

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дифференциальных уравнений и математической экономики

Технический анализ с использованием информационных

технологий (Индикатор среднего истинного диапазона)

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направление 09.03.03 — Прикладная информатика

механико-математического факультета

Васильева Александра Николаевича

Научный руководитель
профессор, д.ф.-м.н., доцент

А. Ю. Трынин

Заведующий кафедрой
зав. кафедрой, д.ф.-м.н., доцент

В.С. Рыхлов

Саратов 2026

Введение. Актуальность темы заключается в том, что современный рынок ценных бумаг развивается в условиях высокой скорости изменения котировок, большого объема поступающей информации и необходимости оперативной обработки данных. В этих условиях возрастает значение технического анализа как системы методов, позволяющей исследовать динамику цены на основе исторических рядов и вычисляемых по ним индикаторов. Особое место среди таких индикаторов занимает ATR (Average True Range), или средний истинный диапазон. Он характеризует интенсивность ценовых колебаний и позволяет оценивать рыночный режим, выявлять периоды повышенной и пониженной волатильности, а также формировать количественные ориентиры для анализа возможного движения цены. Актуальность работы связана с тем, что в современной прикладной информатике технический анализ целесообразно рассматривать не только как набор визуальных приёмов, но и как формализованную вычислительную процедуру, объединяющую загрузку данных, математическую обработку, интерполяцию, статистическую проверку и программную визуализацию результатов.

Целью бакалаврской работы является исследование возможностей технического анализа и методов приближения функций для прогнозирования тренда рынка ценных бумаг на основе индикатора ATR и численного эксперимента, реализованного программными средствами. Достижение данной цели предполагает переход от описательного анализа графиков к воспроизводимой исследовательской модели, в которой каждый этап обработки данных может быть повторён при фиксированных исходных параметрах.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: рассматриваются теоретические основы технического анализа как инструмента прогнозирования тренда; описываются сведения теории приближения функций с помощью операторов тригонометрической интерполяции; разрабатывается организация

численного эксперимента и программная реализация обработки котировок; выполняется статистическая обработка полученных результатов; формулируется интерпретация итоговых выводов с учётом ограничений выбранной модели.

Объектом исследования выступают котировки акций и вычисляемые по ним показатели волатильности. Предметом исследования являются методы оценки тренда и волатильности рынка на основе индикатора ATR, а также вычислительные процедуры интерполяции и статистической обработки результатов эксперимента. В качестве базового актива для итоговых расчётов используется акция Apple Inc. (AAPL), выбранная как ликвидный инструмент с регулярной историей торгов и достаточной динамикой цены для проверки методов, основанных на волатильности.

В работе используются исторические биржевые данные, включающие значения максимума, минимума и цены закрытия. На их основе рассчитываются истинный диапазон, индикатор ATR и нормированный ATR. Программная реализация предусматривает загрузку данных через Yahoo Finance, а также демонстрационный режим, позволяющий проверить вычислительные блоки без обращения к внешнему источнику. Для итоговой интерпретации используется базовая конфигурация эксперимента по AAPL: период наблюдения один год, окно ATR 14 дней, пороговый коэффициент 0,96 и горизонт проверки пять торговых дней.

Бакалаврская работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников и двух приложений. В первой части рассматривается технический анализ как инструмент прогнозирования тренда рынка ценных бумаг. Во втором разделе приводятся сведения теории приближения функций с помощью операторов тригонометрической интерполяции. В третьем приводится организация численного эксперимента и поблочному описанию программного кода. В четвёртом выполняется статистическая обработка результатов

эксперимента. В пятом разделе проводится интерпретация полученных результатов. В приложениях приведены ключевые графические материалы и избранные фрагменты программного кода.

Практическая значимость работы определяется возможностью использовать предложенный подход в учебных и прикладных задачах анализа финансовых временных рядов, при разработке исследовательских прототипов торговых систем и при сравнении методов интерполяционного продолжения индикаторов. Созданное веб-приложение позволяет воспроизводить вычислительный эксперимент в браузере, менять параметры расчёта и получать графики, таблицы сигналов и статистические показатели без локальной установки программной среды.

