры:

- Lot – размер лота, $Lot=1/10$;
 - $StopLoss$ – верхняя граница SL , $SL=a$, $a=10$;
 - $TakeProfit$ – нижняя граница TP , $TP=b$, $b=65$;
 - p_0 – цена открытия;
 - p_t – текущая цена;
 - $Buy(Lot)$ – открытие позиции на покупку;
 - $Sell(Lot)$ – открытие позиции на продажу;
 - k_i – количество тиков (пунктов) по открытому ордеру.
- Значение k_i можно вычислить по формуле:

$$k_i = \frac{p_t - p_0}{k_{i-1}},$$

где $i = \overline{1:m}$, m – число тиков по заданному периоду.

Процесс настройки входных параметров алгоритма отражен на рис. 7.

4. Тестирование торгового советника. Журнал ордеров представлен на рис. 8, можно наблюдать чередование ордеров: Buy; Sell, при этом красным цветом выделены позиции остановки (закрытия) ордера на покупку, а синим – на продажу.

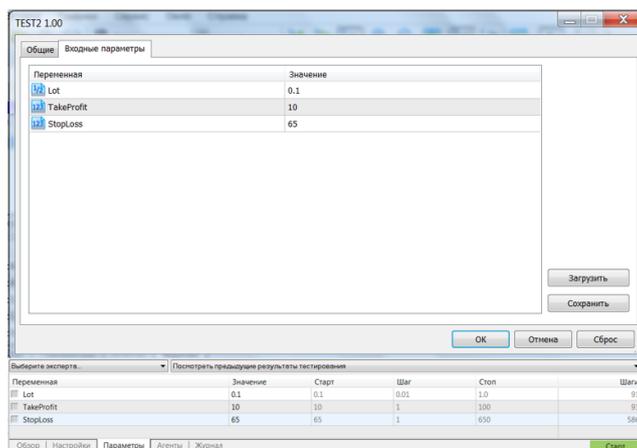


Рис. 7. Входные параметры тестирования Test2



Рис. 8. Журнал ордеров

Данная стратегия позволяет в режиме реального времени проводить работоспособность советника на исторических данных, прежде чем приступить к использованию её на котировках валютных пар.

Ордер *StopLoss/TakeProfit* позволяет решить задачу определения линии поддержки/сопротивления строя задачу на *infimum/supremum* и предназначен для минимизации/максимизации потери/прибыли (рис. 9). При достижении цены уровня поддержки/сопротивления ордер прекращает своё действие и фиксирует убытки/прибыль до экспирации ордера.

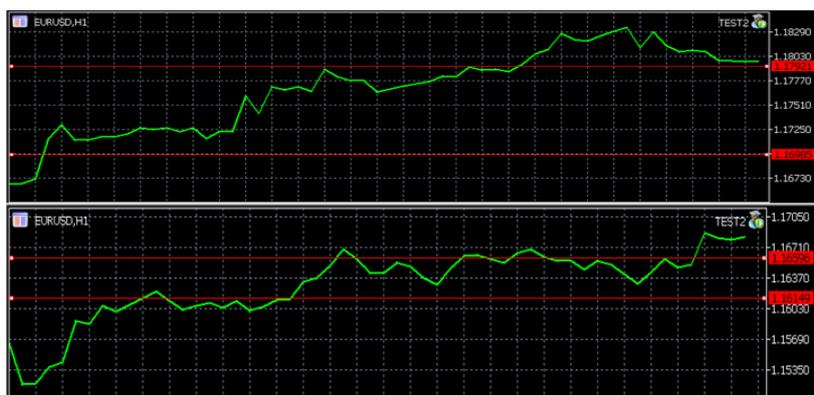


Рис. 9. Линии поддержки/сопротивления

На графике (рис. 9) торговые линии отражают уровни выставленного отложенного ордера (уровни *StopLoss* и *TakeProfit*). *StopLoss* соответствует значению 1,6985, *TakeProfit* – 1, 7921 на восьми недельных периодах (25.04.2022 – 20.06.2022) и *StopLoss* соответствует значению 1,6149, *TakeProfit* – 1,6596 (27.06.2022 – 22.08.2022).

