

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической экономики

**Разработка системы поддержки принятия решений на фондовом  
рынке на основе развития индикаторов МА, ROC и минимаксного  
подхода**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 451 группы

направление 38.03.05 — Бизнес информатика

механико-математического факультета

Ежак Ольги Владимировны

Научный руководитель  
доцент, к.ф.-м.н., доцент

И.Ю. Выгодчикова

Зав. кафедрой  
д.ф.-м.н., профессор

С.И. Дудов

Саратов 2019

**Введение.** Данная работа посвящена разработке системы поддержки принятия решений на фондовом рынке на основе развития индикаторов MA, ROC и минимаксного подхода. Предпосылкой выбора данной темы и создания данной работы послужило то что важное место в Российской экономике занимает фондовый рынок. Фондовый рынок является организованным рынком для купли-продажи промышленной и финансовой безопасности. Это удобное место, где торговля ценными бумагами ведется систематически, т.е. в соответствии с определенными правилами и положениями. Фондовый рынок играют одну из важнейших ролей, которая заключается в обеспечении кругооборота финансовых ресурсов в экономике через выпуск ценных бумаг, их обращение на рынке и, соответственно, погашение этих бумаг. Эта деятельность рынка крайне важна в системе рыночного хозяйствования. Фондовый рынок помогает нуждающимся в дополнительных ресурсах производителям через такие инструменты, как ценные бумаги, получать довольно быстро в свое распоряжение необходимые финансовые средства. Производители осуществляют эмиссию ценных бумаг, а затем их продажу.

Актуальность данной бакалаврской работы связана с увеличением влияния фондового рынка как на Российскую экономику, так и на мировую в целом. Роль фондового рынка в экономике государства определена, в первую очередь, степенью приватизационности собственности, точнее – долей частной собственности в воспроизводстве валового национального продукта. Помимо этого, роль фондового рынка зависит от уровня его развития в целом. Фондовые рынки можно найти по всему миру, и нельзя отрицать глобальную важность фондовых рынков. Каждый день триллионы долларов торгуются на фондовых рынках по всему миру, и они действительно являются движущей силой капиталистического мира. Использование индикатором MA, ROC, а также минимаксного подхода позволяет лучше понимать сложившуюся картину на фондовом рынке.

Целью дипломной работы является разработка методологии и инструментария принятия решений на основе применения развития индикаторов MA, ROC и минимаксного подхода отслеживания динамики фондового рынка.

Для достижения указанной цели в рамках дипломной работы были поставлены и решены следующие задачи:

- провести анализ существующих технических индикаторов и выделить ключевые и разработать коррекцию для инструментов технического анализа, для обеспечения увеличения эффективности торговых алгоритмов;
- построить вариант торгового алгоритма, позволяющего получать прибыль выше не только при работе на стабильном фондовом рынке, но и в кризисных условиях его функционирования;
- подтвердить эффективность разработанной универсальной торговой стратегии

**Научную базу дипломной работы** составили труды отечественных и зарубежных авторов в области экономической теории, технического анализа фондовых рынков, теории принятия решений и автоматизации торговли на финансовых рынках, а также методические разработки аналитических и консалтинговых российских и зарубежных агентств.

**Основное содержание** данной работы состоит из 4-х разделов, а именно:

1. Понятие фондового рынка
2. Индикаторы фондового рынка
3. Минимаксный критерий аппроксимации
4. Принятие решений на фондовом рынке.

**Первый раздел** раскрывает такое понятие как фондовый рынок. Приводится определение фондового рынка, т.е. это рынок, на котором ценные бумаги юридических лиц, государственных и полугосударственных органов покупаются и продаются. Также идет повествование о том, что фондовый рынок не покупает и не продает ценные бумаги за свой счет. Он просто предоставляет необходимую инфраструктуру и средства для торговли ценными бумагами своим членам и брокерам, которые торгуют ценными бумагами. Акцентируется

внимание на регулировании фондовым рынком торговой деятельности с целью обеспечения свободной и справедливой торговли. Раскрываются основные характеристики фондового рынка: с какими видами ценных бумаг осуществляется работа; кто, какие лица осуществляет все сделки с ценными бумагами, кому запрещено входить на фондовый рынок; в соответствии с какими правилами и положениями, а также руководящими принципами регулируется купля-продажа; что собой представляет площадка фондовой биржи, режим ее работы. Акцентируется внимание на том, что фондовые биржи являются финансовыми барометрами и показателями развития национальной экономики страны.

