

УДК 336.76

МЕХАНИЧЕСКИЕ ТОРГОВЫЕ СИСТЕМЫ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА

*Краснощеков Л.В., студент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Экономика и организация производства»*

*Научный руководитель: Бородин Д.В., к.э.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
[dzb@bmstu.ru](mailto:dvb@bmstu.ru)*

В настоящее время на финансовых рынках ручной метод торговли становится менее популярным, уступая место механическим торговым системам (МТС). Работа этих систем предполагает использование специальных алгоритмов, в которых заложены правила на открытие и закрытие позиций по различным финансовым инструментам, и осуществление торговли без участия человека.

«Технологии изменили финансовый рынок, оказывая влияние на торговый процесс почти на всех стадиях: от выбора активов до клиринга. Портфельные менеджеры в настоящее время используют компьютерные системы управления заявками для того, чтобы отслеживать позиции и определять размер будущих ордеров». [2].

В последние годы популярность торговых роботов возрастает. «На NYSE, по различным оценкам, от 50% до 75% объема сделок составляют сделки с использованием торговых роботов. На Сингапурской бирже SGX в 2008 г. 10% объема торгов акциями 15% объема торгов срочными инструментами приходилось на сделки, заключенные при помощи торговых роботов. В июне 2009 г. доля таких сделок в объеме торгов срочными инструментами достигла уже 21,4%» [1]. Некоторые брокерские компании уже предлагают инвесторам готовых торговых роботов, которые привлекательны с точки зрения соотношения их риска и доходности.

Попробуем описать и проанализировать понятие «механической торговой системы» с научной точки зрения. Часто МТС называют торговыми роботами, автоматическими или алгоритмическими торговыми системами, системами управления заявками. В профессиональной литературе и научных статьях можно встретить различные определения МТС. К примеру, в словаре международного сайта об инвестициях www.investopedia.com предложено следующее определение:

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/635853.html>

«алгоритмическая торговая система – это торговая система, которая использует самые передовые математические модели для принятия решений о сделках на финансовых рынках. Определенные правила, встроенные в модель, определяют оптимальное время для размещения заявки, которая окажет воздействие на цену акций. Заявки на акции большого размера делятся на блоки меньшего размера» [11]. Это определение отражает роль математических моделей, влияние на цену и алгоритм выставления заявок. Однако в таком толковании не учтено влияние других сторон алгоритмической торговли.

В большей степени отражает автоматичность процесса торговли следующее определение: «алгоритмическая торговля – это использование компьютерных алгоритмов для автоматического принятия торговых решений, размещения заявок и последующего управления ими» [6].

Следующее определение основано на понятии математической модели и наиболее широко охватывает аспекты МТС: «система, которая размещает заявки на покупку или продажу в определенном количестве в рамках математической модели, которая автоматически их координирует на основе алгоритма» [7].

Другой класс определений характеризует МТС как «автоматизированную методологию управления заявками» [8].

Ни одно из рассмотренных определений нельзя считать исчерпывающим, так как они отражают лишь разные стороны алгоритмической торговли. Например, в некоторых источниках классификация МТС и вовсе сводится к описанию малого числа различных типов высокочастотных систем. «Алгоритмическая торговля берет корни в простых портфельных сделках, популярных в 80-х годах, в которых продавались и покупались большие портфели акций (зачастую, как часть индексных арбитражных стратегий). Именно тогда появилось понятие арбитражной торговли (парной или спредовой), которая подразумевает одновременное открытие противоположных позиций по инструментам, обладающих сильной корреляционной связью» [10]. Однако здесь важно отметить, что существует важное различие между высокочастотной торговлей (*High Frequency Trading, HFT*) и алгоритмической (*Algorithmic Trading, AT*). Высокочастотные торговые системы (*HFT*) за сверхкороткие промежутки времени анализируют краткосрочные рыночные данные о ценах, объемах и числе заявок на покупку и продажу. Время нахождения в позиции может быть менее одной секунды. Понятие МТС включает высокочастотную торговлю, но не ограничено ей. Частота сделок - один из основных классификационных признаков МТС.

