

Мультитрендовая торговая система для работы на финансовых рынках

С.В. Букунов 

E-mail: sergeybukunov@yandex.ru

О.В. Букунова 

E-mail: bukunovaolga@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Адрес: Россия, 199005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4

Аннотация

В настоящее время все большее количество людей интересуются сферой инвестиций. Это связано, с одной стороны, с ростом доходов населения и, с другой стороны, с развитием финансовых технологий. В статье проведен анализ проблемной ситуации и рассмотрены основные модели, алгоритмы и индикаторы, используемые для построения торговых стратегий. Предлагается консервативная торговая стратегия, основанная на трендовых индикаторах, которая может выступать в качестве альтернативы популярной консервативной стратегии «купи и держи». В качестве индикаторов системы используются экспоненциальные скользящие средние разных порядков, выявляющие наличие трендов различной длительности в динамике цен финансового актива. Отличительной особенностью предлагаемой торговой системы является объединение в одном подходе торгового метода, генерирующего торговые сигналы, и правил управления размером позиции. Представлены результаты тестирования предлагаемой торговой системы на исторических данных. Проводится сравнительный анализ полученных результатов с результатами стратегии «купи и держи» и стратегии, основанной на двух экспоненциальных скользящих средних разного порядка. Предлагаемая система легко встраивается в автоматизированные торговые системы. Для обработки и визуализации данных использовался язык программирования R.

Ключевые слова: финансовые рынки, технический анализ, торговая система, трендовые индикаторы, визуализация данных, язык программирования R

Цитирование: Букунов С.В., Букунова О.В. Мультитрендовая торговая система для работы на финансовых рынках // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 4. С. 36–49. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.4.36.49

Введение

К наиболее популярным инвестиционным инструментам, используемым непрофессиональными инвесторами для сохранения и накопления капитала, традиционно относят недвижимость, банковские депозиты, валюту, а также ценные бумаги (в основном акции и облигации). Однако за последние несколько лет цены на недвижимость в России существенно выросли. Следствием этого стали повышение «порога вхождения» на этот рынок, с одной стороны, и снижение доходности инвестиций в недвижимость, с другой стороны. Процентные ставки по банковским депозитам, напротив, планомерно снижались. Несмотря на то, что в 2021 году наметилась тенденция роста средней ставки по депозитам, ее средний размер по результатам 2021 года составил 6,1 % годовых [1], что существенно ниже среднегодового уровня инфляции 8,38% за этот же период времени [2].

В результате сложившейся ситуации в последние несколько лет наблюдается переток средств россиян с банковских депозитов на фондовый рынок. Так, по оценкам экспертов российского Национального рейтингового агентства чистый отток средств россиян из банков за период с 01.01.2021 по 01.11.2021 составил 1,5 трлн рублей [3].

В то же время по информации Московской биржи по состоянию на 06.07.2021 количество физических лиц, имеющих брокерские счета, составило порядка 13 млн человек, а совокупный приток средств физических лиц в различные инструменты финансового рынка за 12 месяцев составил 1,1 трлн рублей [4].

Однако инвестиции на финансовых рынках традиционно относятся к наиболее сложным видам деятельности [5]. Основная причина этого заключается в высокой волатильности цен на финансовые активы из-за одновременного воздействия на них очень большого числа как объективных, так и субъективных факторов. Именно высокая волатильность стала причиной резкого увеличения использования алгоритмической торговли при торговле биржевыми активами [6–9], поскольку человек зачастую физически не успевает реагировать на быстрые изменения биржевых котировок. Доля сделок, заключаемых торговыми роботами на Московской бирже, уже давно превышает 50% от общего количества сделок [10].

Торговые роботы представляют собой компьютерные программы, заключающие сделки по покупке/продаже ценных бумаг по заложенным в них

алгоритмам. В свою очередь любой алгоритм реализует торговую систему (торговый метод), представляющую собой набор правил по открытию и закрытию позиций. Очевидно, что именно торговая система определяет результативность работы торгового робота.

Спектр подходов к созданию торговых систем достаточно широк:

- ◆ фундаментальный анализ [11];
- ◆ технический анализ [12];
- ◆ статистический анализ [13, 14];
- ◆ интеллектуальный анализ текста [15];
- ◆ фрактальный анализ [16, 17];
- ◆ машинное обучение с помощью нейронных сетей [18, 19];
- ◆ компьютерный анализ [6–9].

Следует отметить, что наибольшее распространение в алгоритмической торговле получили торговые системы, построенные на основе технического и компьютерного анализа. В свою очередь среди таких торговых систем можно выделить:

- ◆ трендовые системы – системы, построенные на основе трендовых индикаторов (например, скользящих средних) и предназначенные для работы в условиях сильных и стабильных трендов;
- ◆ контртрендовые системы – системы, построенные на основе различных осцилляторов (например, RSI, %R, стохастик и др.) и предназначенные для работы в условиях консолидации цен (отсутствие какого-либо тренда – боковик, коридор, диапазон);
- ◆ пробойные системы – системы, построенные на идее пробоя ключевых уровней поддержки/сопротивления, формируемых в условиях консолидации цен;
- ◆ комбинированные системы – системы, представляющие собой различные комбинации предыдущих систем.

Разработка и использование автоматизированных торговых систем под силу только профессиональным участникам рынка и представляет собой достаточно сложный процесс [20–23]. По этой причине в последние годы появились компании, которые занимаются разработкой и продажей компьютерных программ для работы на финансовых рынках. Крупные инвестиционные и брокерские компании тоже не стоят в стороне. Например, инвестиционный холдинг «Финам» на своем пор-

тале [24] постоянно приводит результаты работы десятка различных инвестиционных стратегий и предлагает своим клиентам подключаться к ним в целях экономии своих трудозатрат на выработку инвестиционных решений. Однако все эти продукты, по сути, представляют собой «черные ящики», поскольку разработчики не раскрывают торговые стратегии, лежащие в их основе.

