

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТОРГОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РАБОТЫ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ

DEVELOPMENT OF EFFECTIVE AUTOMATED TRADING SYSTEMS FOR WORKING IN FINANCIAL MARKETS

P. Klimin

Summary. This scientific article discusses the development of effective automated trading systems for working in financial markets. The main attention is paid to the research and analysis of automated trading systems, their effectiveness and advantages in comparison with traditional manual trading methods. Information is also provided on the concept and principles of automated trading systems, analysis and evaluation of their effectiveness, as well as the development and testing process. The results of the study may be useful for traders and investors seeking to improve the efficiency of their investments in financial markets.

Keywords: automated trading systems, PBX, traders, investors, investments, financial markets.

Климин Павел Юрьевич

Аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
k2x2p@yandex.ru

Аннотация. В данной научной статье рассматривается разработка эффективных автоматизированных торговых систем для работы на финансовых рынках. Основное внимание уделено исследованию и анализу автоматизированных торговых систем, их эффективности и преимуществам в сравнении с традиционными ручными методами торговли. Также представлены сведения о понятии и принципах работы автоматизированных торговых систем, анализе и оценке их эффективности, а также процессе разработки и тестирования. Результаты исследования могут быть полезными для трейдеров и инвесторов, стремящихся повысить эффективность своих инвестиций на финансовых рынках.

Ключевые слова: автоматизированные торговые системы, АТС, трейдеры, инвесторы, инвестиции, финансовые рынки.

Введение

В последние годы на финансовых рынках наблюдается значительный переход к автоматизированным торговым системам. Разработка эффективных автоматизированных торговых систем становится все более необходимой, поскольку участники рынка стремятся использовать возможности технологий для совершенствования своих торговых стратегий и получения конкурентных преимуществ. С развитием вычислительной техники все большую популярность приобретает алгоритмическая торговля, позволяющая в режиме реального времени анализировать огромные объемы рыночных данных и принимать более быстрые и точные решения.

Актуальность разработки эффективных автоматизированных торговых систем заключается в их способности использовать неэффективность рынка, заключать сделки по оптимальным ценам и эффективно управлять рисками. Такие системы могут работать непрерывно, без ограничений, связанных с человеческой усталостью или эмоциями, что потенциально приводит к повышению прибыльности и снижению торговых издержек. Кроме того, автоматизированные торговые системы способны обеспечить ликвидность рынка, способствуя его общей стабильности. Однако, несмотря на растущий интерес к автоматизированным торговым системам, существует ряд проблем, требующих решения. Существенной про-

блемой остается разработка надежных торговых алгоритмов, способных адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям и противостоять экстремальным рыночным событиям.

Целью данного исследования является разработка эффективных автоматизированных торговых систем для финансовых рынков. На основе анализа исторических рыночных данных и применения современных вычислительных методов разрабатываются прибыльные торговые стратегии, которые можно было бы реализовать в режиме реального времени. Кроме того, было изучено влияние различных факторов, таких как волатильность и ликвидность рынка, на эффективность этих систем.

Результаты данного исследования внесут вклад в существующий массив знаний об автоматизированных торговых системах и предоставят ценные сведения для участников рынка, регуляторов и исследователей. В конечном итоге разработка эффективных автоматизированных торговых систем может повысить эффективность рынка, увеличить ликвидность и улучшить общее функционирование финансовых рынков.

Автоматизированные торговые системы

Автоматизированные торговые системы (АТС) стали неотъемлемой частью финансовых рынков, революци-

онизировав способы ведения торгов. Автоматизированную торговую систему можно определить как компьютерную программу, использующую заранее заданные правила и алгоритмы для автоматического заключения сделок на финансовых рынках. Они опираются на рыночные данные в режиме реального времени, исторические ценовые модели и математические модели, позволяющие выявлять потенциальные торговые возможности и соответствующим образом исполнять сделки.