Учитывая особенности приведенных выше вариантов определений МТС, для большей корректности изложения мы предлагаем следующее определение: МТС - это

торговая система, построенная на базе формализованного алгоритма, который в качестве входных данных получает любые виды доступной к моменту запуска алгоритма рыночной информации, а после соответствующих вычислений ведет торговлю на рынке с учетом текущей суммы денежных средств и их эквивалентов. В данном определении не фигурируют понятия «частота сделок» (оно может применяться как в отношении высокочастотных, так и низкочастотных МТС) и «управление заявками». Оно учитывает важность анализируемой информации для любых торговых роботов: например, для высокочастотных скальперских систем главная доступная информация – это текущее содержание таблицы биржевых заявок в определенный момент времени («стакана заявок»), а для трендследящего долгосрочного робота, к примеру, это может быть информация о ценах закрытия за несколько последних дней.

Как было отмечено выше, один из основных классификационных признаков МТС – частота сделок. Таким образом, МТС можно разделить на низко- и высокочастотные.

Низкочастотные МТС, в свою очередь, можно разделить на кратко-, средне- и долгосрочные. В этом разделении среднее время нахождения в позиции фигурирует как классификационный признак. Это время соответствует длине самого короткого используемого в стратегии таймфрейма – промежутка времени, данные о ценах и объемах в течение которого инвесторы используют для построения графиков. Внутри каждой из этих классификационных категорий МТС различают и по видам стратегий.

Таблица 1

Классификация МТС по критерию частоты сделок и таймфрейму

Классификационный признак	Механические торговые системы			
Частота сделок	Высокочастотные	Низкочастотные		
		Долгосрочные	Среднесрочные	Краткосрочные
Время нахождения в позиции (величина самого наименьшего таймфрейма)		Более нескольких недель (дневной таймфрейм)	Более нескольких дней (часовой таймфрейм)	Более нескольких минут (минутный таймфрейм)

Роль МТС в реализации стратегий	В принципе не могут быть реализованы посредством ручной торговли	В основном применяют ручную торговлю, основа принятия решений - не столько технический, сколько фундаментальный анализ; МТС используют для исполнения заявок (минимизации транзакционных издержек)	МТС позволяют максимизировать прибыль, проводя одновременную торговлю на многих активах и проверяя ряд условий технического анализа
---------------------------------	--	--	---

Обзор и классификация типичных алгоритмов высокочастотных МТС

- Скальпинг (*electronic market making*)

Типовой принцип действия скальперских МТС следующий: в каждый момент времени, с определенной частотой (ежесекундно или чаще) система выставяет некоторое количество заявок на продажу актива по цене, как правило, незначительно превышающей текущую, и то же количество заявок на его покупку по цене, незначительно ниже текущего значения. Разница цен, указанных в противоположных заявках, настолько мала, что вероятность исполнения двух этих ордеров и, соответственно, сверхкраткосрочного получения прибыли высока. «Хотя, как правило, используют самые низкие разницы цен, многочисленные микро-изменения цен актива позволят аккумулировать прибыль в течение всей торговой сессии» [9]. Чем больше информации будет использовано в качестве входных данных алгоритма, а именно текущая цена, объём и данные «стакана заявок», тем больше вероятность систематической прибыли скальперской МТС.

- «поиск ликвидности» (*liquidity detection*)

Данные алгоритмы используют информацию о размере заявок. Например, если присутствует заявка на большое количество акций, это может означать сверхбыстрое исполнение заявки меньшего размера. На основе обработки этой информации МТС определяет краткосрочные направления движения цен. Прибыль робота, в основе которого лежит данная стратегия, также складывается из мини-прибылей от сверхкраткосрочных сделок.

