

А.А. МУСАЕВ

ВАРИАНТ ПОСТРОЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО ТОРГОВОГО РОБОТА

Musaev A.A. Вариант построения помехоустойчивого торгового робота.

Аннотация. Предложена структура и вариант построения помехоустойчивого торгового робота, позволяющие повысить надежность прохождения команд управления ордерами. Структура робота ориентирована на полностью автоматический режим, допускающий, при необходимости, вмешательство оператора.

Ключевые слова: торговый робот, брокерская платформа, установщик ордеров.

Musaev A.A. Variant of the Noiseproof Trading Robot Construction.

Abstract. The structure and variant of the noiseproof trading robot construction is offered. New variant allows raising reliability of warrants management execution. The robot structure is focused on completely automatic mode, supposing, at necessity, intervention of the operator.

Keywords: the trading robot, a broker platform, an orders fitter.

1. Введение. В настоящее время в процессе торгов на электронных рынках валют, ценных бумаг, капитала и т.д. все большее участие принимают торговые роботы (ТР) или, как их еще называют, механические торговые системы (МТС) [1]. Большинство ТР основано на технологиях технического анализа, ориентированного на аналитические исследования трендов котировок и применении различных математических моделей. При этом, как правило, ТР используются в режиме «советников» (или «экспертов»), функционирование которых ограничено формированием предложений по управлению активами. Верификация решений и непосредственное управление ордерами осуществляется трейдером. Исключения составляют ТР, связанные со специфическими стратегиями мгновенного реагирования, когда на подключение человека нет времени.

Формирование торговых решений осуществляется на основе технического или/и фундаментального анализа. Технический анализ базируется на формализованном исследовании трендов с использованием всех доступных средств современной прикладной математики. Фундаментальный анализ опирается в основном на интегральные представления специалистов (экспертов) о динамике экономических, политических, психологических, социальных и иных процессов, оказывающих влияние на рыночные тренды.

Очевидно, что технический анализ в силу высокого уровня формализации его теоретической платформы сравнительно легко допуска-

ет возможность построения автоматизированных систем поддержки принятия решений (СППР, или DSS — *decision support systems*), представляющих собой основной элемент ТР. В то же время основные технологии современного фундаментального анализа базируются на слабо формализованных разнородных эмпирических знаниях и ориентированы главным образом на интегральные возможности и интуитивные представления экспертов. Попытки объединения этих подходов приводят к очевидной схеме формирования решений, когда ТР работает в режиме «советника» (СППР) на основе технического анализа потока данных, поступающих от системы мониторинга состояния рынка и среды взаимодействия, а окончательное решение принимается экспертом с учетом его интегральных представлений об этих же процессах.

Данный подход представляется достаточно рациональным. Однако построение программной реализации такого робота связано с рядом трудностей, связанных с неустойчивой работой брокерской платформы и коммуникационной системы. Дополнительные проблемы возникают при использовании групповых торговых стратегий, когда одновременно исполняются сразу несколько ордеров для нескольких финансовых инструментов. Предварительные исследования по данному вопросу рассматривались в предыдущем выпуске трудов СПИИРАН [2]. В настоящей статье представлено описание структуры программного робота и особенности ее функционирования при различных отказах, обусловленных некорректной работой внешних систем (сбои сервера или торговой платформы брокерской компании, сбои системы связи и т.п.).

2. Описание структуры и функционирования торгового робота. Структура программы помехоустойчивого ТР представлена на рис. 1. Основной временной цикл работы робота представлен процедурами верхнего ряда.

Текущее состояние рынков капитала отражается рядами наблюдений за изменениями котировок активов и торговых индексов. Вектор состояния рынка считывается торговой платформой (ТП) из внешних источников и с заданным дискретом времени поступает на вход робота. Взаимодействие ТР с ТП осуществляется посредством внешнего (по отношению к ТР) программного интерфейса API.