Практически все торговые системы, работающие по тем или иным индикаторам технического или компьютерного анализа, объединяет одна общая проблема – проблема устойчивости, или робастности. Под робастностью торговой системы обычно понимается способность алгоритма сохранять прибыльность достаточно длительное время вне зависимости от характера изменения рыночных цен [21]. Изменчивость современных финансовых рынков приводит к необходимости постоянной перенастройки (оптимизации) параметров алгоритмов, лежащих в основе торговых систем. При этом, чем больше параметров содержит используемый торговый метод, тем быстрее понадобится оптимизация. В то же время, если принять за аксиому случайный характер ценообразования на финансовых рынках, то создать устойчиво работающую торговую систему с оптимизируемыми параметрами на случайной ценовой последовательности не получится. Именно поэтому любой «черный ящик» рано или поздно начинает приносить своим владельцам убытки.

Потребителями этих программных продуктов, как правило, становится та часть неискушенных частных инвесторов, которые наивно полагают, что с помощью этих «черных ящиков» они смогут быстро и без особого труда увеличить свое состояние.

Другая часть частных инвесторов, вкладывающих свои средства на финансовых рынках, используют в своей практике более привычные для них консервативные стратегии типа «купи и держи». Торговая система «купи и держи» представляет собой элементарную систему без каких-либо параметров и идеально согласована с рынком. Доходность стратегии будет всегда в точности совпадать с доходностью финансового актива: при сильных колебаниях цен будет наблюдаться большая волатильность доходности, при низких колебаниях цен волатильность доходности тоже будет низкой.

Характерной особенностью современных финансовых рынков является высокая волатильность. Поэтому на практике такие стратегии могут приводить к существенным убыткам или «заморозке» инвестиций на длительные периоды времени. Ти-

пичными примерами таких ситуаций могут служить динамики цен на акции компании ГАЗПРОМ и банка ВТБ, представленные на рис. 1, 2.

Из представленных графиков видно, что инвесторы, купившие акции компании ГАЗПРОМ в 2007–2008 годах, смогли вернуть свои вложения только через четырнадцать лет, а инвесторы, купившие в то же время акции банка ВТБ, не смогли продать свои акции с прибылью в течение рассматриваемого периода времени.

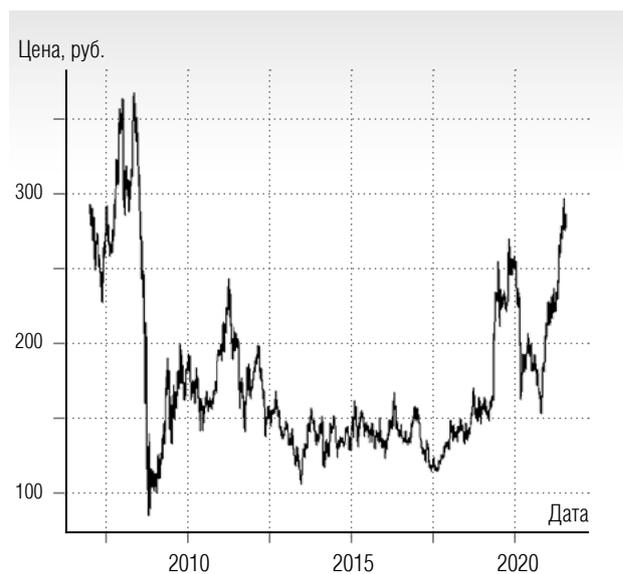


Рис. 1. Динамика цен на акции Газпром за период с 2007 по 2021 гг.

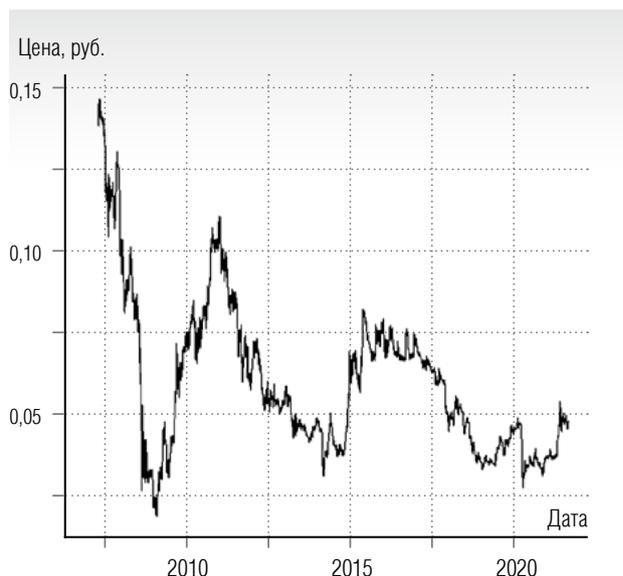


Рис. 2. Динамика цен на акции ВТБ за период с 2007 по 2021 гг.

Цель данной работы заключается в разработке и тестировании консервативной торговой стратегии, основанной на популярных трендовых индикаторах, которая может быть использована непрофессиональными инвесторами при работе на бирже.

1. Краткий обзор трендовых стратегий

В основе любой трендовой стратегии лежат трендовые индикаторы [23, 25, 26]. Основное назначение этой группы индикаторов заключается в определении наличия повышательного или понижательного тренда в динамике цен на финансовый актив. К недостаткам трендовых индикаторов следует отнести запаздывание генерируемых ими сигналов на покупку/продажу относительно изменения цен. Кроме того, трендовые индикаторы хорошо работают на сильных, хорошо выраженных трендах, которые в последние годы случаются достаточно редко. Тем не менее, в работе [27] было показано, что даже на современном высоко волатильном российском фондовом рынке время нахождения цен в том или ином тренде составляет от 25 до 30%. Поэтому популярность трендовых стратегий среди инвесторов по-прежнему достаточно высока.