Основное содержание работы. В первом разделе работы рассматривается технический анализ как инструмент прогнозирования тренда рынка ценных бумаг. Отмечается, что современный технический анализ отличается от простого визуального чтения графиков: он опирается на формализованные показатели, алгоритмическую обработку данных и статистическую проверку результатов. Тренд в работе понимается как преобладающее направление изменения цены за выбранный промежуток времени. Восходящий тренд связывается с последовательным повышением локальных максимумов и минимумов, нисходящий — с их снижением, а боковое движение — с отсутствием устойчивого направления. При этом подчёркивается, что понятие тренда зависит от выбранного временного масштаба. В работе основное внимание уделяется дневным котировкам, так как они удобны для учебного исследования и позволяют снизить влияние краткосрочного рыночного шума.

Особое внимание в первом разделе уделяется индикатору среднего истинного диапазона ATR. Его значение определяется через истинный диапазон, учитывающий внутридневной размах цены и разрывы относительно предыдущего закрытия. Благодаря этому ATR даёт

более полную характеристику интенсивности рыночного движения, чем простая разность между максимумом и минимумом периода. В работе подчёркивается, что ATR не задаёт направление движения цены напрямую. Его задача состоит в оценке рыночного режима: рост индикатора может сопровождать выход цены из диапазона и усиление импульса, а снижение ATR часто связано с фазой консолидации и сжатием волатильности. Именно поэтому индикатор рассматривается как важный элемент системы признаков, которые могут предшествовать формированию направленного движения.

В первом разделе также раскрывается связь волатильности с задачами риск-менеджмента. ATR может использоваться как естественный масштаб рыночного шума при постановке стоп-лоссов и тейк-профитов. Если актив характеризуется высокой волатильностью, защитные уровни должны располагаться дальше от текущей цены, а размер позиции должен уменьшаться. При низкой волатильности допустимый диапазон отклонений может быть меньше. Такой подход показывает, что индикатор ATR полезен не только для поиска сигналов, но и для управления риском. Вместе с тем отмечается ограниченность любого технического индикатора: он является преобразованием исторического ряда и потому не способен полностью исключить ложные сигналы, особенно в периоды новостных всплесков и структурных изменений рынка.

В втором разделе работы изложены сведения теории приближения функций с помощью операторов тригонометрической интерполяции. Для финансовых временных рядов эта тема имеет прикладное значение, поскольку наблюдаемый процесс задан дискретно, содержит краткосрочные колебания и не имеет простого аналитического описания. В работе подчёркивается различие между приближением и интерполированием. Центральным объектом является именно интерполяционный тригонометрический полином, который должен совпадать с исходными значениями в узлах наблюдения. Это важно для корректной постановки задачи: исходные значения индикатора не

заменяются сглаженной аппроксимацией, а между ними строится непрерывное продолжение, позволяющее анализировать форму ряда внутри промежутков между торговыми датами.

Ряд нормированного ATR рассматривается как набор узловых значений некоторой периодически продолжаемой функции. Для нечётного числа узлов строится тригонометрический полином степени не выше заданного значения, удовлетворяющий условиям интерполяции. В работе приводятся формулы для коэффициентов такого полинома и лагранжева форма записи. Отдельно рассматривается проблема периодичности финансового ряда. Так как концы исходного отрезка в общем случае не согласованы, прямое периодическое продолжение может создавать скачок на границе интервала. Для уменьшения этого эффекта из ряда вычитается линейная функция, соединяющая начальное и конечное значения. После построения полинома линейная часть может быть добавлена обратно. Такая подготовка делает интерполяционное продолжение более корректным и уменьшает влияние краевых искажений.

Наряду с тригонометрическим интерполянтном во втором разделе рассматривается кубический сплайн. В работе он не заменяет основной математический инструмент, а используется как дополнительный метод сравнения. Кубический сплайн строится локально на каждом промежутке между соседними узлами и обеспечивает непрерывность функции и её первых производных. В отличие от него, тригонометрический полином является глобальным оператором и учитывает всю выборку сразу. Сопоставление этих двух подходов позволяет оценить, насколько выводы о поведении ATR зависят от выбранного способа интерполяционного продолжения дискретного ряда.

Третий раздел посвящен организации численного эксперимента эффективности прогноза тренда котировок акций и поблочному описанию программного кода. Эксперимент строится как последовательность воспроизводимых этапов: загрузка исторических

котировок, очистка данных, расчёт ATR и нормированного ATR, подготовка ряда к интерполированию, построение тригонометрического интерполянта и кубического сплайна, поиск локальных минимумов ниже заданного порога и оценка будущей доходности на выбранном горизонте. Такой подход переводит задачу технического анализа в форму алгоритма, где каждый шаг имеет понятное математическое и программное содержание.