Поступившие на вход робота данные обрабатываются процедурой ReadData.

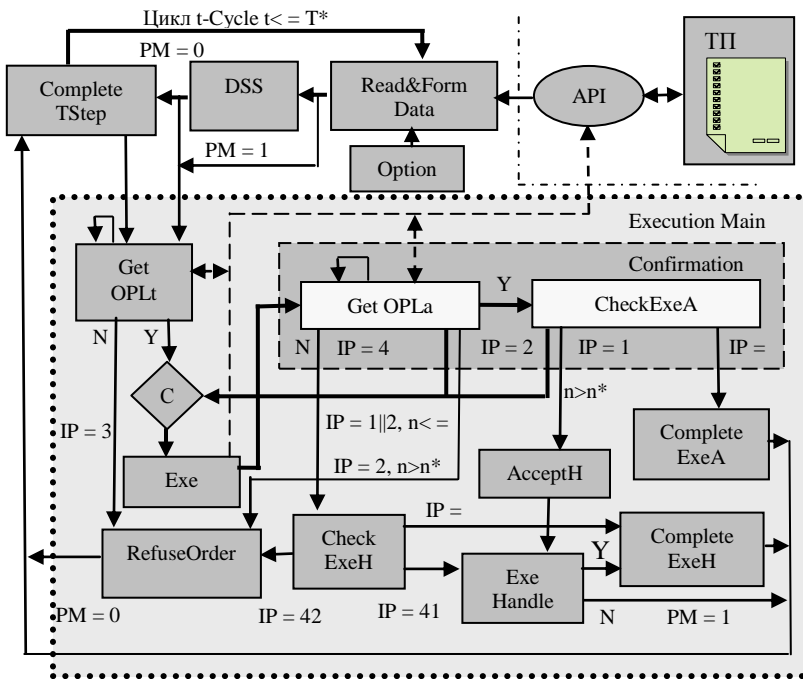


Рис. 1. Структура программы торгового робота.

Процедура обработки включает в себя

- выделение из общего входного массива наблюдений ограниченной совокупности данных, соответствующих выбранному набору рабочих инструментов или вспомогательных средств, используемых в блоке формирования решений (DSS);
- приведение данных к единой шкале (в пипсах);
- винзорирование аномальных наблюдений, вызванных сбоями в работе ТП;
- формирование сглаженных данных, используемых в DSS.

Выбор рабочих инструментов, времени работы и параметров ТР осуществляется вручную в процедуре «Option». Допустимо задание некоторых опций непосредственно на рабочем интерфейсе трейдера. Это касается главным образом параметров, значения которых могут быть изменены в процессе работы.

Решение по управлению активами (установки и снятия ордеров на ТП) и формирование ордеров осуществляется процедурой DSS. Завершение временного цикла включает в себя ряд технических операций, объединенных в процедуре CompleteTStepе, включающих в себя:

- подсчет общей просадки, накопленного выигрыша и общего текущего состояния счета;

- формирование отчета о текущем состоянии и графической визуализации динамики котировок и состояния открытых позиций;

- периодический контроль корректности структуры данных на платформе и, при необходимости, их коррекцию;

- сохранение необходимой совокупности данных на случай возможных сбоев исполнения программы и необходимости восстановления работы робота с момента потери управления;

- «мягкое» завершение игры (запрет на открытие новых позиций, работа до полного закрытия всех позиций в соответствие с правилами DSS);

- согласование с трейдером выполнения условия завершения работы робота по истечению ранее установленного размера временного цикла;

- корректное исполнение команды на изменение опций программы.

В случае, когда DSS определяет необходимость открытия или закрытия позиции (из списка открытых позиций APL — *active position list*) осуществляется автоматическое формирование ордера. Далее управление передается в программный блок «ExecutionMain», обеспечивающий установку или снятие ордеров с торговой платформы. Контроль исполнения ордеров осуществляется путем сопоставления списков открытых позиций (OPL — *open position list*) до и после исполнения ордера. Вызов списков OPL осуществляется процедурами GetOPLa (вызов списка OPL *a posteriori*, после исполнения ордера) и GetOPLt (вызов OPL перед исполнением ордера). Непосредственно указанное сопоставление производится процедурой контроля исполнения CheckExecA.