- статистический арбитраж

Суть стратегии состоит в том, что «трейдеры рассчитывают коэффициент корреляции между ценами различных активов и ведут торговлю, когда наблюдается дисбаланс между движениями цен» [3]. Коэффициент корреляции между ценами на два актива вычисляют на базе данных большой выборки значений. А «дисбаланс в движении цен» можно определить как наибольшее отклонение коэффициента корреляции, рассчитанного по сверхмалой выборке, от значения, рассчитанного по большой выборке. Такую стратегию успешно применяют при «дисбалансе» между базовыми и производными финансовыми инструментами на срочном рынке и на любых других рынках при высокочастотном подходе. Также следует отметить, что рост прибыльности МТС, основанных на «статистическом арбитраже» может быть следствием правильного использования соответствующих статистических моделей и их верного построения.

Обзор и классификация типичных алгоритмов низкочастотных МТС.

- алгоритмы «первого поколения» (*Trade Execution Algorithms*, алгоритмы исполнения сделок)

Это «стратегии, которые создавались для того, чтобы минимизировать влияние сделок большого объема. Эта задача решается путем разбиения заявки на порции, и медленного их размещения» [3]. Технология размещения заявок служит главным отличительным признаком между стратегиями данной группы.

«Стратегия *TWAP* (*Time Weighted Average Price*, торговля по средней цене, взвешенной по времени) основана на делении торгового периода на малые равные промежутки времени, в течение которых равномерно исполняются все заявки»[4]. Следует отметить, что данную стратегию, как правило, используют для низколиквидных акций, объем торговли по которым обладает высокой волатильностью в течение дня.

В стратегии *VWAP* (*Volume Weighted Average Price*, торговли по средней цене, взвешенной по объемам торгов) главный ценовой ориентир – взвешенная по объему средняя цена. Данный алгоритм выявляет исторические закономерности распределения дневных объемов торгов и строит сценарий открытия позиций на предстоящую торговую сессию. Торговая заявка разбивается в течение периода времени в соответствии со средневзвешенной по объему ценой так, чтобы цена исполнения каждой сделки была лучше, чем средневзвешенная.

Идея стратегии *Percentage of Volume* (процента от объема торгов) состоит в том, чтобы поддерживать фиксированный процент участия в рынке (обычно в размере 5-20%

от среднего исторического объема) в течение всего периода времени до момента завершения сделки.

- алгоритмы «второго поколения»

Эти алгоритмы пытаются «исключить из рассмотрения те движения цены, которые вызваны заявками большого размера. Таким образом, они минимизируют влияние этих заявок. В отличие от *TWAP*, *VWAP* и *Percentage of Volume*, алгоритмы второго поколения распределяют заявки в течение длительного периода времени для того, чтобы »[5].

- алгоритмы «третьего поколения» (*Strategy Implementation Algorithms*, алгоритмы реализации стратегий)

Эти алгоритмы наиболее разнообразны и могут использовать рыночные данные различных таймфреймов. Могут быть основаны на временных условиях, на условиях корреляции с индексами фондового рынка или с финансовыми активами, на условиях управления риском (стоп-лосс, тэйк профит и т.п.), на группе условий технического анализа и т.д. Определять особенности отдельной МТС, главным образом, будут используемые индикаторы технического анализа.

Отметим, что на сегодняшний день в мире существуют специальные программы-конструкторы торговых роботов, которые позволяют инвесторам за короткое время закладывать собственные стратегии в алгоритм МТС и тестировать этот алгоритм на предмет доходности, риска и устойчивости. Наиболее известные программы-конструкторы МТС на сегодня – это *Quik* (с системой *TA Omega*), *Metastock*, *TSLab*, *StockSharp*, *WealthLab*, *MetaTrader* и *Tradematic Trader*.

Технический анализ и механические торговые системы

Подавляющая часть МТС основана на том или ином виде технического анализа. Наиболее важен технический анализ для алгоритмов МТС третьего поколения. В понятие технического анализа входит совокупность методов прогнозирования будущих цен активов, основанных на цикличности, степени взаимосвязи друг с другом, вероятности повторения определенной совокупности движений предыдущих цен и объемов. Основные методы технического анализа – это анализ графиков (цен и объемов) и использование

Молодежный научно-технический вестник ФС77-51038

индикаторов. Индикаторы могут быть разделены на три группы: трендовые (помогают предсказать направление тренда, его развороты и дают сигналы на открытие позиций в том или ином направлении), осцилляторы (характеризуют баланс спроса и предложения на рынке) и индикаторы объема.