В настоящее время разработано достаточно большое количество трендовых стратегий. Большинство трендовых стратегий основано на использовании скользящих средних. Существует несколько разновидностей этого трендового индикатора, но наибольшей популярностью у инвесторов пользуются простая скользящая средняя (SMA, от англ. Single Moving Average) и экспоненциальная скользящая средняя (EMA, от англ. Exponentially Moving Average).

Основным параметром скользящей средней является период усреднения n . Скользящие средние с малым значением n обычно называют краткосрочными, а с большим значением n – долгосрочными. При выборе порядка EMA нужно понимать, что чем меньше этот порядок, тем чувствительнее EMA к изменению цен и тем быстрее она выявляет новые тенденции. Но, с другой стороны, короткая EMA чаще меняет направление и соответственно чаще подает ложные сигналы. Сравнительно медленная EMA дает ложные сигналы реже, но и медленнее реагирует на изменение тенденции.

Еще одним вариантом при выборе порядка EMA считается его привязка к цикличности рынка. При выявлении длительности цикла порядок EMA дол-

жен равняться половине доминирующего рыночного цикла. Например, если выявлен цикл продолжительностью 26 дней, то для анализа такого рынка нужно использовать 13-дневную EMA. Однако проблема такого подхода заключается в том, что циклы очень часто меняют свою периодичность и даже исчезают вовсе.

Поэтому при выборе порядка EMA зачастую инвесторы опираются на простое практическое правило: чем более длинную тенденцию они пытаются найти, тем больше должен быть порядок EMA. Наиболее часто в реальной торговле используются значения n в интервале от 10 до 20. Довольно часто в качестве порядка EMA используются числа Фибоначчи.

Самые первые торговые системы, использующие скользящие средние, обычно сводились к следующим четырем правилам:

- ◆ покупка – когда MA возрастает, и цена закрывается выше нее;
- ◆ продажа – когда цена закрывается ниже MA.

Другой вариант простейшей трендовой торговой системы:

- ◆ покупка – когда краткосрочная скользящая средняя пересекает долгосрочную скользящую среднюю снизу-вверх;
- ◆ продажа – когда краткосрочная скользящая средняя пересекает долгосрочную скользящую среднюю сверху-вниз.

В качестве эталонной методики подобного рода достаточно часто в литературе предлагается использовать торговый метод, основанный на пересечении двух скользящих средних, предложенный в работе [28], где в качестве краткосрочной скользящей средней использовалась 9-дневная скользящая средняя, а в качестве долгосрочной скользящей средней – 18-дневная скользящая средняя. Для улучшения результатов торговли по такой стратегии многие трейдеры используют и другие значения для порядка усреднения [19].

Однако такие подходы относительно хорошо работают только на рынках с явно выраженной трендовой составляющей. Когда рынок входит в ценовой коридор запаздывание скользящих средних приводит к ложным сигналам и потерям.

Один из способов увеличения эффективности такого рода трендовых систем на рынках с неявно выраженной трендовой составляющей заключается в использовании разного рода фильтров. Фильтры представляют собой некоторые правила, которые

отклоняют некоторые сигналы торговой системы. Примеры простейших фильтров: цена должна закрыться по другую сторону ЕМА несколько раз (как правило, два раза), цена должна прорвать МА на определенное количество процентов. Однако любые фильтры – это «палка о двух концах»: сокращая потери, они сокращают и прибыль. Кроме того, фильтры умаляют главное достоинство скользящей средней – ее способности поймать тенденцию на раннем этапе.

В качестве фильтра достаточно часто используется пересечение трех скользящих средних с разными порядками (например, 4-, 9- и 18-дневных МА) [23]. Торговые сигналы поступают в те моменты, когда все три МА разворачиваются в одном направлении. Понятно, что такой подход будет пропускать значительную часть тренда, поэтому имеет смысл использовать его только на рынках с очень сильными трендами.

В работе [29] описана авторская торговая система «Тройной выбор», которая представляет собой комбинацию трендовых индикаторов и осцилляторов. В системе ЕМА используется для выявления тенденции, а осцилляторы – для генерации торговых сигналов.

В работе [19] вместо классических скользящих средних в качестве возможного индикатора для построения трендовых торговых систем рассматривается индикатор ТЕМА (Triple Exponentially Moving Average), представляющий собой усовершенствованную версию экспоненциального сглаживания.

Индикатор схождения-расхождения скользящих средних (Moving Average Convergence Divergence, MACD) – еще один вариант усовершенствования трендового индикатора, состоящего из трех МА [23, 25]. Индикатор MACD состоит из двух линий: сплошной (линия MACD) и пунктирной (сигнальная линия). Линия MACD представляет собой разницу между двумя МА разного порядка. Она быстрее реагирует на изменения цен. Сигнальная линия – это скользящая средняя линии MACD. Она медленнее реагирует на изменения цен.

По пересечению линии MACD и сигнальной линии можно судить об изменении тенденции на рынке. Такая система генерирует значительно меньше ложных сигналов, чем система, использующая одну скользящую среднюю.

Основные правила открытия/закрытия позиций при использовании этого индикатора сводятся к следующему:

- ◆ покупка – когда быстрая линия MACD поднимается выше сигнальной линии;
- ◆ продажа – когда быстрая линия MACD опускается ниже сигнальной линии.

Индикатор MACD включен в большинство программ для технического анализа и торговых терминалов. Алгоритм его расчета выглядит следующим образом:

1. Вычисление 12-дневной ЕМА.
2. Вычисление 26-дневной ЕМА.
3. Вычисление разницы между 12-дневной и 26-дневной ЕМА и нанесение ее на график в виде сплошной линии (быстрая линия MACD).
4. Вычисление 9-дневной ЕМА быстрой линии и нанесение ее на график в виде пунктирной линии (медленная, или сигнальная, линия).