Успешное исполнение ордера завершается процедурой CompleteExecA, обеспечивающей формирование внутренних списков APL и RR (*result registration*). Список APL необходим для использования процедурой принятия решения DSS в режиме контроля выполнения условий закрытия ордера. Если ордер оказывался неисполненным, то программа циклически повторяет процесс исполнения (данный цикл, так же, как и основной временной цикл работы робота, выделены на

рис. 1 жирными линиями). Таблицы RR используются в качестве контрольного журнала событий (лога), для графической визуализации протекающих процессов и для расчета текущего и итогового профита.

В ситуациях, обусловленных отсутствием возможности полного исполнения ордеров, допускается автоматический отказ от исполнения ордера и возвращение в основной цикл поиска и принятия решений. Реализация такой схемы осуществляется процедурой `RefuseOrder`.

Для управления логикой выбора блока рабочих процедур TP (режимов работы TP) в процессе выполнения основного временного цикла используется управляющий индикатор PM (*play manager*). Индикатор PM принимает значения:

PM = 0: в режиме поиска выполнения условий открытия или закрытия позиций;

PM = 1: в режиме исполнения ордера;

PM = 3: в режиме винзорирования аномальных наблюдений.

В первом случае (PM = 0) TP контролирует условия открытия или закрытия позиций и в случае их невыполнения завершает рабочий цикл, используя процедуру `CompleteTStepе`. В ситуациях, когда указанные условия выполняются, процедура `DSS` устанавливает значение PM = 1 и рабочий цикл TP включает в себя блок процедур исполнения ордеров. После успешного завершения исполнения ордеров завершающая процедура исполнения `CompleteExecA` возвращает индикатор PM в состояние 0. Индикатор PM принимает значение 3 только в случае обнаружения одиночных аномальных скачков, превышающих уровень 3σ , где σ — оценка среднеквадратического отклонения разностного процесса, образованного рядом котировок рабочего инструмента. В этом случае осуществляется винзорирование одиночного сбоя и программа на данном шаге цикла отказывается от процедур управления активами. На следующем шаге восстанавливается исходное значение индикатора PM.

В некоторых случаях, обычно связанных с неполной установкой ордеров при использовании групповых стратегий, а также с желанием трейдера вмешаться в процесс управления активами, допускается использование ручного управления непосредственно на платформе с последующей автоматизированной коррекцией внутренних списков TP (APL, RR). Разрешение на визуальный контроль и ручной исполнение ордеров осуществляется процедурой `AcceptH`, а обработка результатов его вмешательства – процедурами `CheckExecH`, `ExecHandle` и `CompleteExecH`.

3. Функционирование программного блока исполнения ордеров в условиях помех. Основная проблема построения блока исполнения ордеров «Execution Main» связана с необходимостью сохранения полностью автоматического режима в ситуациях, связанных с техническими отказами в работе торговой платформы (отказ сервера, перегрузка дилингового центра, отказ в линиях связи и т.д.).

Для управления логикой взаимных связей процедур программного блока «ExecutionMain» в процессе его функционирования используются управляющие индикаторы IP (*indicator pathology*). Значения индикатора IP определяются типом неисправности (патологии), возникшей в процессе исполнения ордера. Рассматриваются четыре основных типа неисправностей:

IP = 1: не исполнен один из ордеров группы;

IP = 2: не исполнена вся группа ордеров;

IP = 3: нет доступа к списку открытых ордеров OPLt;

IP = 4: нет доступа к списку открытых ордеров OPLa.

Дерево решений, определяющее логику работу блока «ExecutionMain», представлено на рис. 2.