Таблица 2 содержит два выбора *Choice1* и *Choice2* для двух наборов значений *StopLoss* (*SL*) и *TakeProfit* (*TP*).

Таблица 2

Влияние различных значений TP, SL на прибыль

Choice1	Buy TP 250	Sell TP 250	Buy SL 390	Sell SL 400
Choice2	Buy TP 610	Sell TP 610	Buy SL 790	Sell SL 980
Choice1 Profit	-76	235	107	236
Choice2 Profit	52	-34	231	187

В результате работы алгоритма получены следующие рекомендации советника: при размере лота 260 по ордеру типа *Sell TakeProfit* для *Choice1* прибыль составляет 235 пунктов; при размере лота 790 по ордеру типа *Buy StopLoss* для *Choice2* – 231 пункт; при размере лота 400 по ордеру типа *Sell StopLoss* для *Choice1* 236 пунктов. В случае реализации ордера типа *Buy TakeProfit* при *Choice1* убытки составляют 76 пунктов, размер лота 250, а по ордеру *Sell TakeProfit* при *Choice2* 34 пункта при размере лота 620. Разница в прибыли обусловлена принадлежностью стратегиям *Choice1* либо *Choice2*, либо, возможно, рыночные цены открытия позиций устарели в силу быстрого движения рынка. В любом случае, советник реализует остановку автоматически, тем самым предотвращает убытки, наращивая прибыль. Общая прибыль по ордеру типа *Buy* для *Choice1* составила 22730 пунктов; по ордеру типа *Sell* для *Choice1* – 145500 пунктов за период с 25.04.2022 по 20.06.2022. Общая прибыль по ордеру типа *Buy* для *Choice2* составила 214210 пунктов; по ордеру типа *Sell* для *Choice2* – 162180 пунктов за период с 27.06.2022 по 22.08.2022.

В целом, система отработала неоднократно в реальном режиме времени без участия человека в течение восьми недель достаточно корректно.

Заключение. Основным вкладом и новизной этой работы является реализация алгоритма автоматизации торговой стратегии для оптимизации прибыли/убытков по ордерам типа *TakeProfit* и *StopLoss*, построение собственного советника позволяющего оценить эффективность работы автоматической торговой системы на MQL для MetaTrader5.

В работе мы руководствовались принципом факторизации параметров по времени, исходя из этого, строилась дальнейшая стратегия. В наших ранних работах для построения торговой стратегии мы использовали цены закрытия валютной пары, в данной работе мы использовали только цены открытия, поскольку этого требует выбранный финансовый инструмент.

Зарубежные ученые в своих работах по прогнозированию индекса волатильности финансового рынка в основном используют алгоритмы гибкого обучения, модели компенсаторной нечеткой логики, инструменты технического анализа, мы же предсказываем возможную прибыль и ограничиваем просадку инвестора инструментами торговой системы с помощью торгового советника. Построенный нами торговый советник позволяет полностью автоматизировать торговлю в режиме 24/7; выполняет остановку торговли до объявления брокером второго уровня маржи или маржинколла; позволяет использовать фиксированное и свободное число лотов, как процент маржи; определяет ограничения по времени работы советника.