Одной из ключевых характеристик автоматизированной торговой системы является ее способность работать систематически и дисциплинированно. Такие системы строго придерживаются заданных правил и параметров, исключая возможность принятия дискреционных решений. АТС можно разделить на два основных типа: системы, основанные на правилах, и алгоритмические системы. Системы, основанные на правилах, работают на основе набора predetermined правил, которые, как правило, формируются на основе индикаторов технического анализа или фундаментальных данных. Такие системы генерируют торговые сигналы на основе определенных условий, таких как пересечение скользящих средних или прорыв важных ценовых уровней, и соответствующим образом исполняют сделки.

Алгоритмические торговые системы опираются на сложные математические модели и алгоритмы для определения торговых возможностей. Эти системы часто используют методы машинного обучения для адаптации и улучшения торговых стратегий с течением времени. Алгоритмические системы анализируют огромные объемы исторических данных и данных реального времени для выявления закономерностей и корреляций, которые могут быть использованы для прибыльной торговли.

Помимо этих типов, автоматизированные торговые системы можно классифицировать и по частоте торговли. Системы высокочастотной торговли предназначены для совершения большого количества сделок в течение долей секунды, используя при этом небольшие расхождения цен. С другой стороны, среднечастотные и низкочастотные торговые системы направлены на улавливание долгосрочных тенденций и использования неэффективности рынка.

В целом автоматизированные торговые системы обладают многочисленными преимуществами по сравнению с традиционной ручной торговлей. Понимание концепции и особенностей автоматизированных торговых систем имеет решающее значение для разработки эффективных и прибыльных торговых стратегий на современных быстро меняющихся и конкурентных финансовых рынках.

Эффективность торговых систем

Под эффективностью АТС понимается их способность приносить прибыль при минимизации рисков и потерь. Она включает в себя как математическое ожидание, так и стабильность системы. Эффективная торговая система должна обеспечивать стабильную доходность в течение длительного времени, демонстрировать низкую просадку и поддерживать благоприятное соотношение риска и вознаграждения.

Для оценки параметров системы используется бэк-тестинг, который предполагает тестирование на исторических рыночных данных для моделирования. Используя исторические котировки разнообразных активов на нескольких временных масштабах, позволяет оценить доходность и риск, в различных рыночных условиях. Кроме этого, торговая система должна проходить форвардное тестирование, которая предполагает разбиение исторических данных на части и продолжение тестирования с зафиксированными коэффициентами. Это позволяет трейдерам оценить способность системы адаптироваться к изменяющейся динамике рынка и делать точные прогнозы. Не стоит пренебрегать и визуальным тестированием, которое предполагает анализ работы системы с помощью графиков и диаграмм в ручном режиме для выявления аномалий, которые могут повлиять на ее эффективность.

Установка произвольной задержки при тестировании, позволяет выявить устойчивость системы на задержки в исполнении ордеров, связанные с передачей пакетов на сервер, например встроенный тестировщик стратегий в Meta Trader5 позволяет устанавливать пинг в миллисекундах, либо на основе текущего качества соединения, либо устанавливая произвольное значение.

Относительная и абсолютная просадки являются ключевыми параметрами, используемыми для оценки риска. Относительная просадка отображает процентное снижение баланса счета по сравнению с пиковым значением, а абсолютная просадка представляет собой самую низкую точку, которой достигает баланс счета. Эти показатели помогают трейдерам оценить устойчивость системы к колебаниям рынка и возможные убытки, которые она может понести.

Оценка эффективности автоматизированных торговых систем основывается на нескольких параметрах. Одним из важных факторов является количество исходных данных, доступных для анализа. Чем больше данных, тем точнее и достовернее будут результаты. Обычно рекомендуется, чтобы размер выборки превышал 30 сделок, чтобы сделать статистически достоверные выводы о параметрах системы. Анализ большего количества сделок снижает вероятность того, что результаты просто слу-

чайны, и позволяет получить более точную оценку эффективности системы.

Две важнейшие характеристики распределения — это математическое ожидание, также известное как среднее, и дисперсия. В стандартном нормальном распределении математическое ожидание равно нулю, и центр распределения также расположен на нуле. Плоскость или крутизна распределения определяется разбросом значений вокруг математического ожидания. Дисперсия определяет, как распределены значения вокруг математического ожидания случайной величины.

Чтобы оценить математическое ожидание серии сделок, результаты торгов суммируются, а полученная сумма делится на количество сделок. Этот расчет дает ожидаемый средний результат по каждой сделке.