В случае неисполнения всей группы (IP = 2), требование к установке может быть повторено в цикле C (Cycle), при условии, что число повторов не превысит некоторого критического значения $n < n^*$. При превышении выбранного порога, во избежание «зацикливания» программы, целесообразно просто отказаться от исполнения ордера на данный момент времени. Аналогичное решение используется и в случае IP = 3 («Нет доступа к априорному списку открытых позиций OPLt»).

В последнем случае (IP = 4) остается открытым вопрос с подтверждением исполнения ордеров. В этой ситуации разрешается визуальная проверка исполнения ордеров, подтвержденная нажатием кнопки «АссертН» на рабочем интерфейсе трейдера. Наличие соответствующего подтверждения проверяется процедурами Choice IP1Treat и Choice IP4Treat. При отсутствии подтверждения программа уходит на новый цикл установки ордеров (PM = 1), а в случае подтверждения (в режиме IP = 4) на мониторе появляется меню с набором вариантов результатов исполнения типа «Ордера полностью исполнены» (IP = 40), «Не исполнена вся группа ордеров» (IP = 42), «Не исполнен отдельный ордер» (IP = 41). Трейдер, имея перед глазами терминал платформы и номера ордеров, определяет текущее состояние и выбирает соответствующую позицию меню. В случаях IP = 40 («Не исполнена вся группа») решение проблемы вновь достигается простым и рациональным

способом — отказом от исполнения ордеров и возвращением работа в режим поиска.

Наиболее тяжелая ситуация складывается, когда априорный список OPLt получен, ордера отправлены на исполнение, но исполненными оказались не все ордера (IP = 1 или IP = 41). Очевидно, что подоб-

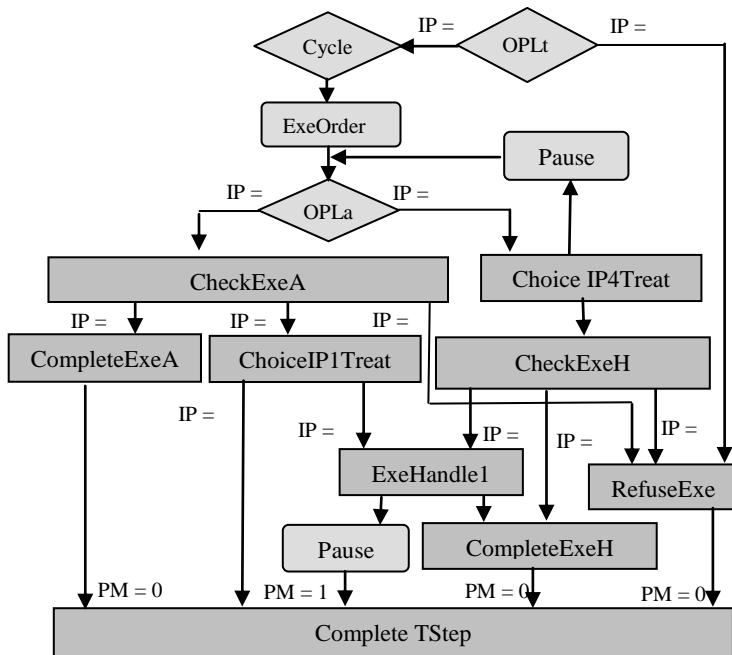


Рис. 2. Дерево решений блока процедур исполнения ордеров.