Перспективы исследований данного направления прослеживаются в решении большого спектра прикладных задач финансового рынка. Созданный советник может совершать аналитические и торговые операции по любым финансовым инструментам. Апробировав советника на одном инструменте, открывается возможность использовать его на других финансовых инструментах или на их комбинации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Оноре Г.С.* Инструменты технического анализа с использованием Python и MetaTrader 5 // Образование и наука без границ: социально-гуманитарные науки. – 2022. – № 17. – С. 46-52.
2. *Кондратьева Т.Н., Развеева И.Ф.* Автоматическая торговая система в клиентском терминале MetaTrader 5 // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 10. – С. 56–60.
3. *Кондратьева Т.Н.* Принцип работы трендовых индикаторов // Интернет-журнал Науковедение. 2013. – № 3. – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/63trgsu313.pdf> (дата обращения: 11.09.2022).
4. *Каспаринский Ф.О.* Принципы мультитрейдинга // Электронные библиотеки. – 2021. – Т. 24. № 5. – С. 808-869. – DOI 10.26907/1562-5419-2021-24-5-808-869.
5. *Еремин В.В.* Выбор технического индикатора для российского фондового рынка // Аллея науки. 2020. – Т. 1, № 11(50). – С. 97-105.
6. *Nazário R.T.F., Silva J.L., Sobreiro V.A., Kimura H.A.* literature review of technical analysis on financial asset markets // Q. Rev. Econ. Financ. – 2017. – Vol. 66. – P. 115-126.
7. *Scott G., Carr M, Cremonie M.* Technical Analysis: Modern Perspectives; CFA Institute Research Foundation: Charlottesville, VA, USA, 2016.
8. *Fernandez E., Navarro J., Solares E., Coello C.C.* A novel approach to select the best portfolio considering the preferences of the decision maker // Swarm Evol. Comput. – 2019. – Vol. 46. – P. 140-153.
9. *Saul J., Jun M.* Modeling Technical Analysis; EPSRC: Swindon, UK, 2018; Chapter 1. – P. 3.
10. *Irwin S.H., Park C.-H.* What do we know about the profitability of technical analysis? // J. Econ. Surv. – 2007. – No. 21. – P. 786-826.
11. Market Technicians Association. CMT Level I 2016: An Introduction to Technical Analysis; JohnWiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2015.
12. *Северюгин Ю.В., Сошин Н.А.* Классификация автоматизированных биржевых торговых стратегий – торговых роботов // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2022. – № 2 (40). – С. 7-11.
13. *Гасымова Л.А.* Создание торгового робота на основе стохастического осциллятора для торговли привилегированными акциями Сбербанка // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. – 2021. – № 6. – С. 47-52.
14. *Доловская Ю.А.* Создание торгового робота для автоматической торговли на фондовом рынке // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. – 2017. – № 2. – С. 46-49.
15. *Тимофеев А.Г., Лебединская О.Г.* Создание торговой программы-робота для алгоритмической торговли и биржевых операций // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 97-104.
16. *Белоконская Е.Г., Калягин И.И.* Развитие инструментальных средств алготрейдинга на основе применения нейронных сетей // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. – 2017. – № 1 (31). – С. 53-56.
17. *Кондратьева Т.Н.* Комплексный подход анализа современных индикаторов финансового рынка // Обзорение прикладной и промышленной математики. – 2015. – Т. 22, № 5. – С. 589-590.
18. *Daniali, S.M.; Barykin, S.E.; Kapustina, I.V.; Mohammadbeigi Khortabi, F.; Sergeev, S.M.; Kalinina, O.V.; Mikhaylov, A.; Veynberg, R.; Zasova, L.; Senjyu, T.* Predicting Volatility Index According to Technical Index and Economic Indicators on the Basis of Deep Learning Algorithm // Sustainability. – 2021. – No. 13. – P. 14011. – <https://doi.org/10.3390/su132414011>.
19. *Rodríguez-Cándido, N.P., Espin-Andrade R.A., Solares E., Pedrycz W.A.* Compensatory Fuzzy Logic Model in Technical Trading // Axioms. – 2021. – No. 10. – P. 36. – <https://doi.org/10.3390/axioms10010036>.