В качестве исходных данных используются исторические котировки, содержащие поля High, Low и Close. На их основе рассчитывается истинный диапазон, затем ATR и нормированный ATR. Нормировка необходима для того, чтобы отделить форму колебаний волатильности от абсолютного уровня цены акции. Основным демонстрационным активом выбрана акция Apple Inc. (AAPL). Такой выбор обусловлен ликвидностью инструмента, длительной историей регулярных торгов, устойчивым интересом участников рынка и наличием краткосрочных колебаний цены. При этом разработанная программа не ограничивается AAPL: в интерфейсе предусмотрены и другие акции и ETF, что позволяет расширять эксперимент и проверять устойчивость метода на разных инструментах.

Практическая часть реализована в виде интерактивного веб-приложения на языке Python с использованием библиотеки Streamlit. Приложение включает два источника данных: загрузку реальных котировок через Yahoo Finance и демонстрационный синтетический ряд, который используется в случае недоступности внешнего источника. Подготовка данных осуществляется функциями, отвечающими за приведение структуры таблицы к единому виду, поиск обязательных столбцов, преобразование значений к числовому типу, удаление пропусков и проверку достаточности числа наблюдений. Затем вычислительное ядро выполняет расчёт индикаторов и построение интерполяционных моделей. Отдельные функции отвечают за формирование статистики и таблицы сигналов.

Для демонстрации результатов без локальной установки Python приложение размещено на платформе Hugging Face Spaces. Такой формат позволяет открыть исследовательскую панель по ссылке, выбрать актив, задать период наблюдения, окно ATR, пороговый коэффициент, горизонт проверки сигнала и плотность промежуточной сетки. В приложении предусмотрены разделы «Командный центр», «Аналитика», «Сигналы» и «Методика». Первый раздел показывает ключевые показатели эксперимента, второй содержит графики нормированного ATR и интерполяционных моделей, третий выводит таблицу найденных сигналов, а четвёртый напоминает основные формулы. Поэтому практическая часть не отделена от теории, а выступает её вычислительным продолжением.

Базовая конфигурация эксперимента соответствует итоговым расчётам по акции Apple Inc. (AAPL): период наблюдения один год, окно ATR равно 14, коэффициент порога составляет 0,96, горизонт проверки равен пяти торговым дням, а плотность сетки равна восьми промежуточным точкам на один шаг исходного ряда. После подготовки последовательности было получено 247 наблюдений нормированного ATR. Для тригонометрического интерполянта обнаружено 44 сигнала, из которых 28 оказались успешными. Для кубического сплайна при тех же условиях получено 40 сигналов, из которых 24 были успешными. Эти результаты рассматриваются как основной расчётный пример, а другие инструменты используются как потенциальная область расширения исследования.

В четвёртом разделе выполняется статистическая обработка результатов эксперимента. Отмечается, что одного визуального совпадения сигналов с последующим ростом цены недостаточно: необходимо оценить частоту успешных исходов, среднюю доходность, медиану, стандартное отклонение и устойчивость результата. В работе рассматривается доля успешных сигналов как отношение числа случаев, в которых цена через заданный горизонт оказалась выше исходного уровня, к общему числу сигналов. Однако этот показатель сам по себе не отражает масштаба

движения цены, поэтому он дополняется средней доходностью и другими статистическими характеристиками. Такой подход позволяет перейти от графической интерпретации к количественной оценке.

В статистической части рассматривается математическое ожидание сделки при заданных параметрах take profit и stop loss. Это позволяет перейти от абстрактной вероятности успеха к более реалистичной торговой интерпретации. Если вероятность положительного исхода и отношение прибыли к убытку известны, математическое ожидание показывает средний результат на одну операцию. В базовом примере при доле успешных сигналов 0,636, тейк-профит 5% и стоп-лосс 3% математическое ожидание сделки оказывается положительным. Вместе с тем в работе подчёркивается, что положительный результат на выбранном отрезке не означает существования универсальной торговой стратегии. Для корректной интерпретации необходимо учитывать размер выборки, доверительные интервалы, чувствительность к параметрам и возможное влияние транзакционных издержек.