ный вариант возникает лишь при групповом алгоритме формирования решений. В этом случае реализуется внутренний цикл С блока «Execution Main», позволяющий с помощью процедур CheckExeA сформировать новый ордер, состоящий из неисполненных позиций, и повторно отправить его на исполнение. Проблема в этом случае сводится к необходимости повтора данного цикла до положительного результата, т.е. до установки всех ордеров. В противном случае ранее установленные ордера, эффективность которых определяется полнотой всей группы, почти наверняка приведут в рамках групповой стратегии к проигрышу. Но бесконечно повторять цикл неудачных постановок тоже нельзя. Решение снять ранее установленные ордера данной груп-

пы также неэффективно и, скорее всего, приведет к потерям. Поэтому основным резервным вариантом является вмешательство оператора и применение ручного исполнения ордеров по схеме, описанной в конце предыдущего параграфа данной статьи. Однако и в этом случае возможны ситуации, когда в условиях неполной постановки платформа отказывается исполнять команды и в автоматическом, и в ручном режиме (IP = 41). В этом случае остается возможность использования групповой мультиплатформенной стратегии (открыть неисполненные ордера на другой торговой платформе, если подобная схема работы предусмотрена в программе робота), либо отложить исполнения ордера на время, необходимое для восстановления работоспособности платформы или линии связи.

4. Заключение. Предложенный в статье вариант построения помехоустойчивого торгового робота доведен до состояния завершенной и отлаженной программы, апробированной в процессе реального взаимодействия с торговыми платформами дилинговых центров (ДЦ) «Money Rain» и «Альпари». ТР показал высокую устойчивость к различным сбоям в работе ДЦ и линий связи и способность, при необходимости, автоматически адаптироваться к изменениям, связанным с вмешательством трейдера в управление рабочими инструментами.

В качестве замечания отметим, что в силу специфики работы ДЦ «Money Rain» все открытые позиции закрываются в 23.59 по московскому времени и открываются в 24.00 с измененными идентификационными номерами (IDTickets). В связи с этим в указанное время необходимо автоматически внести соответствующие изменения во внутреннюю таблицу открытых позиций. Для установки соответствия между новыми и старыми идентификаторами открытых позиций нужно использовать неизменные параметры в таблицах OPL, в качестве которых может выступить, например, цена открытия позиции (6-й столбец на терминале торговой платформы MT4).

Литература

1. *Чеботарев Ю.* Торговые роботы на российском фондовом рынке. М.: Омега-Л, 2006. 144 с.
2. *Мусаев А. А.* Взаимодействие торгового робота с брокерской платформой: проблема помехоустойчивого управления // Труды СПИИРАН. 2009. Вып. 10. С. 176–183.

Мусаев Александр Азерович — д-р техн. наук, профессор; в. н. с. научно-исследовательской группы информационных технологий в образовании Учреждения Российской академии наук Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН), научный консультант ОАО «Специализированная инжиниринговая компания «Севзапмонтажавтоматика». Область научных интересов: анализ данных,

управление и прогнозирование в сложных динамических системах, стохастические хаотические системы. Число научных публикаций — 172. amusaev@szma.com, www.szma.com; СПИИРАН, 14-я линия В.О., д. 39, Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)350-5885, факс +7 (812)350-1113.

Musaev Alexander Azeroovich — Dr. in Appl. Math., professor; leading researcher, Education Information Technology Group, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS), expert, public corporation Specialized engineering company "Sevzapmontageautomatica". Research interests: data analysis, complicated dynamic systems prognosis and control, stochastic chaos systems. The number of publications — 172. amusaev@szma.com, www.szma.com; SPIIRAS, 39, 14-th Line V.O., St. Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)350-5885, fax +7(812)350-1113.

Рекомендовано ИГИТО СПИИРАН, рук. канд. техн. наук, доц. А. В. Тишков.
Статья поступила в редакцию 1.12.2010.

РЕФЕРАТ

Мусаев А.А. **Вариант построения помехоустойчивого торгового робота.**

Рассматривается задача построения торгового робота (ТР), обладающего повышенной устойчивостью к сбоям работы торговой платформы и систем связи и способного адаптироваться к возможному вмешательству оператора в управление ордерами финансовых инструментов.