20. *Yanyun Yao, Shangzhen Cai & Huimin Wang*. Are technical indicators helpful to investors in china's stock market? A study based on some distribution forecast models and their combinations // *Economic Research-Ekonomika Istraživanja*. – 2022. – Vol. 35:1. – P. 2668-2692. – DOI: 10.1080/1331677X.2021.1974921.
21. *Han Yufeng, Liu Yang, Zhou Guofu and Zhu Yingzi*. Technical Analysis in the Stock Market: A Review (May 21, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3850494> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3850494>.

REFERENCES

1. *Honore G.S.* Instrumenty tekhnicheskogo analiza s ispol'zovaniem Python i MetaTrader 5 [Technical analysis tools using Python and MetaTrader 5], *Obrazovanie i nauka bez granic: social'no-gumanitarnye nauki* [Education and science without borders: social sciences and humanities], 2022, No 17, pp. 46-52.
2. *Kondratieva T.N., Rveveeva I.F.* Avtomaticheskaya torgovaya sistema v klientskom terminale MetaTrader 5 [Automated trading system in the MetaTrader 5 client terminal], *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern high technologies], 2018, No 10. pp. 56-60.
3. *Kondratieva T.N.* Printsip raboty trendovykh indikatorov [The principle of operation of trend indicators], *Internet-zhurnal Naukovedenie* [Journal of Naukovedenie], 2013, No. 3. Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/63trgsu313.pdf> (accessed 09/11/2022).
4. *Kasparinsky F.O.* Printsipy mul'titreydinga [Principles of multitrading]. *Elektronnye biblioteki* [Electronic libraries], 2021, Vol. 24, No 5, pp. 808-869. DOI 10.26907/1562-5419-2021-24-5-808-869.
5. *Erem'in V.V.* Vybor tekhnicheskogo indikatora dlya rossiyskogo fondovogo rynka [The choice of a technical indicator for the Russian stock market], *Alleya nauki* [Alley of Science], 2020, Vol. 1, No 11 (50), pp. 97-105.
6. *Nazário R.T.F., Silva J.L., Sobreiro V.A., Kimura H.A.* literature review of technical analysis on financial asset markets, *Q. Rev. Econ. Financ.*, 2017, Vol. 66, pp. 115-126.
7. *Scott G., Carr M, Cremonie M.* Technical Analysis: Modern Perspectives; CFA Institute Research Foundation: Charlottesville, VA, USA, 2016.
8. *Fernandez E., Navarro J., Solares E., Coello C.C.* A novel approach to select the best portfolio considering the preferences of the decision maker, *Swarm Evol. Comput.*, 2019, Vol. 46, pp. 140-153.
9. *Saul J., Jun M.* Modeling Technical Analysis; EPSRC: Swindon, UK, 2018; Chapter 1, pp. 3.
10. *Irwin S.H., Park C.-H.* What do we know about the profitability of technical analysis?, *J. Econ. Surv.*, 2007, No. 21, pp. 786-826.
11. Market Technicians Association. CMT Level I 2016: An Introduction to Technical Analysis; JohnWiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2015.
12. *Sevryugin Yu.V., Soshin N.A.* Klassifikatsiya avtomatizirovannykh birzhevykh torgovykh strategiy – torgovykh robotov [Classification of automated exchange trading strategies – trading robots]. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya ekonomiki: rossiyskiy i zarubezhnyy opyt* [Actual problems and prospects for the development of the economy: Russian and foreign experience], 2022, No 2 (40), pp. 7-11.
13. *Gasimova L.A.* Sozdanie torgovogo robota na osnove stokhasticheskogo ostillyatora dlya torgovli privilegirovannymi aktsiyami Sberbanka [Creation of a trading robot based on a stochastic oscillator for trading preferred shares of Sberbank], *Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie v ekonomike, strakhovanii i upravlenii riskami* [Mathematical and computer modeling in economics, insurance and risk management], 2021, No. 6, pp. 47-52.
14. *Dolgovskaya Yu.A.* Cozdanie torgovogo robota dlya avtomaticheskoy torgovli na fondovom rynke [Creation of a trading robot for automatic trading in the stock market], *Matematicheskoe i komp'yuternoe modelirovanie v ekonomike, strakhovanii i upravlenii riskami* [Mathematical and computer modeling in economics, insurance and risk management], 2017, No. 2, pp. 46-49.
15. *Timofeev A.G., Lebedinskaya O.G.* Sozdanie torgovoy programmy-robota dlya algoritmicheskoy torgovli i birzhevykh operatsiy [Creation of a trading robot program for algorithmic trading and exchange operations], *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya* [Economics and management: problems, solutions]. 2018. Vol. 4. No 4. pp. 97-104.

