электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 336.76

Доходность механических торговых систем как эквивалент процентной ставки по денежным активам

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
dvb@bmstu.ru

Изменение процентных ставок на рынке играет важную роль в изменении показателей, определяющих экономический рост. Рост доходности ценных бумаг способен снизить спрос на наличные деньги, увеличивая альтернативные издержки их хранения в составе портфеля. В большинстве литературных источников функция спроса на деньги не содержит такого аргумента, как ставка по денежным активам. «Исторически сложилось так, что номинальная процентная ставка по денежным средствам была менее изменчивой, чем номинальная процентная ставка по неденежным активам (например, ставка по наличным деньгам всегда была равна нулю), и поэтому она не учитывалась многими статистическими исследованиями уравнения спроса на деньги»[1].

Известно, что по различным видам счетов (счета NOW), входящих в денежный агрегат M1, выплачивается ненулевая процентная ставка. Если спрос на деньги рассматривать только как функцию от ставки по денежным активам, то рост этой ставки вызовет увеличение желаемого количества денег. Главная черта агрегата M1 – высокая ликвидность. Под ликвидностью компонентов агрегата следует понимать скорость трансформации в товары, услуги или неденежные активы.

Рассмотрим особенности современных брокерских счетов частных инвесторов с точки зрения доходности и ликвидности.

Первая функция брокерских счетов – обеспечение процесса сбережений. Когда на счете долгое время хранятся ценные бумаги, купленные на вторичном рынке, такое вложение тождественно хранению неденежного актива. Значение коэффициента парной корреляции между размером брокерского счета и стоимостью акций стремится к единице. Сумма по счету отражает размер непотребленной части дохода экономического агента

или, что то же самое, части его сбережений. Не всегда рассмотренный тип сбережений служит источником для валовых национальных инвестиций.

Вторая функция брокерских счетов – обеспечение права инвестора на совершение операций с ценными бумагами.

Брокерские счета позволяют осуществлять спекулятивную деятельность. С 2000 года в развитых странах снижались брокерские комиссии, позволяя совершать неограниченное число операций в течение дня, часа и минуты. Качество услуг по интернет торговле возрастало и доступ к торгам стал более открытым для частных инвесторов с низким значением начального капитала. Значительный вклад в снижение комиссионного вознаграждения внесло развитие системы доступа к торгам в реальном времени через интернет. «Тогда никто и не думал, что это не просто очередное усовершенствование, а принципиальная инновация, в корне меняющая концепцию биржевой торговли» [4].

Современные технологии интернет-банкинга позволяют выводить средства с брокерских счетов на текущие с высокой скоростью, что делает вложения высоколиквидными. Чем выше частота сделок, тем ниже корреляция между размером торгового счета инвестора и курсами торгуемых ценных бумаг.

Доходность по счету, рассчитанная как отношение изменения размера счета к начальному значению, **может превышать ставки по неденежным активам.** Принимая во внимание **высокую ликвидность счета**, эта доходность по своей экономической природе тождественна процентной ставке по денежным активам. Такое превышение может быть значимо для денежного рынка в целом только при выполнении следующего условия: операции **большинства** частных инвесторов, не обладающих специальными знаниями в области прогнозирования временных рядов, на биржах (фондовых, валютных и т.д.) приносят доходность, математическое ожидание которой не ниже ставок по неденежным активам. Выполнение данного условия не возможно в обычных условиях, когда среди инвесторов не распространены торговые роботы. Когда торговые роботы начинают активно использоваться на рынке, в уравнение спроса на деньги следует включить эквивалентную ставке по неденежным активам переменную, которая будет зависеть от характеристик торговых роботов.

Понятие механической торговой системы (МТС) и структура алгоритма

«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» [3].

Рассмотрим типовой алгоритм МТС. На первом шаге система осуществляет проверку наличия активов в структуре портфеля инвестора (в денежной форме и в форме ценных бумаг).

На втором шаге выполняется проверка рыночных условий для определения возможности открытия длинной или короткой сделки.

Затем система определяет величину требуемого капитала и необходимость использования заёмных средств в виде активов (для коротких позиции – в случае игры на «понижение») или денежных средств для роста эффекта финансового рычага.