Z-счет — это показатель, который используется для оценки того, насколько часто прибыльные сделки чередуются с убыточными. Поскольку конкретный результат каждой сделки неизвестен, можно лишь определить, приносит ли сделка прибыль или убыток. Распределение прибылей и убытков в разных торговых системах различно. Например, если ожидаемая прибыль значительно ниже ожидаемого убытка на уровне Stop Loss, можно предположить, что прибыльные сделки будут преобладать над убыточными. Z-счет помогает оценить частоту такого чередования.

Возврат за период удержания (HPR) — это метрика, используемая для оценки эффективности сделок. Она рассчитывается путем прибавления единицы к проценту прибыли для прибыльной сделки или вычитания процента убытков из единицы для убыточной сделки. В качестве альтернативы HPR можно получить путем деления значения баланса после закрытия сделки на значение баланса при открытии сделки. Это позволяет сравнивать торговые системы независимо от размера торгуемых контрактов. Среднее арифметическое доходности за период владения, называемое средним возвратом за период удержания (AHPR), является одним из индексов, часто используемых в подобных сравнениях.

Коэффициент Шарпа — широко используемый показатель доходности с поправкой на риск. Он определяет избыточную доходность торговой системы на единицу риска. Более высокий коэффициент Шарпа указывает на более эффективную систему, генерирующую более высокую доходность по отношению к уровню риска, что помогает трейдерам оценить надежность работы системы и выявить потенциальные источники ошибок.

Разработка и тестирование торговой системы

В результате исследования международного валютного рынка была разработана автоматизированная

торговая система. Для разработки использовалась обновленная версия редактора MetaQuotes Language, со встроенным С-образным языком программирования MQL5. В новой версии упрощено использование тиковых данных за большой промежуток времени, добавлены новые параметры оценки результатов тестирования и добавлены дополнительные опции при оптимизации системы. В режиме тестирования стратегий были внесены новые функциональные возможности, упрощена работа с тиковыми данными, а также улучшены механизмы обработки отчетов.

Стратегия, на которой основана логика работы системы включает в себя использование индикатора индекса относительной силы (RSI) и нескольких скользящих средних (MA). Усредняя значения RSI по двум разным периодам и сравнивая их между собой, происходит поиск точек входа. Для усреднения использовалась встроенная функция SimpleMA(). В качестве фильтра сигналов используются две скользящие средние. При этом MA с коротким периодом является простой, а с MA длинным периодом рассчитывается методом взвешенного скользящего среднего (LWMA).

Если произошло пересечение усредненных значений RSI, то есть, например, значения короткой RSI больше, чем длинной, то происходит генерация сигнала на покупку. В обратном случае, если длинная RSI имеет большее значение, чем короткая, то генерируется сигнал на продажу.

Обработка условий происходит в цикле, в котором обходятся все открытые позиции и проверяются их свойства. Если позиция имеет тот же символ и магический номер, что и наша стратегия, то проверяется условие на закрытие позиции. Если среднее значение RSI с коротким периодом выше среднего значения RSI с длинным периодом, а значения скользящей средней с коротким периодом наоборот ниже, чем значения MA с длинным периодом, то система сообщает о наличии бокового тренда и закрывает открытую позицию. При этом ограничивающие стоп приказы для фиксации прибыли и убытков не требуются, так как система имеет замкнутый цикл с контролем открытых заказов на каждом тике.

Значения периодов индикаторов установлены исходя из результатов оптимизации, с учетом часового временного масштаба и длительности торговых сессий. Период RSI равен 14, что является стандартным значением для большинства осцилляторов. Для сравнения между собой значений RSI и MA использовались периоды 9 и 45.

Для тестирования были выбраны валютные пары евро к доллару США (EUR/USD) и доллар США к японской йене (USD/JPY), за последние три года.



Рис. 1. Результаты тестирования EURUSD с 01.2020 по 09.2023 гг.