16. *Belokonskaya E.G., Kalyagin I.I.* Razvitie instrumental'nykh sredstv algotreydinga na osnove primeneniya neyronnykh setey [Development of tools for algorithmic trading based on the use of neural networks]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya: Ekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom* [News of higher educational institutions. Series: Economics, finance and production management], 2017, No 1 (31), pp. 53-56.
17. *Kondratieva T.N.* Kompleksnyy podkhod analiza sovremennykh indikatorov finansovogo rynka [An integrated approach to the analysis of modern indicators of the financial market], *Obozrenie prikladnoy i promyshlennoy matematiki* [Review of Applied and Industrial Mathematics], 2015, Vol. 22, No 5, pp. 589-590.
18. *Daniali S.M., Barykin S.E., Kapustina I.V., Mohammadbeigi Khortabi F., Sergeev S.M., Kalinina O.V., Mikhaylov A., Veynberg R., Zasova L., Senjyu T.* Predicting Volatility Index According to Technical Index and Economic Indicators on the Basis of Deep Learning Algorithm, *Sustainability*, 2021, No. 13, pp. 14011. Available at: <https://doi.org/10.3390/su132414011>.
19. *Rodríguez-Cándido, N.P., Espin-Andrade R.A., Solares E., Pedrycz W.A.* Compensatory Fuzzy Logic Model in Technical Trading, *Axioms*, 2021, No. 10, pp. 36. Available at: <https://doi.org/10.3390/axioms10010036>.
20. *Yanyun Yao, Shangzhen Cai & Huimin Wang.* Are technical indicators helpful to investors in china's stock market? A study based on some distribution forecast models and their combinations, *Economic Research-Ekonomika Istraživanja*, 2022, Vol. 35:1, P. 2668-2692. DOI: 10.1080/1331677X.2021.1974921.
21. *Han Yufeng, Liu Yang, Zhou Guofu and Zhu Yingzi.* Technical Analysis in the Stock Market: A Review (May 21, 2021). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3850494> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3850494>.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. Э.В. Мельник.

Кондратьева Татьяна Николаевна – Донской государственный технический университет; e-mail: ktn618@yandex.ru; г. Ростов-на-Дону, Россия; тел.: 88632738628; кафедра математики и информатики; к.т.н.; доцент.

Развеева Ирина Фёдоровна – e-mail: razveevai@mail.ru; тел.: 88632738628; кафедра математики и информатики; старший преподаватель.

Мунтян Евгения Ростиславна – Южный федеральный университет; e-mail: ermuntyan@sfedu.ru; г. Таганрог, Россия; тел.: 88634371608; кафедра вычислительной техники; к.т.н.; доцент.

Kondratieva Tatyana Nikolaevna – Don State Technical University; e-mail: ktn618@yandex.ru; Rostov-on-Don, Russia; phone: +78632738628; the department of mathematics and informatics; associate professor.

Razveeva Irina Fedorovna – e-mail: razveevai@mail.ru; phone: +78632738628; the department of mathematics and informatics; senior lecturer.

Muntyan Evgenia Rostislavna – Southern Federal University; e-mail: ermuntyan@sfedu.ru; Taganrog, Russia; phone: +78634371608; the department of computer science; cand. of eng. sc.; associate professor.