Некоторые пользователи индикатора MACD пытаются его оптимизировать – использовать другие значения (не 12, 26 и 9) для порядка скользящих средних, используемых для расчета индикатора. В частности, популярностью пользуется вариант (5, 34 и 7).

Некоторые инвесторы пытаются осуществить привязку индикатора MACD к рыночным циклам. Однако многие аналитики подвергают сомнению идею цикличности финансовых рынков. Если все-таки рассматривать циклы, то считается, что порядок первой ЕМА должен составлять одну четверть доминирующего цикла, а второй – его половину. Третья ЕМА представляет собой средство сглаживания, поэтому соотносить ее с циклом не обязательно.

Некоторые инвесторы настраивают индикатор MACD до тех пор, пока он не выдаст желаемый для них (но не обязательно верный) результат.

Достаточно часто в реальной торговле используется не стандартный индикатор MACD, а гистограмма MACD (MACD Histogram). Этот индикатор исторически считается одним из лучших в арсенале инвесторов и представляет собой разность между линией MACD и сигнальной линией.

Графическое изображение обоих вариантов индикатора MACD представлено на *рис. 3*.

Гистограмма MACD подает два типа торговых сигналов. Первый – это направление наклона гистограммы. Второй – это дивергенция между гистограммой MACD и графиком цены. Этот сигнал появляется на графиках не очень часто, но считается очень сильным [25].



Рис. 3. Графическое изображение индикатора MACD и гистограммы MACD.

Основные правила открытия/закрытия позиций при работе с гистограммой MACD:

- ◆ покупка — когда гистограмма MACD переходит из отрицательной области в положительную;
- ◆ продажа — когда гистограмма MACD переходит из положительной области в отрицательную;
- ◆ продажа — когда цены показывают новый максимум, а на гистограмме MACD наблюдается более низкий максимум (медвежья дивергенция);
- ◆ покупка — когда цены показывают новый минимум, а на гистограмме MACD наблюдается более высокий минимум (бычья дивергенция).

При использовании трендовых стратегий достаточно часто для выявления наличия тренда используется индикатор направленного движения ADX [23]. Этот индикатор также включен в большинство компьютерных программ по техническому анализу. Расчет индикатора достаточно сложен. В основу расчета положена методика оценки не только направления тренда, но и его силы.

2. Мультитрендовый торговый метод

В рамках данной работы предлагается торговая стратегия, которая генерирует сигналы на покупку или продажу финансового актива, исходя из наличия в его ценовой динамике трендов различной длительности.

Для любых интервалов времени возможны три модели для описания динамики цены финансового актива: восходящий тренд (цена актива растет), нисходящий тренд (цена актива падает) и нейтральный или боковой тренд (направленное движение цены актива отсутствует). В зависимости от рассматриваемого интервала времени принято различать кратко-, средне- и долгосрочные тренды.

В рамках предлагаемого подхода размер позиции может изменяться от 0% (инвестиции отсутствуют, доля свободных денежных средств равна 100%, все тренды направлены вниз) до 100% (все свободные денежные средства проинвестированы, все тренды направлены вверх).

В общем виде формула для расчета размера позиции γ выглядит следующим образом:

$$\gamma = \alpha_1 \beta_1 + \alpha_2 \beta_2 + \alpha_3 \beta_3, \quad (1)$$

где α_i — коэффициенты наличия долго-, средне- и краткосрочных трендов соответственно;

β_i — весовые коэффициенты влияния долго-, средне- и краткосрочных трендов соответственно.

При этом для весовых коэффициентов выполняется следующее условие:

$$\sum_{i=1}^3 \beta_i = 1.$$

Коэффициенты α_i принимают следующие значения: в случае растущего тренда $\alpha_i = 1$, для падающего тренда $\alpha_i = 0$ и при отсутствии какого-либо тренда (боковой тренд) $\alpha_i = 0,5$.

Пример расчета размера позиции. Предположим, что в текущий момент времени для торгуемого финансового актива сложилась следующая ситуация: долгосрочный тренд – отсутствует ($\alpha_1 = 0,5$), среднесрочный тренд – отсутствует ($\alpha_2 = 0,5$), краткосрочный тренд – нисходящий ($\alpha_3 = 0$), а для весовых коэффициентов влияния трендов используются следующие значения:

- ◆ долгосрочный тренд – $\beta_1 = 0,5$;
- ◆ среднесрочный тренд – $\beta_2 = 0,3$;
- ◆ краткосрочный тренд – $\beta_3 = 0,2$.

Тогда размер позиции равен:

$$\gamma = 0,5 \cdot 0,5 + 0,3 \cdot 0,5 + 0,2 \cdot 0,0 = 0,4,$$

т.е. размер текущей позиции должен составлять 40% от максимально возможной, а свободные денежные средства должны составлять 60%. Если, например, в предыдущий момент времени размер позиции составлял 70%, то в данной ситуации необходимо продать 30% позиции по текущей рыночной цене, чтобы привести размер позиции к требуемому значению (40%).

Наличие того или иного тренда определялось по наклону соответствующей экспоненциальной скользящей средней. Преимущество экспоненциального усреднения перед простым или взвешенным усреднением заключается в том, что в первом

случае каждой из цен анализируемого интервала времени придается свой «вес», причем наибольший вес присваивается последним значениям цены (как наиболее значимым), а наименьший – первым.

Для расчета экспоненциальной скользящей средней n -ого порядка в i -й момент времени в данной работе использовалась итерационная формула следующего вида [25]:

$$EMA(i, n) = kP_i + (1 - k) EMA(i - 1, n), \quad (2)$$

где $k = 2 / (n + 1)$ – коэффициент сглаживания;

P_i – цена финансового актива в i -й момент времени.