В данном разделе раскрывается история российского фондового рынка, стадия, на которой он находится на данный момент. Важно отметить, что фондовый рынок России весьма молод. До настоящего времени он не оказал существенного положительного воздействия на увеличение ликвидности финансов организаций и предприятий, решение проблемы платежеспособности российской экономики. Особенностью является его ненасыщенность корпоративными ценными бумагами – облигациями и акциями акционерных обществ, организаций и предприятий, а также иными ЦБ. Следует отметить, что наибольший удельный вес в структуре оборотов рынков акций развитых стран занимают именно корпоративные ЦБ.

В работе были раскрыты основные понятия, имеющие отношения к фондовому рынку. Кто такие инвесторы, эмитенты, что собой представляет инфраструктура фондового рынка. Роль фондового рынка в экономике государства определена с нескольких сторон: в первую очередь, степенью приватизационности собственности, точнее – долей частной собственности в воспроизводстве ВВП. Также роль фондового рынка зависит от уровня его развития. Для эффективного обращения ценных бумаг на фондовом рынке, они должны преодолеть ряд барьеров. Фондовый рынок, как и любой другой рынок, – сложная организационно-правовая система с определенной техникой проведения операций.

Также в данном разделе рассмотрена мировая история создания фондовых рынков. Первый фондовый рынок, каким мы знаем его сейчас, не появлялся до 1500-х годов. Тем не менее, были аналогичные фондовые рынки. Например, во Франции в 1100г.

Сегодня практически в каждой стране мира есть свой фондовый рынок. В развитых странах основные фондовые рынки обычно появлялись в XIX и XX веках, вскоре после создания Лондонской фондовой биржи и Нью-Йоркской фондовой биржи. От Швейцарии до Японии все основные экономические державы мира имеют высокоразвитые фондовые рынки. Каждый день триллионы долларов торгуются на фондовых рынках по всему миру, и они действительно являются движущей силой капиталистического мира. Фондовые рынки – постоянно развивающаяся система. В первом разделе также рассмотрены компоненты фондовых рынков и деятельность.

**Во втором разделе** рассмотрены индикаторы фондового рынка. Один из наиболее популярных – скользящие средние. Скользящие средние используются для измерения направления текущего тренда. Каждый тип скользящего среднего (МА) - это математический результат, который вычисляется путем усреднения числа прошлых точек данных. После определения полученное среднее затем наносится на график, чтобы трейдеры могли смотреть на сглаженные данные, а не фокусироваться на ежедневных колебаниях цен, которые присущи всем финансовым рынкам.

Существует множество вариаций, скользящих средних. Они могут быть рассчитаны на основе цены закрытия, цена открытия, высокая цена, низкая цена или вычисления, сочетающей эти различные уровни цен. Большинство скользящих средних представляют собой некоторую форму либо простой скользящей средней (SMA), которая представляет собой просто среднюю цену за данный период времени, либо экспоненциальной скользящей средней (EMA), которая взвешена в пользу более недавнего движения цены. EMA и двойное экспоненциальное скользящее среднее (DEMA) отражают текущий ценовой тренд

для ценной бумаги в более актуальном чтении. ЕМА обычно рассчитывается для 12- или 26-дневных периодов для краткосрочных трейдеров, а постоянные инвесторы используют постоянно 50-дневную и 200-дневную ЕМА.

Одним из лучших методов определения силы и направления импульса актива является одновременное размещение трех скользящих средних на графике, а затем пристальное внимание к тому, как они складываются относительно друг друга. Следует не забывать, что скользящие средние имеют отсталый характер. В то время как ЕМА могут уменьшить влияние задержки на развитие тенденций, они все еще полагаются на прошлые данные, которые никогда не могут быть применены к будущему с полной уверенностью. Ценные бумаги иногда движутся в ценовых циклах и повторяют поведение, но прошлые тренды, которые изображены с помощью скользящей средней, могут не иметь отношения к будущим движениям.

Следующий рассмотренный индикатор – осциллятор. Осциллятор - это индикатор, который колеблется выше и ниже центральной линии или между заданными уровнями, когда его значение изменяется со временем. Осцилляторы могут оставаться на экстремальных уровнях перекупленности или перепроданности в течение продолжительных периодов, но они не могут развиваться в течение длительного периода. Большинство осцилляторов являются индикаторами импульса и отражают только одну характеристику ценового действия ценной бумаги. Объем, ценовые модели и уровни поддержки / сопротивления также должны быть приняты во внимание. Дивергенция – это предупреждение о том, что тренд собирается измениться или установить сигнал на покупку или продажу. Расхождения могут быть положительными и отрицательными. Отрицательная дивергенция возникает, когда базовая ценная бумага перемещается к новому максимуму, но индикатор не может зафиксировать новый максимум и формирует более низкий максимум. Положительная дивергенция возникает, когда ценная бумага перемещается к новому минимуму, но индикатор удерживается выше своего предыдущего минимума, чтобы сформировать более высокий минимум. Для индикаторов импульса

положительная дивергенция показывает меньший импульс снижения, который иногда может предвещать бычий разворот.