На последнем этапе система проверяет выполнение правил выхода из позиций (совершение обратных сделок) с получением прибыли или убытка. На этом шаге можно выделить четыре типа условий:

1. Логическое отрицание от правила входа, основанное на технических индикаторах.
2. Использование стоп-заявок (закрытие позиции при определённом процентном или абсолютном значении роста/снижения прибыли по открытой позиции).
3. Временные характеристики: время, прошедшее с момента открытия позиции; время окончания торговой сессии (в случае внутридневной торговли).
4. Использование логического отрицания части условий входа в позицию.

Блок-схема алгоритма представлена на рисунке.

Все торговые системы строятся в цикле. Частота повторений равна 1 раз за выбранный таймфрейм (выбранный промежуток времени).

В программах - конструкторах торговых роботов (*TSLab, StockSharp, Wealth-Lab, Metastock, Omega, Quik* и др.) уже заложены типы основных правил (пересечение индикатора А индикатором Б сверху, достижение индикатором А некоторого значения и т.д.), и записаны формулы основных индикаторов (*FAMA, SMA, EMA, MACD, OBV, Stochastik* и т.д.), что делает возможным создание роботов третьего поколения силами инвесторов путем построения блок-схемы алгоритма.

Инвестор может разрабатывать краткосрочные (спекулятивные), среднесрочные и долгосрочные алгоритмы.

Классы механических торговых систем и подходы к оценке доходности

В работе [3] по признаку частоты сделок МТС разделены на высокочастотные и низкочастотные. Уже сегодня основной объём торгов и приходится на высокочастотные системы. Из-за распространения таких систем на ММВБ объём торгов с 2002 по 2007 года возрос в 25,4 раза (30 947,3 млрд. руб. – в 2007 и 1216,6 млрд. руб. в 2002). Высокочастотные системы основаны на таких стратегиях, как «поиск ликвидности», «статистический арбитраж» и «скальпинг». Низкочастотные алгоритмы делятся на алгоритмы «первого поколения», «второго поколения» и «третьего поколения». Алгоритмы первого и второго поколения отслеживают движения цен, вызванных заявками большого объема. Системы третьего поколения разнообразны и охватывают широкий диапазон стратегий, в том числе основанных на сложных математических моделях. В таблице №1 приведены методы оценки доходности и важнейшие характеристики высокочастотных систем и алгоритмов третьего поколения.

Таблица 1

Показатели качества и методы оценки доходности высокочастотных и низкочастотных МТС

Критерий сравнения типов систем	Высокочастотные МТС	Низкочастотные алгоритмы
Таймфрейм	Секунды, миллесекунды	Не меньше одной минуты
Показаль качества системы	Математическое ожидание доходности одной сделки	Математическое ожидание доходности системы
Метод оценки доходности	Построение зависимости доходности системы от вариаций цен активов. Анализ статистической значимости оцененных параметров регрессии	Прошлые результаты работы МТС, выявленные на основе тестирования на исторических данных воспринимаются инвестором как ожидаемые

Аргументы функции доходности торгового робота

Совершение сделок на фондовом рынке без использования МТС имеет следующие черты:

- высокая роль прогнозов о движении рынка и фундаментального анализа в процессе принятия решений

- невозможность системно и оперативно анализировать весь объем текущей информации.

«Возросшие мощности компьютеров позволили использовать сложный математический аппарат, который дает возможность отказаться от прогнозов на финансовых рынках»[5]. В краткосрочном периоде (внутри минуты, одной торговой сессии) движения цен никак не связанны с фундаментальными факторами, влияющими на рынок в долгосрочном периоде.

Отличие в принятии решений МТС и частным инвестором порождает разные подходы к оценке результатов торговли.

Алгоритм оценки характеристик высокочастотного торгового робота

1. Определение оценки математического ожидания доходности одной сделки.

Доходность *i*-ой сделки определяется по следующей формуле:

$$r_i = \frac{B(i) - B(i-1)}{B(i-1)} * 100\% , \qquad (1)$$

где r_i- доходность *i*-ой сделки; *B(i-1)* – стоимость активов (денежных и неденежных) на брокерском счете после совершения сделки *i-1*; *B(i)* – стоимость активов (денежных и неденежных) на брокерском счете после совершения *i*-ой сделки.