Пятый раздел посвящен интерпретации полученных результатов. Содержательный вывод работы состоит в том, что локальные минимумы интерполяционного продолжения нормированного ATR могут рассматриваться как признаки сжатия волатильности. Такое состояние само по себе не гарантирует рост цены, однако может предшествовать направленному движению. Тригонометрический интерполянт позволяет анализировать не только значения индикатора в дискретных датах, но и форму непрерывного продолжения между ними. Это делает модель более гибкой по сравнению с простым поиском минимальных значений исходного ряда. Кубический сплайн используется как контрольный метод, показывающий, насколько результаты чувствительны к локальному способу интерполяции.

В работе отдельно подчёркивается, что технический анализ и математическая интерполяция не устраняют рыночную неопределённость. Индикатор ATR отражает интенсивность движения, но не задаёт направление будущей цены. Поэтому полученные сигналы должны рассматриваться как элементы исследовательской модели, а не как готовая торговая рекомендация. Ограничениями эксперимента являются выбор одного базового актива, использование ограниченного временного периода, отсутствие учёта комиссий и проскальзывания, а также необходимость дополнительного тестирования на вневыборочных данных. Эти ограничения не снижают методическую ценность работы, поскольку её основная задача состоит в демонстрации формального перехода от технического индикатора к воспроизводимому вычислительному эксперименту.

Приложение А содержит ключевые графические материалы, которые подтверждают этапы численного эксперимента: исходный ценовой ряд, построение интерполяционных моделей для нормированного ATR и нанесение найденных сигналов на график цены. Приложение Б включает избранные фрагменты программного кода, соответствующие программным блокам эксперимента. Такой формат приложений позволяет сохранить связь между теоретическими формулами, программной реализацией и визуальной проверкой результатов, не перегружая работу полным листингом приложения.

Заключение. В ходе выполнения бакалаврской работы были исследованы теоретические и прикладные аспекты технического анализа как инструмента прогнозирования тренда рынка ценных бумаг. Рассмотрен индикатор среднего истинного диапазона ATR, описан его экономический смысл и показана его роль как показателя интенсивности рыночных колебаний. Установлено, что ATR не является самостоятельным индикатором направления цены, но может использоваться для оценки

рыночного режима и поиска фаз сжатия волатильности, после которых возможно формирование направленного движения.

В работе изложена схема построения интерполяционного тригонометрического полинома для ряда нормированного ATR. Показано, что такой полином позволяет построить непрерывное продолжение дискретного ряда с сохранением исходных значений в узлах. Для повышения корректности периодического продолжения используется вычитание линейной составляющей, согласующей начальное и конечное значения ряда. Кубический сплайн рассмотрен как дополнительный сравнительный метод, позволяющий сопоставить глобальный и локальный способы интерполяции.

Разработан численный эксперимент, включающий загрузку исторических котировок, расчёт ATR и NATR, построение интерполяционных моделей, поиск сигналов и статистическую оценку их результативности. Программная реализация оформлена в виде интерактивного веб-приложения, размещённого на платформе Hugging Face Spaces. Это обеспечивает воспроизводимость эксперимента и позволяет пользователю самостоятельно менять параметры расчёта, выбирать активы, просматривать графики и выгружать таблицу сигналов.

В базовом эксперименте по акции Apple Inc. (AAPL) при периоде наблюдения один год, окне ATR 14 дней, пороге 0,96 и горизонте проверки пять торговых дней было получено 247 наблюдений нормированного ATR. Тригонометрический интерполянт дал 44 сигнала, из которых 28 оказались успешными; кубический сплайн дал 40 сигналов, из которых 24 были успешными. Эти показатели свидетельствуют о потенциальной работоспособности предложенного подхода при аккуратном выборе параметров и обязательном учёте ограничений модели.

Поставленная цель работы достигнута, а сформулированные задачи решены. Результаты исследования показывают, что сочетание методов технического анализа, интерполяционных тригонометрических

полиномов, статистической обработки и программной реализации является перспективным направлением анализа финансовых временных рядов. Дальнейшее развитие работы может быть связано с расширением набора активов, проведением вневыборочного тестирования, учётом транзакционных издержек и включением ATR в более сложные многопараметрические модели поддержки принятия решений.