В работе подробно рассмотрен трендовый осциллятор MACD, который расшифровывается как расхождение сходимости скользящих средних. Это индикатор импульса, следующий за трендом, который показывает взаимосвязь между двумя скользящими средними цены ценной бумаги. Он рассчитывается путем вычитания 26- периодной экспоненциальной скользящей средней (ЕМА) из 12-периодной ЕМА. Результатом этого расчета является линия MACD. Девятидневная ЕМА MACD, называемая «сигнальной линией», затем наносится поверх линии MACD, которая может служить триггером для сигналов на покупку и продажу. Трейдеры могут покупать ценную бумагу, когда MACD пересекает ее сигнальную линию, и продавать - или продавать ее - когда MACD пересекает сигнальную линию.

Индикаторы сходимости скользящих средних (MACD) можно интерпретировать несколькими способами, но более распространенными являются пересечения, расхождения и быстрые взлеты / падения.

**В третьем разделе** рассматривается применение методов минимакса. Минимаксные модели получили признание благодаря высокой устойчивости к помехам и эффективности применения в условиях невозможности получения достаточного количества исходных данных. Применение минимаксных методов в экономике до сих пор не получило широкого распространения, и исследования в данном направлении являются актуальными и перспективными для решения экономических задач.

Минимаксная мера (мера Чебышева – минимизация максимального расхождения функции аппроксимации с данными) обеспечивает наилучшее приближение при равномерном распределении значений случайной составляющей. Несмотря на математическую обоснованность решения и существование эффективных алгоритмов, данная задача не получила применения на практике ввиду сложности программной реализации алгоритма.

При моделировании данных на базе задачи П. Л. Чебышёва максимальная ошибка аппроксимации обусловлена появлением экстремально редких событий.

Таким путем можно добиться сильного сжатия данных, что позволяет восстановить полную картину выборки, сохранив качество прогнозирования.

Также в данном разделе описано применение задачи для усовершенствования индикатора торговли.

Метод имеет ряд преимуществ, в частности, позволяет построить модель с заранее известной погрешностью аппроксимации, достичь значительного сжатия данных и выявить экстремально редкие события, приведшие к сильным скачкам данных.

Приведем формулировку задачи П.Л.Чебышёва. Пусть в узлах дискретной сетки  $T = \{t_0 < t_1 < \dots < t_n\}$  заданы значения показателя  $MACD_k = MACD(t_k)$ , где  $T$ - момент времени, где частный случай  $k = 0,1,2$ .

$\rho(A, t) = a_0 + a_1 t + a_n + \dots + a_n t^n$ - алгебраический полином степени не выше  $n$  с вектором коэффициентов  $A = (a_0, a_1, \dots, a_n) \in R^{n+1}$ , где  $N$  и  $n$  – целые неотрицательные числа. Получаем полином  $\rho(a_0^i, a_1^i, t_i) = a_0^i + a_1^i * t_i$ .

Требуется минимизировать максимальное по всем узлам сетки  $T$  уклонение алгебраического полинома от значений дискретной функции в этих узлах:

$\varphi(A) = \max_{k \in T} |MACD_k - \rho_n(A, t_k)| \rightarrow \min$ , где  $k = 0,1,2$ , а  $A \in R^{n+1}$ . Данная задача является задачей негладкого выпуклого анализа. Известно, что она всегда имеет решение. Более того, в случае  $N > n$  решение единственное.

Рассмотрим линейный полином ( $n = 1$ ),  $T = \{t_0 < t_1 < \dots < t_n\}$ — моменты времени ( $t^0$  – начальный момент, возможно, равный «0»), в которые зафиксированы значения показателя  $MACD_k = MACD(t_k)$ , где частный случай  $k = 0,1,2$ . Переводим дату в числовую форму. В линейном случае задача запишется в виде  $\varphi(a_0^i, a_1^i) = \max_{k \in T} |MACD_{i+k} - \rho_n(a_0^i + a_1^i * t_{i+k})| \rightarrow \min$ , где  $k = 0,1,2$ , а  $a_0^i, a_1^i \in R^2$ .

**В четвёртом разделе** говорится о том, как принимаются решения на фондовом рынке. Итак, начнем с того что технический анализ (индикаторы торговли, графики и модели аппроксимации) применяется для выбора момента покупки или продажи ценных бумаг. Войти в рынок перед подъёмом и выйти с него, когда акции будут падать, либо продать на пике роста лишь мечта лица, совершающего торговые сделки. Применение индикаторной базы технического анализа, позволяет уменьшать риск и увеличивать прибыль. Большинство методов прогнозирования цен, при использовании даже не самых мощных персональных компьютеров, доступны любому интересующемуся трейдеру. Но не все методы технического анализа работают на практике и приносят пользователям немалый доход, необходимо развивать и улучшать инструменты принятия решений.