Оценка математического ожидания рассчитывается как среднее арифметическое доходностей r_i, расчитанных по формуле (1). При увеличиении числа сделок (*n*) оценка в виде среднего арифметического становится более состоятельной.

2. Определение исправленной (несмещенной) статистической оценки дисперсии доходности одной сделки.

3. Определение причин наибольших абсолютных отклонений доходностей от оценки математического ожидания. Построение эмпирических зависимостей между показателями волатильности рынка, объемов торгов и доходностью сделок.

Объем сделок, совершенных в течение некоторого периода, несопоставим с объемом сделок, совершенных высокочастотной МТС. Именно поэтому нецелесообразно производить расчет математического ожидания доходности сделки.

Алгоритм оценки характеристик низкочастотного торгового робота

В некоторых литературных источниках, например в [2], оценка МТС основана на применении кумулятивной кривой размера торгового счета.

1.Определение тангенса угла наклона кумулятивной кривой размера счета к оси времени.

«Кумулятивная кривая задается следующей функцией:

$$y = \ln\left(\frac{Exit\ equity}{start\ equity}\right), \qquad (2)$$

где *exit equity* – сумма капитала на счете, управляемом МТС, в анализируемый момент времени; *start equity* – сумма капитала на счете до совершения сделок, формируемых МТС» [2].

В начальный момент времени y = 0.

Линия регрессии задаётся функцией

$$f(k) = a_k * k, \qquad (3)$$

где a_k - параметр, вычисляющийся с использованием метода наименьших квадратов по данным *t* - измерений (период тестирования = *t**значение таймфрейма); *k* – номер анализируемого временного промежутка.

2. Определение статистической значимости коэффициента регрессии a_k (по выборке, состоящей из элементов, рассчитанных по формуле (2): оценка вероятности равенства параметра нулю, расчет критерия Стьюдента и его сравнение с предельным (табличным) значением, которое сответствует *t-1* степеням свободы). Определение коэффициента детерминации R^2 регрессии (3) и его значимости.

3.Определение остаточной дисперсии регрессии $\sigma^2{}_t$ по следующей формуле:

$$\sigma^2{}_t = \frac{1}{t-1}\sum_{k=0}^{t-1}\delta_k^2 = \frac{1}{t-1}\sum_{k=0}^{t-1}\left(y - a_t * k\right)^2, \qquad (4)$$

где $\delta_k = y - a_k * k$ - случайное отклонение между линией кумулятивной кривой доходности сделок и прямой, которая задана функцией (3).

Вывод: алгоритмы оценки характеристик для низко- и высокочастотных роботов схожи тем, что ожидаемая доходность рассчитывается на основе значений цен и показателей систем в прошлом. Статистическая значимость выше у показателей, определяемых при тестировании высокочастотных систем. Горизонт планирования может

быть шире у высокочастотных систем, так как несоответствие фактических и плановых показателей будет ниже, чем у низкочастотных роботов.

Функция доходности по брокерскому счету, которым управляет МТС, имеет следующий вид:

$$R_{MTC} = F(\sigma_t^2 [или\ \hat{D}], E(r_i)[или\ a_k], t, SN, R^2, t(\hat{a}_k)), \quad (5)$$

где $\hat{D}$ – оценка дисперсии и $E(r_i)$ - математическое ожидание для высокочастотных МТС; SN – число инструментов, сделки с которыми совершает система; R^2 - коэффициент детерминации регрессии для оценки низкочастотных МТС; $t(\hat{a}_k))$ - расчетное значение критерия Стьюдента.

В таблицах 2-3 отражены взаимосвязи между ростом аргументов функции (5) и изменением доходности высоко- и низкочастотных алгоритмов.