В качестве начального приближения для итерационной формулы (2) можно взять простую скользящую среднюю за аналогичный период усреднения n .

Пример ЕМА различного порядка, построенных с использованием формулы (2), приведен на *рис. 4*. Из приведенного графика видно, что ЕМА сглаживают ценовые колебания актива. При этом чем больше порядок ЕМА (значение n), тем более плавно изменяется ее график.

Для выявления наличия того или иного тренда использовалась методика определения наклона экспоненциальной скользящей средней соответствующего порядка. Например, для определения наличия тренда на интервале в 21 день рассчитывается 21-дневная экспоненциальная скользящая средняя по ценам финансового актива. Если наклон рассчитанной скользящей средней в рассматриваемый день положительный, то делается вы-



Рис. 4. Пример скользящих средних разного порядка.

вод о том, что на интервале в 21 день наблюдается восходящая динамика по активу и, следовательно, в формуле (1) соответствующий коэффициент $\alpha_i = 1$. Если наклон экспоненциальной скользящей средней отрицательный, то на интервале в 21 день мы имеем нисходящую динамику (в формуле (1) соответствующий коэффициент $\alpha_i = 0$). Если же экспоненциальная средняя представляет собой горизонтальную линию (наклон = 0), то это означает, что на интервале времени в 21 день какая-либо тенденция в поведении рассматриваемого актива отсутствует (в формуле (1) соответствующий коэффициент $\alpha_i = 0,5$).

Наличие наклона определялось по четырем последовательным значениям ЕМА в различные моменты времени, а именно:

- ◆ если $EMA_i > EMA_{i-1} > EMA_{i-2} > EMA_{i-3}$ – наклон положительный ($\alpha_i = 1$);
- ◆ если $EMA_i < EMA_{i-1} < EMA_{i-2} < EMA_{i-3}$ – наклон отрицательный ($\alpha_i = 0$);
- ◆ при любых других соотношениях значений ЕМА считалось, что наклон отсутствует ($\alpha_i = 0,5$).
- ◆ Для порядка усреднения и весовых коэффициентов влияния трендов (коэффициенты β_i в формуле (1)) в данной работе были использованы следующие значения:
 - ◆ краткосрочный тренд: $n = 8, \beta = 0,2$;
 - ◆ среднесрочный тренд: $n = 21, \beta = 0,3$;
 - ◆ долгосрочный тренд: $n = 55, \beta = 0,5$.

Таким образом, максимальный вес (0,5) придавался долгосрочной тенденции.

В результате управление позицией осуществляется следующим образом. В каждый новый момент времени (новую неделю, новый день, новый час и т.д.) по формуле (2) рассчитываются новые значения трех ЕМА соответствующих порядков. После этого определяются параметры кратко-, средне- и долгосрочного трендов (коэффициенты α_i в формуле (1)) и рассчитывается новый размер позиции α по формуле (1). Если значение α увеличилось, то происходит покупка нужного количества торгуемого актива. Если значение α уменьшилось, то происходит продажа нужного количества торгуемого актива.

3. Источник данных

В качестве источника данных по ценам на финансовые активы в работе использовался портал финансового холдинга «ФИНАМ» [24]. Данный ресурс позволяет получать историю по котировкам всех финансовых активов, торгуемых на Мо-

сковской бирже, за произвольный период времени. При этом данные можно сохранять как в текстовом файле (файл с расширением .txt), так и в csv-файле (файл с расширением .csv).

4. Используемые технологии

Для реализации всех необходимых вычислений и визуализации полученных результатов использовались функциональный язык программирования R и соответствующая среда разработки [30, 31]. В последние годы этот язык стал одним из наиболее популярных средств для обработки и визуализации данных в области больших данных (Big Data), науки о данных (Data Science) и машинного обучения (Machine Learning).

Для обработки и визуализации данных использовались базовые возможности языка R, а также возможности библиотек dplyr, lubridate и ggplot2.

5. Результаты

Ниже представлены результаты тестирования предложенной торговой системы для акций четырех российских компаний из различных секторов экономики, торгуемых на Московской бирже: Сбербанк (тикер SBER), Новолипецкий металлургический комбинат (тикер NLMK), Акрон (тикер AKRN) и Яндекс (тикер YNDF). Период тестирования составил один год с 15.12.2020 по 15.12.2021. В качестве интервала времени использовался один день.

На рисунках 5–8 на левых графиках отображено изменение цены соответствующего актива, а на правых графиках – изменение доходности инвестиций в данный актив при работе по рассмотренной выше стратегии.

На представленных рисунках хорошо виден эффект работы предложенной торговой системы. Он заключается в том, что график доходности не является полной копией ценового графика (что имеет место для стратегии «купи и держи»). Отличие графиков обусловлено тем, что как открытие, так и закрытие позиции осуществляется не единовременно, а по частям по мере формирования одного из трех трендов.

Одно из следствий такого подхода заключается в получении меньших потерь в случае генерации ложных сигналов. Например, если система отреагировала на ложный сигнал на 20% средств, то при закрытии позиции с убытком этот убыток будет в пять раз меньше, чем в том случае, если бы в этой неудачной сделке были задействованы все 100% средств.

Рис. 5.
Результаты
тестирования
для акций
Сбербанк.



Рис. 6.
Результаты
тестирования
для акций
НЛМК.