Качество истории	100%				
Бары	24413	Типы	92380016	Символы	1
Начальный депозит	10 000.00				
Чистая прибыль	6 742.55	Абсолютная просадка п...	0.00	Абсолютная просадка п...	20.70
Общая прибыль	75 263.45	Максимальная просадка...	3 047.40 (20.97%)	Максимальная просадка...	3 376.55 (22.94%)
Общий убыток	-68 520.90	Относительная просадка...	21.51% (2 888.25)	Относительная просадка...	22.94% (3 376.55)
Прибыльность	1.10	Матожидание выигрыша	7.63	Уровень маржи	1730.43%
Фактор восстановления	2.00	Коэффициент Шарпа	0.48	Z-Счет	0.70 (51.61%)
АНРР	1.0008 (0.08%)	LR Correlation	0.85	Результат OnTester	0
GNPR	1.0006 (0.06%)	LR Standard Error	690.77		
Всего трейдов	884	Короткие трейды (% выи...	449 (40.76%)	Длинные трейды (% выи...	435 (40.46%)
Всего сделок	1768	Прибыльные трейды (% ...	359 (40.61%)	Убыточные трейды (% о...	525 (59.39%)

Рис. 2. Параметры оценки системы

Тестирование на исторических данных (рис. 1.) показало положительные результаты,

На рисунке 2 представлены параметры оценки торговой системы, полученные при помощи тестера стратегий. Коэффициент Шарпа составил 0.048, математическое ожидание равно 7.63. Максимальная просадка составила 23 %, что является приемлемым показателем. При отладке устранены неполадки, связанные с аномальным поведением торговой системы при низкой волатильности, например в неактивные часы между торговыми сессиями.

Заключение

Разработана алгоритмическая торговая система на базе торговой платформы MetaTrader5, способная со-

вершать сделки по купле-продаже биржевых финансовых активов в автоматическом режиме, т.е. без участия человека. В основу АТС была положена механическая торговая система, построенная на базе одного из популярных индикаторов технического анализа. Результаты тестирования системы позволяют сделать вывод о возможности ее применения в реальных биржевых торгах. Введены понятия эффективности торговых систем и даны способы оценки для упрощения разработки и отладки торговых систем в непрерывно изменяющихся условиях финансовых рынков. Представлена торговая система, приносящая положительные результаты и показывающая возможности применения понятия эффективности на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сакс, Дж. Макроэкономика: Глобальный подход / Дж. Сакс, Ф.Б. Ларрен — М.: Дело, 2006. — 390 с.
2. Chan E. *Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale*. — New Jersey: Wiley, 2013. — 224 p.
3. Самохина Е.Г. Алгоритмическая торговля как инструмент эффективной системной торговли для развития национальных финансовых систем. — СПб, 2015. — С.455.
4. Селивановский А.С. Виды валютных операций и их осуществление / А.С. Селивановский — М.: Диаграмма, 2003. 184 с.
5. Швагер, Д. Технический анализ: полный курс / Д. Швагер — М.: Дело, 2003. — 86 с.
6. Авдеев А.С. Разработка адаптивных моделей и программного комплекса прогнозирования экономических временных рядов [Текст]/ Авдеев А.С. // дис. канд. техн. наук. — Барнаул, 2010. — 196 с.
7. Пламер, Т. Прогнозирование финансовых рынков / Т. Пламер — М.: Диаграмма, 2006. — 118 с.
8. Михайлов Д.М. Мировой финансовый рынок: тенденции и инструменты / Д.М. Михайлов — М., 2000. 62 с.
9. Солабуто Н.В. Трейдинг: торговые системы и методы. СПб.: Питер, 2010. — 336 с.
10. Chan E.P. *Algorithmic Trading: Winning Strategies and Their Rationale*. — New Jersey: Wiley, 2013. — 255 p.
11. Chan E.P. *Machine Trading: Deploying Computer Algorithms to Conquer the Markets*. — New Jersey: Wiley, 2017. — 254 p.
12. Davey K.J. *Building Winning Algorithmic Trading System: A Trader`s Journey from Data Mining to Monte Carlo Simulation to Live Trading*. — New Jersey: Wiley, 2014. — 284 p.
13. Durenard E.A. *Professional Automated Trading. Theory and Practice*. — New Jersey: Wiley, 2013. — 382 p.

© Климин Павел Юрьевич (k2x2p@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»