Недостатки многих МТС зачастую могут быть следствием низкой эффективности методов технического анализа. Среди инвесторов существуют как сторонники технического анализа, так и те, кто не использует его методики в реализации своих стратегий.

Среди недостатков технического анализа, оказывающих существенное влияние на его использование при построении МТС, можно выделить наиболее значимые. Во-первых, это ориентированность на прошлое. «В основе технического анализа функции от цен, которые уже имели место быть на рынке. Часто прогнозы поведения цены не находят подтверждения в будущем. Рынки сегодня более непредсказуемы, чем десять лет назад и методы технического анализа теряют свою эффективность» [12]. Вторым серьезным недостатком можно считать то, что само существование технического анализа как метода извлечения прибыли на рынке противоречит утвердившейся в научной среде гипотезе эффективного рынка. Если принять, что рынок хотя бы слабо эффективен (т.е. текущая рыночная цена учитывает всю прошлую информацию), то технический анализ в принципе не может приносить экономическую добавленную стоимость. Третий недостаток – субъективность ТА, особенно, той его части, которая связана с анализом графиков. Именно в этом контексте хорошо помогает формализация торговли, предлагаемая МТС. Наконец, еще один существенный недостаток состоит в том, что все используемые индикаторы ТА не образуют единой системы, каждый индикатор исследует только какой-то отдельный аспект рынка, и применение нескольких индикаторов одновременно зачастую не позволяет построить устойчивую МТС.

Можно выделить определенные рекомендации по улучшению характеристик МТС и нивелированию этих недостатков:

- включение в систему условий, основанных на индикаторах, которые не коррелируют друг с другом;
- использование индикаторов из разных групп (к примеру, трендследящие и осцилляторы);
- использование расчета дополнительных статистических показателей, которые не относят к индикаторам технического анализа;

- оптимизация системы управления риском.

Следует отметить, что с каждым годом появляются новые методы анализа (например, адаптивные и регрессионные модели), однако существующая их совокупность не устраняет все описанные выше недостатки.

Структура типичного алгоритма механической торговой системы

Все алгоритмы низкочастотных МТС формируют сигналы на основании проверки блока условий. Частота такой проверки зависит от таймфрейма робота. В высокочастотных МТС количество проверок условий зависит от частоты поступающей биржевой информации (например, 1 раз за 15 миллисекунд). Структура блока условий алгоритмов МТС представлена в таблице 2.

Таблица 2

Структура блока условий, проверка которых необходима для формирования сигналов типичной МТС

Название группы условий \ Тип МТС	Низкочастотные	Высокочастотные
Проверка имеющихся открытых позиций	Присутствует во всех МТС данного типа	Присутствует во всех МТС данного типа
Условия, основанные на сопоставлении численных значений индикаторов технического анализа	Наиболее широко применяют в алгоритмах первого и третьего поколений.	Редко применяют ввиду их малой эффективности для сверхмалых участков времени. Важное значение имеет индикатор корреляции между ценами двух финансовых инструментов.
Управление рисками и капиталом	Важный инструмент, применение которого может снижать неопределенность в отношении доходности робота	Ценовой риск и управление капиталом не имеют значения на сверхмалых промежутках времени. Однако алгоритм может содержать в виде параметра такое приращение цены, после которого нужно выходить из позиции.

Из таблицы следует, что отличия между условиями, входящими в алгоритмы низко- и высокочастотных МТС существенны. Однако вся структура блока условий выполняет одинаковую функцию и управляет счетом клиента.