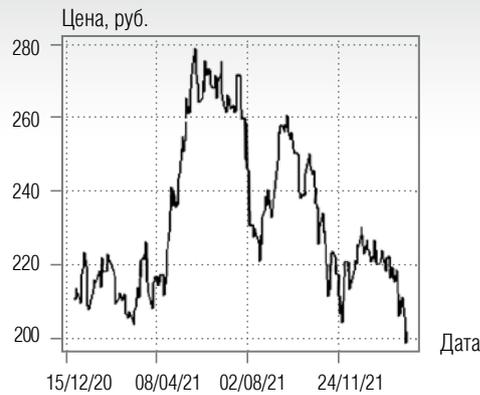


Рис. 7.
Результаты
тестирования
для акций
Акрон.



Рис. 8.
Результаты
тестирования
для акций
Yandex.



Но, с другой стороны, эта же причина (формирование позиции по частям) может приводить и к недополучению прибыли на начальном этапе открытия позиции.

Однако главное преимущество предлагаемого подхода по сравнению со стратегией «купи и держи» заключается в полном закрытии позиции на определенном этапе снижения цен, что приводит к ограничению убытков. Особенно отчетливо этот эффект проявляется для акций Сбербанка и Yandex (см. *рис. 5 и 8*). На графиках отчетливо видно, что в конце 2021 года все позиции были закрыты (горизонтальные линии на правых графиках доходности), что позволило избежать получения существенных убытков при последующем сильном снижении цен на данные активы.

Для количественной оценки качества работы предлагаемой системы в *таблице 1* представлены сводные результаты по доходности инвестиций в выбранные активы, которые могли бы быть получены при ее использовании в реальной биржевой торговле на рассмотренном интервале времени.

Таблица 1.

Сводные результаты тестирования

Актив	Доходность стратегии, %	Доходность стратегии «Купи и держи», %
Сбербанк	17,61	2,85
НЛМК	5,53	- 4,04
Акрон	91,24	108,30
Yandex	- 4,67	- 10,66

Для сравнения в *таблице 1* приведены значения доходности инвестиций в эти же активы, которые были бы получены при использовании стратегии «купи и держи». На основании данных таблицы можно сделать вывод о том, что использование предложенной стратегии в большинстве случаев (за исключением акций Акрон) позволяет получить значительно лучшие результаты по доходности по сравнению с консервативной стратегией.

Из результатов видно, что стратегия хорошо работает на участках с явно выраженными трендами. Такой результат вполне ожидаем, поскольку стратегия построена на трендовых индикаторах. Чем выше волатильность актива, тем хуже получаемые результаты.

Следует отметить, что цель данной работы заключалась в разработке относительно простой тор-

говой стратегии, которая может выступать в качестве возможной альтернативы консервативной стратегии «купи и держи», а не в противопоставлении предлагаемой торговой стратегии другим существующим стратегиям. Как отмечалось в начале статьи, в настоящее время существует очень большое количество разнообразных стратегий. Однако, во-первых, далеко не все разработчики раскрывают содержимое своих стратегий, а во-вторых, для проведения корректного сравнительного анализа необходимо тестировать разные стратегии на одинаковых наборах данных.

Проведение такого анализа выходит за рамки данной работы. Тем не менее, в качестве примера было проведено сравнение результатов работы предлагаемой стратегии с результатами, полученными в работе [19] с помощью одной из наиболее популярных стратегий, описанной в п.1 и основанной на пересечении двух скользящих средних разного порядка. В частности, в работе [19] использовались 9-дневная и 20-дневная ЕМА. В качестве исходных данных использовались котировки акций американской компании AJG за период с 12.11.2012 по 10.11.2021. Доходность консервативной стратегии «купи и держи» для данных акций за выбранный интервал времени составила 125%. Доходность стратегии для двух ЕМА составила при этом 82,99%. Доходность предлагаемой стратегии составила 134,63%.

Заключение

В работе предложена оригинальная торговая стратегия для работы на финансовых рынках, в основу которой положены трендовые индикаторы технического анализа. Отличительная особенность стратегии заключается в соединении в одном подходе торгового метода (правила открытия/закрытия позиции) и системы управления размером позиции.

Результаты тестирования стратегии на исторических данных показали, что даже в условиях современных высоко волатильных рынков такие стратегии могут приносить инвесторам доходность, превышающую доходность консервативных стратегий. При работе на больших интервалах времени подобные стратегии вполне могут рассматриваться в качестве альтернативы высокочастотным роботам и банковским депозитам.

Для использования стратегии при работе на коротких интервалах времени она может быть легко встроена в автоматизированную торговую систему. ■