Существует множество разнообразных торговых систем, но разработка любой из них включает ряд этапов:

Выбор рынка. Перед началом разработки торговой системы нужно определиться, на каких рынках она будет работать. Рынки должны обладать хорошей ликвидностью, чтобы можно было открывать и закрывать позицию в любой момент времени, когда вы этого захотите, и – высокой потенциальной доходностью.

Определение рыночных условий (повышательный, понижательный тренд, отсутствие тренда) и временного периода, в котором осуществляется торговля (кратко-, средне- или долгосрочного)

Определение способа открытия позиции - вход. Открытие позиции должно происходить после выполнения трёх различных условий, каждому из которых соответствует определённый компонент системы:

a. идентификаторы направления (тренда). Они показывают, в каком направлении движется рынок - вверх, вниз или вбок

b. идентификаторы установки. Они сообщают о том, что вскоре возможно открытие позиции

c. спусковые механизмы входа. Они непосредственно сообщают о том, что позиция должна быть открыта прямо сейчас, в настоящий момент времени.

Выбор способа закрытия позиции - выход. Процесс выхода также определяется несколькими условиями, каждому из которых соответствует определенный компонент системы.

Рассмотрим вышеописанные способы для принятия решений на фондовом рынке. Как уже говорилось ранее, важным направлением оптимизации торговли на фондовом рынке является применение инструментария технического анализа, в результате вырабатывается чёткий набор сигналов и правил торговли. Грамотно разработав стратегию торговли, используя различные инструменты технического анализа, такие как индикаторы (например, SMA, EMA) и осцилляторы (например, ROC), можно добиться успеха и получить высокий доход. Для этого нужно модернизировать стратегии, известные другим участникам торговли. При выработке стратегии торгового решения применены следующие индикаторы.

Шаг 1. Вычислить индикатор SMA и определить сигналы. Если после восходящей тенденции (рост SMA) цена закрытия ниже SMA, то генерируется сигнал – продавать. Если после снижения SMA цена поднимается выше SMA, то генерируется сигнал – покупать.

Шаг 2. Вычислить индикатор EMA и определить сигналы. Если значение индикатора EMA падает, цена закрытия поднимается выше значения индикатора, то формируем сигнал на покупку, если EMA растёт, цена закрытия ниже EMA, то формируется сигнал на продажу.

Шаг 3. Вычислить индикатор ROC и определить сигналы. Если знак ROC изменился с «-» на «+», получен сигнал на покупку. Если знак ROC изменился с «+» на «-», получен сигнал на продажу.

Шаг 4. Вычислить индикатор MACD и сигнальную линию. Если знак сигнальной линии изменился с «-» на «+», получен сигнал на покупку. Если знак сигнальной линии изменился с «+» на «-», получен сигнал на продажу.

Вычислительный эксперимент выполнен на основе данных торговли акциями компании «Лукойл» за период 03.09.2018 – 10.03.2016, при этом принято

допущение о том, что (в случае получения сигнала о покупке или продаже акций), инвестор выполняет последнюю сделку за каждый период, в связи, с чем расчёты проведены по ценам закрытия торгов. Исходный капитал инвестора составляет 150 тыс. рублей.

### **Заключение.**

Основные результаты, полученные в ходе данной работы:

1. Определены основные понятия необходимые для разработки системы поддержки принятия решений на фондовом рынке на основе развития индикаторов MA, ROC и минимаксного подхода.
2. Проведён анализ существующих технических индикаторов, выделены ключевые инструменты технического анализа с применением коррекции по минимаксному подходу, которые обеспечивают увеличение эффективности торговых алгоритмов;
3. Проведен вычислительный эксперимент, который подтвердил эффективность данного метода.

Высокие темпы роста национальной экономики в последние годы привели к активному развитию российского фондового рынка, одной из функций которого является механизм перераспределения инвестиционных потоков в реальный сектор экономики, зачастую за счет перераспределения собственности. На фондовом рынке оперирует множество индивидуальных и институциональных инвесторов, которые пытаются получить прибыль за счет увеличения курсовой стоимости акций. Для того, чтобы максимизировать прибыль от операций с ценными бумагами, инвестор должен иметь в своем распоряжении целостную концепцию поведения на рынке, которая бы включала в себя систему анализа акций и набор определенных алгоритмов инвестирования.

Важным направлением оптимизации торговли на фондовом рынке является применение инструментария технического анализа, в результате вырабатывается чёткий набор сигналов и правил торговли. Грамотно разработав стратегию торговли с применением индикаторов технического анализа, можно добиться успеха и получить хорошую прибыль.