Частные и общие подходы к оценке эффективности различных типов МТС

Инвесторы, как правило, принимают решения об использовании того или иного алгоритма в торговле на основе анализа их характеристик. Для алгоритмов первого поколения, особое внимание следует уделить таким показателям, как эффективность

входа и выхода из позиций, доля участия в торговом объеме и т.п. Для алгоритмов второго поколения – мера влияния на цену больших заявок.

При оценке алгоритмов третьего поколения, как правило, основными критериями выступают: число прибыльных сделок, средняя прибыль одной сделки, средний убыток, мера риска (среднее квадратическое отклонение кривой доходности робота от некой линии регрессии) и т.п. Причем, если оценивают краткосрочные алгоритмы, то необходимо рассчитывать средние значения (медианные, модальные и средние арифметические) доходности МТС, а также средние квадратические отклонения значения доходностей за разные периоды.

Инвестору, оценивающему высокочастотные алгоритмы, необходимо провести статистический анализ числа прибыльных сделок и ожидаемой прибыли от одной сделки (либо прибыли за некоторый малый промежуток времени).

Анализируя разные свойства МТС с точки зрения инвестора, а также, принимая во внимание рассмотренную ранее типичную структуру их алгоритмов, можно сделать вывод о том, что улучшение характеристик рассмотренных МТС будет означать рост доли инвесторов, переходящих с ручной торговли на финансовых рынках в сторону алгоритмической. Главные характеристики любой МТС следующие:

- математическое ожидание доходности робота
- стандартное отклонение кривой доходности робота от прямой линейной регрессии к ней
- стандартное отклонение доходности робота за несколько равных промежутков времени от среднего значения.

Все приведенные выше характеристики определяют методом тестирования алгоритмов на исторических данных о ценах, объёмах и данных из таблиц заявок. Различные конструкторы, представленные на рынке, позволяют реализовывать сложные современные алгоритмы без знания специальных языков программирования и проводить их тестирование. Следует отметить, что дополнительным фактором, увеличивающим доступность МТС для инвесторов, служит развитие программ-конструкторов роботов.

Список литературы

1. Гутарева Е. Торговые роботы на зарубежных биржах // Биржевое обозрение, 2009. № 9 (69). С. 11-12.
2. Beddington J. Foresight: The Future of Computer Trading in Financial Markets. Final Project Report The Government Office for Science, London, 2012. – 178p.

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/635853.html>

3. Chlistalla M. High Frequency Trading Better than its reputation? Deutsche Bank research report, 2011– 19p.
4. Fraenkle J., Rachev S. Review: Algorithmic trading.// Investment Management and Financial Innovations, 2009. Vol. 6. №1. Pp. 7-20.
5. Gomber P., Arndt B., Lutat M., Uhle T. High Frequency Trading. The Goethe University Frankfurt Working Paper, 2011. –84p.
6. Hendershott T., Jones C., and Menkveld A. Does Algorithmic Trading Improve Liquidity? // The Journal of Finance, 2009 Vol. 66. № 1 – Pp. 1-33.
7. Rao S. K. Algorithmic Trading: Pros and Cons. Tata consultancy services Working paper, 2008. –14p.
8. Su S., Labuszewski J., Aldinger L. Algorithmic Trading and Market Dynamics. CME Group report, 2010. – 7p.
9. Yi Fend, Ronggang Yu, Stone P. Two Stock-Trading Agents: Market Making and Technical Analysis. Department of Computer Sciences The University of Texas at Austin Working Paper, 2005. –14p.
10. Classification of Algorithmic Execution Systems. World Finances. Режим доступа: <http://world-finances.com/portfolio-execution-of-portfolio-decision/classification-of-algorithmic-execution-systems> (Дата обращения: 22.07.2013).
11. Definition of 'Algorithmic Trading' Режим доступа: <http://www.investopedia.com/terms/a/algorithmictrading.asp> (Дата обращения: 9.07.2013)
12. The Disadvantages of Technical Analysis For Stock Trading Режим доступа: <http://besttradingplatformfordaytraders.blogspot.ru/2010/12/disadvantages-of-technical-analysis-for.html> (Дата обращения: 06.08.2013).