Литература

1. Средняя ставка по вкладам в Москве [Электронный ресурс]: <https://www.sravni.ru/vklady/srednyaya-stavka-po-vkladam> (дата обращения 10.01.2022).
2. Статистика уровня инфляции в России [Электронный ресурс]: <https://bhom.ru/inflation/rus/> (дата обращения 19.01.2022).
3. Аналитики оценили чистый отток средств россиян из банков [Электронный ресурс]: <https://www.rbc.ru/finances/17/12/2020/5fd8b80a9a79472f7ea2739b> (дата обращения 02.02.2022).
4. Физические лица вложили в ценные бумаги на Московской бирже более 1 трлн рублей [Электронный ресурс]: <https://www.moex.com/n34977> (дата обращения 10.02.2022).
5. Sharpe W.F., Alexander G.J., Baily J.V. Investments. New Jersey: Prentice Hall, 1998.
6. Cartea A., Jaimungal S., Penalva J. Algorithmic and high-frequency trading. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.
7. Chan E.P. Machine trading: Deploying computer algorithms to conquer the markets. New Jersey: Wiley, 2017.
8. Chan E.P. Algorithmic trading: Winning strategies and their rationale. New Jersey: Wiley, 2013.
9. Klimin P.Y., Bukunov S.V. Computer modeling of modern financial markets // Proceedings of the Information Technologies and Intelligent Decision Making Systems (ITIDMS2021), CEUR Workshop Proceedings, Aachen, 2021 [Электронный ресурс]: <http://ceur-ws.org/Vol-2843/paper014.pdf> (дата обращения 15.02.2022).
10. Роботы помогли Мосбирже поставить рекорд в марте [Электронный ресурс]: https://1prime.ru/Financial_market/20200417/831279655.html (дата обращения 18.02.2022).
11. Колмыкова Л.И. Фундаментальный анализ финансовых рынков. СПб.: Питер, 2007.
12. Schwager J.D. Technical analysis. NY: Wiley, 1996.
13. Алейник Т.С., Клянина Л.Н. Статистический анализ портфеля ценных бумаг минимального риска // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1 [Электронный ресурс]: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4771> (дата обращения 15.02.2022).
14. 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.
15. Андрианова Е.Г., Новикова О.А. Роль методов интеллектуального анализа текста в автоматизации прогнозирования рынка ценных бумаг // Cloud of Science. 2018. Т. 5. № 1 [Электронный ресурс]: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-metodov-intellektualnogo-analiza-teksta-v-avtomatizatsii-prognozirovaniya-rynka-tsennyh-bumag> (дата обращения: 30.10.2022).
16. Бурлаков В.В., Дементьева Е.М., Дзюрдзя О.А. Фрактальный анализ как метод прогнозирования динамики стоимости ценных бумаг предприятий с учетом их скрытого инновационного потенциала // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2020. №3. С. 87–98. <https://doi.org/10.28995/2073-6304-2020-3-87-98>
17. Палювина А.С. Фрактальный анализ рынка на основе коэффициента Херста // Вектор экономики. 2019. № 4. С. 1–9.
18. Кудрявцев О.Е., Мамедзаде Х.М., Родоченко В.В., Чивчян А.А. Анализ эффективности стратегий для торговли опционами на Московской Бирже с применением методов машинного обучения // Инженерный вестник Дона. 2017. № 1 [Электронный ресурс]: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2017/4069> (дата обращения 20.03.2022).
19. Степанов А. Сравнение эффективности торговли робота на нейронных сетях с некоторыми торговыми алгоритмами [Электронный ресурс]: <https://vc.ru/finance/318680-sravnienie-effektivnosti-torgovli-robota-na-neyronnyh-setyah-s-nekotorymi-torgovymi-algoritmami> (дата обращения 10.06.2022).
20. Durenard E.A. Professional Automated Trading. Theory and Practice. New Jersey: Wiley, 2013.
21. Чеботарев Ю.А. Торговые роботы на российском фондовом рынке. М.: СмартБук, 2011.
22. Kaufman P. Trading systems and methods. New Jersey: Wiley, 2013.
23. Солабуто Н.В. Трейдинг: торговые системы и методы. СПб.: Питер, 2010.
24. ФИНАМ [Электронный ресурс]: <http://www.finam.ru/> (дата обращения 28.02.2022).
25. Найман Е.Л. Трейдер-Инвестор. Киев: ВИРА-Р, 2000.
26. 10 лучших трендовых индикаторов [Электронный ресурс]: <http://www.gurutrade.ru/blogs/10-luchshikh-triendovykh-indikatorov> (дата обращения 20.02.2022).
27. Bukunov S.V. Verification of the applicability of trend strategies in modern financial markets // Proceedings of the International Science and Technology Conference "FarEastCon 2020". Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2020. P. 879–886. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0953-4_85
28. Лебо Ч., Лукас Д. Компьютерный анализ фьючерсных рынков. М.: Альпина Бизнес Букс, 2017.
29. Элдер А. Как играть и выигрывать на бирже: Психология. Технический анализ. Контроль над капиталом. М.: Альпина Паблишерс, 2010.

30. Grolemund G., Wickham H. R for Data Science. Boston: O'Reilly Media Inc., 2017.
31. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing [Электронный ресурс]: <https://www.R-project.org/> (дата обращения 26.02.2022).

Об авторах

Букунов Сергей Витальевич

кандидат технических наук, доцент;

доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 199005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4;

E-mail: sergeybukunov@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-5983-0637

Букунова Ольга Викторовна

кандидат технических наук, доцент;

доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 199005, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4;

E-mail: bukunovaolga@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-5721-1795

Multi-trend trade system for financial markets

Sergey V. Bukunov

E-mail: sergeybukunov@yandex.ru

Olga V. Bukunova

E-mail: bukunovaolga@yandex.ru

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Address: 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Street, Saint Petersburg 199005, Russia

Abstract

At present, more and more people are beginning to be interested in the field of investment. This is due to the growth in incomes of the population, on the one hand, and development of financial technologies, on the other hand. The problematic situation is analyzed in this article and the main known models, algorithms and indicators used to build trading strategies are considered. A conservative trading strategy based on trend indicators is proposed. The strategy can be an alternative to the popular conservative “buy and hold” strategy. Exponentially moving averages of various orders that reveal the presence of trends of variable duration in the price dynamics of a financial asset are used as system indicators. A distinctive feature of the proposed trading system is the combination in one approach of the trading method that generates trade signals and the rules for position size management. The article contains results of testing a proposed trading strategy based on historical data. A comparative analysis of the results obtained with the results of the “buy and hold” strategy and the strategy based on two exponential moving averages of different orders is carried out. The proposed system can be easily integrated into automated trading systems. The R language was used for data processing and visualization.