Актуальность решаемой задачи обусловлена низким качеством услуг, предоставляемых, прежде всего, отечественными дилинговыми центрами и провайдерами сети Интернет и линий связи. Регулярные сбои в передаче потока данных, отражающих изменения на торговых площадках, множество аномальных наблюдений, существенные перебои с прохождением команд управления активами приводят к значительным финансовым потерям. При этом отсутствие соответствующего законодательства в области электронной торговли делает поставщиков таких услуг безнаказанными и провоцирует их на создание программных средств, противодействующих стратегии трейдера в пользу компаний-посредников.

В связи с этим возникает задача построения помехоустойчивых торговых роботов, как в смысле стратегии игры на торговых площадках, так и в контексте построения программных технологий, обеспечивающих устойчивость работы ТР в условиях реального взаимодействия с торговой платформой. Изучению второго из перечисленных вопросов посвящена настоящая статья. При этом особое внимание уделяется групповым стратегиям, наиболее чувствительным к качеству прохождения команд и квитанций, подтверждающих их исполнение.

Решение поставленной задачи сводится к выявлению групп патологий исполнения команд и проверок их исполнения, обусловленных указанными выше причинами. Для каждой из таких патологий формируются решения, позволяющие выйти из сложившейся ситуации с минимальными потерями. При этом предполагается, что основная работа ТР осуществляется в полностью автоматическом режиме. Тем не менее, существует ряд ситуаций, когда вмешательство человека является желательным. Например, в ситуации, когда команды на исполнение ордеров ушли в канал связи, а квитанции, подтверждающие их исполнение, несмотря на многократные запросы, отсутствуют. Трейдер может легко проверить данный вопрос путем сопоставления внутреннего списка открытых позиций и данных, представленных на терминале торговой платформы.

Предложенная программа ТР допускает вмешательство трейдера и в режиме контроля в задаче подтверждения исполнения команд, и в качестве участника, самостоятельно исполняющего ордера непосредственно на платформе. При этом программа имеет возможность автоматически адаптироваться к изменениям, связанным с вмешательством трейдера в управление рабочими инструментами.

SUMMARY

Musaev A.A. **Variant of the noiseproof trading robot construction.**

The problem of the trading robot (TR) construction, possessing the higher stability to trading platform and communication systems failures and capable to adapt for possible trader intervention in financial tools warrants management is considered.

The solved problem urgency is caused by poor quality of the services given, by the diling companies and providers of the Internet network and communication lines. Regular failures in transfer of the data stream, reflecting changes on trading markets, considerable amount of anomaly observations, essential faults with control commands passage lead to considerable financial losses. Thus absence of the corresponding domestic legislation in the field of electronic trade makes suppliers of such services unpunished and provokes them to software creation counteracting trader strategy in favour of the companies-intermediaries.

In that way there is appeared a problem of noiseproof trading robots construction, in sense of game strategy and in context of the program technologies constructions are providing stability work TR in the conditions of real interaction with a trading platform.

The second of the listed questions study the present article is devoted. Thus the special attention is given to group strategy, more sensitive to quality to commands and the receipts confirming their execution passage. The specified sensitivity is caused by that similar strategy are effective only in case of full execution command for group of financial tools.

So, the task in view decision is reduced to revealing of groups of pathologies of commands execution and the checks of their execution caused by the reasons specified above. For each of such pathologies decisions are formed, permissive to leave a current situation with the minimum losses.

Thus it is supposed that the basic TR work is carried out in a mode of full automatic machine. Nevertheless, there is a number of situations when intervention of the person is desirable.

For example, in a situation when commands on execution of warrants have left in a communication channel, but receipts, confirming their execution, despite repeated inquiries, no. The trader can easily check up this point in question by comparison inward list of open positions and the data presented on the platforms terminal.

Offered program TP supposes trader intervention, as in a verification mode in a problem of acknowledgement of execution of commands, and as the participant independently executing the warrants directly on payments-forms. Thus the program has possibility automatically to adapt — for the changes connected with intervention of the trader in financial tools management.