Таблица 2

Склонность инвестора к использованию низкочастотных МТС и рост аргументов функции доходности (5)

Рост фактора	Направление изменения ожидаемой доходности МТС	Направление изменения склонности инвестора к использованию низкочастотных МТС
Остаточная дисперсия кумулятивной кривой доходности, рассчитанная по формуле (4)	снижение	снижение
Рост тангенса угла наклона кумулятивной кривой доходности	рост	рост
Рост числа периодов (числа измерений), анализируемых в процессе тестирования	рост	рост (увеличивается уверенность инвестора в правильности оценки МТС).
Количество инструментов, сделки с которыми совершает система	-	рост (диверсифицированные вложения более пивлекательны, чем недиверсифицированные)
Коэффициент детерминации	рост	рост
Расчетное значение коэффициента Стьюдента	рост	рост (чем больше рассчитанное значение критерия Стьюдента превышает предельное, тем выше статистическая значимость)

Таблица 3

Склонность инвестора к использованию высокочастотных МТС и рост аргументов функции доходности (5)

Рост фактора	Направление изменения ожидаемой доходности МТС	Направление изменения склонности инвестора к использованию высокочастотных МТС
Оценка математического ожидания доходности одной сделки	рост	рост
Исправленная оценка дисперсии доходности одной сделки	снижение	снижение
Рост числа периодов (числа измерений), анализируемых в процессе тестирования	рост	рост состоятельности оценки математического ожидания доходности одной сделки
Количество инструментов, сделки с которыми совершает система	рост	рост

Доходность вложений с использованием МТС может быть оценена и в «пессимистическом» виде. Например, если высокое значение тангенса кривой доходности не подкрепляется его статистической значимостью, инвестор может рассматривать нижнее точечное значение кривой доходности. Таким образом, рост статистической значимости оценок модели доходности и снижение значений показателей разброса способны увеличить оцениваемую инвестором ставку процента по брокерскому счету, который «управляется» МТС.

Почему экономический эквивалент процентной ставки по денежным активам может зависеть от статистических характеристик торговых роботов?

В наши дни наблюдаются следующие явления, связанные с распространением торговых роботов:

1) ежегодное снижение комиссионного вознаграждения брокеров;

2) снижение неопределенности относительно доходности среднего торгового робота;

3) инвестиционные компании предлагают клиентам услуги, связанные с алгоритмической торговлей;

4) частные инвесторы с каждым днем все больше осведомлены о существовании и характеристиках МТС;

5) рост доли роботов, которые используют сверхкраткосрочные (высокочастотные) алгоритмы;

6) «Высокочастотные роботы характеризуются более высоким значением коэффициента Шарпа (*Sharpe ratio*), чем другие способы вложений. Доходность таких систем более устойчива. Риски высокочастотных МТС низки в виду высокого числа сделок»[6].

Вышеперечисленные явления свидетельствуют о выполнении условий, при которых доходность по брокерским счетам, управляемым МТС, становится эквивалентом ставки по денежным активам.

В отличие от ставок по неденежным активам, доходность по брокерскому счету не зависит от ставок по государственным ценным бумагам и от доходности рынка (от значения индексов фондового рынка). Улучшение технических и статистических характеристик МТС, а также показателей рентабельности вложений повысит эту эквивалентную ставку (что отражено в таблице №2). Повышение процентной ставки, тождественной по экономической природе проценту по денежным активам, может вызвать рост спроса на деньги и установлению новой точки равновесия на рынке капитала.

Распространение торговых роботов с каждым годом будет приводить к росту статистических погрешностей при анализе макроэкономических данных рынка активов в рамках традиционных моделей.

Список литературы

1. Абель Э., Бернанке Б. Макроэкономика. СПб.: Питер, 2008. 768 с.
2. Булашев С.В. Статистика для трейдеров. М.: Компания Спутник+, 2003. 245 с.
3. Краснощеков Л.В. Механические торговые системы: определение, структура и свойства // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электорн. журн. 2013. № 11. Режим доступа: http://sntbul.bmstu.ru/doc/737222.html (дата обращения 09.09.2014)
4. Цхай Т.В. Финансовый рынок – это технологии // ЭКО. 2011. № 3. С.150-159.
5. Чеботарев Ю. Торговые роботы на российском фондовом рынке. М.: Омега-Л, 2006. 144 с.
6. Brogaard J., Kirilenko A., Matthew B. Risk and Return in High Frequency Trading. SSRN Working Paper. Режим доступа: http://www.princeton.edu/~mdbaron/BBK_HFT_risk_return_2014_0504.pdf (дата обращения 09.09.2014).