Keywords: financial markets, technical analysis, trade system, trend indicators, data visualization, R language

Citation: Bukunov S.V., Bukunova O.V. (2022) Multi-trend trade system for financial markets. *Business Informatics*, vol. 16, no. 4, pp. 36–49. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.4.36.49

References

1. *Average deposit rate in Moscow* (2022). Available at: <https://www.sravni.ru/vklady/srednyaya-stavka-po-vkladam> (accessed 10 January 2022) (in Russian).
2. *Inflation rate statistics in Russia* (2022). Available at: <https://bhom.ru/inflation/rus/> (accessed 19 January 2022) (in Russian).
3. *Analysts estimated the net outflow of funds of Russians from banks* (2022). Available at: <https://www.rbc.ru/finances/17/12/2020/5fd8b80a9a79472f7ea2739b> (accessed 02 February 2022) (in Russian).
4. *Individuals invested more than 1 trillion rubles in securities on the Moscow Exchange* (2022). Available at: <https://www.moex.com/n34977> (accessed 10 February 2022) (in Russian).
5. Sharpe W.F., Alexander G.J., Baily J.V. (1998) *Investments*. New Jersey: Prentice Hall.
6. Cartea A., Jaimungal S., Penalva J. (2015) *Algorithmic and high-frequency trading*. Cambridge: Cambridge University Press.
7. Chan E.P. (2017) *Machine trading: Deploying computer algorithms to conquer the markets*. New Jersey: Wiley.
8. Chan E.P. (2013) *Algorithmic trading: Winning strategies and their rationale*. New Jersey: Wiley.
9. Klimin P.Y., Bukunov S.V. (2021) Computer modeling of modern financial markets. In Proceedings of the *Information Technologies and Intelligent Decision Making Systems (ITIDMS2021)*, CEUR Workshop Proceedings, Aachen. Available at: <http://ceur-ws.org/Vol-2843/paper014.pdf> (accessed 15 February 2022).
10. *Robots helped the Moscow Exchange set a record in March* (2022). Available at: https://1prime.ru/Financial_market/20200417/831279655.html (accessed 18 February 2022) (in Russian).
11. Kolmykova L.I. (2007) *Fundamental analysis of financial markets*. Saint-Petersburg: Piter (in Russian).
12. Schwager J.D. (1996) *Technical analysis*. NY: Wiley.
13. Aleinik T.S., Klyanina L.N. (2018) Statistical analysis of minimal risk securities portfolio. *Engineering Bulletin of the Don*. №1. Available at: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2018/4771/> (accessed 15 February 2022) (in Russian).
14. Davey K.J. (2014) *Building winning algorithmic trading system: A trader's journey from Data Mining to Monte Carlo simulation to live trading*. New Jersey: Wiley.
15. Andrianova E.G., Novikova O.A. (2018) The role of text mining methods in automating stock market predicting. *Cloud of Science*, vol. 5, no. 1. Available at: https://cloudofscience.ru/publications/archive/cos_5_1/ (accessed 15 January 2022) (in Russian).
16. Burlakov V.V., Dementieva E.M., Dzyurdzha O.A. (2020) Fractal analysis as a method for predicting the dynamics of the value of the securities of enterprises, taking into account their hidden innovative potential. *Bulletin of RGGU. Chapt. "Economics. Management. Right"*, no. 3. <https://doi.org/10.28995/2073-6304-2020-3-87-98> (in Russian).
17. Palyuvina A.S. (2019) Fractal analysis of the market based on the Hurst coefficient. *Economics Vector*, no. 4 (in Russian).
18. Kudryavtsev O.E., Mamedzade Kh.M., Rodochenko V.V., Chivchyan A.A. (2017) Efficiency analysis of options trading strategies on the Moscow Exchange using machine learning methods. *Engineering Bulletin of the Don*, no. 1. Available at: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2017/4069/> (accessed 20 March 2022) (in Russian).
19. Stepanov A. (2021) *Comparison of the trading efficiency of a robot based on neural networks with some trading algorithms*. Available at: <https://vc.ru/finance/318680-sravnenie-effektivnosti-torgovli-robot-na-neyronnyh-setyah-s-nekotorymi-torgovymi-algoritmami> (accessed 10 June 2022) (in Russian).
20. Durenard E.A. (2013) *Professional automated trading. Theory and practice*. New Jersey: Wiley.
21. Chebotarev Yu. A. (2011) *Trading robots on the Russian stock market*. Moscow: SmartBook (in Russian).
22. Kaufman P. (2013) *Trading systems and methods*. New Jersey: Wiley.
23. Solabuto N.V. (2010) *Trading: trading systems and methods*. Saint-Petersburg: Piter (in Russian).
24. *FINAM* (2022). Available at: <http://www.finam.ru/> (accessed 28 February 2022) (in Russian).
25. Naiman E.L. (2000) *Trader-Investor*. Kiev: VIRA-R (in Russian).

26. *Top-10 trend indicators* (2022). Available at: <http://www.gurutrade.ru/blogs/10-luchshikh-triendovykh-indikatorov> (accessed 20 February 2022) (in Russian).
27. Bukunov S.V. (2020) Verification of the applicability of trend strategies in modern financial markets. In Proceedings of the *International Science and Technology Conference "FarEastCon 2020"*. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. P. 879–886. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0953-4_85
28. Lebo Ch., Lukas D. (2017) *Computer analysis of future markets*. Moscow: Alpina Business Books (in Russian).
29. Elder A. (2010) *Trading for a living: Psychology. Trading tactics. Money management*. Moscow: Alpina Publishers (in Russian).
30. Golemund G., Wickham H. (2017) *R for Data Science*. Boston: O'Reilly Media Inc.
31. R Core Team (2022) *R: A language and environment for statistical computing*. Available at: <https://www.R-project.org/> (accessed February 2022).

About the authors

Sergey V. Bukunov

Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor;

Associate Professor, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Street, Saint Petersburg 199005, Russia;

E-mail: sergeybukunov@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-5983-0637

Olga V. Bukunova

Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor;

Associate Professor, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 4, 2nd Krasnoarmeiskaya Street, Saint Petersburg 199005, Russia;

E-mail: bukunovaolga@yandex.ru

ORCID: 0000-0002-5721-1795