

УДК 004.032.26

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (физико-математические науки, экономические науки)

**ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬ ОБНАРУЖЕНИЯ
РЫНОЧНЫХ МАНИПУЛЯЦИЙ НА ОСНОВЕ
СИНТЕЗА VOLUME SPREAD ANALYSIS, ON-
BALANCE VOLUME И АНСАМБЛЕВЫХ
МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Попова Ольга Борисовна
Кандидат технических наук, доцент кафедры
информационных систем и программирования
РИНЦ-SCIENCE INDEX SPIN-код: 1095-6863
popova_ob@mail.ru
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», Краснодар,
Россия*

Янаева Марина Викторовна
Кандидат технических наук, доцент кафедры
информационных систем и программирования,
заведующий кафедрой
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», Краснодар,
Россия*

Кунченко Сергей Александрович
студент кафедры информационных систем и
программирования
kca1982@mail.ru
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
технологический университет», Краснодар,
Россия*

В статье представлена оригинальная гибридная модель, разработанная для выявления признаков манипулятивного поведения на финансовых рынках и одновременного прогнозирования краткосрочного направления движения цен. Основу модели составляет синергетическое объединение классических подходов технического анализа с передовыми методами машинного обучения. В качестве ключевых компонентов технического анализа используются методология Volume Spread Analysis (VSA) и индикатор On-Balance Volume (OBV). VSA позволяет интерпретировать взаимосвязь между объемом торгов и ценовыми движениями, выявляя скрытые сигналы о возможных действиях «умных денег» или крупных участников рынка, тогда как OBV служит для оценки совокупного давления покупателей и продавцов на основе накопленного объема. С целью повышения точности и надёжности прогнозов эти традиционные инструменты дополняются современными алгоритмами

UDC 004.032.26

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

**HYBRID MODEL OF MARKET
MANIPULATION DETECTION BASED ON
SYNTHESIS OF VOLUME SPREAD
ANALYSIS, ON-BALANCE VOLUME AND
ENSEMBLE MACHINE LEARNING
METHODS**

Popova Olga Borisovna
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of the Department of Information Systems and
Programming
RSCI-SCIENCE INDEX SPIN-code: 4991-8507
murlinag@mail.ru
*Kuban State Technological University, Krasnodar,
Russia*

Yanaeva Marina Viktorovna
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of the Department of Information Systems and
Programming, Head of the Department
*Kuban State Technological University, Krasnodar,
Russia*

Kunchenko Sergey Alexandrovich
student of the Department of Information Systems
and Programming
kca1982@mail.ru
*Kuban State Technological University, Krasnodar,
Russia*

This article presents an original hybrid model designed to identify signs of manipulative behavior in financial markets and simultaneously predict the short-term direction of price movements. The basis of the model is a synergistic combination of classical approaches of technical analysis with advanced machine learning methods. In particular, the Volume Spread Analysis (VSA) methodology and the On-Balance Volume (OBV) indicator are used as key components of technical analysis. VSA allows you to interpret the relationship between trading volume and price movements, revealing hidden signals about the possible actions of "smart money" or large market participants, while OBV serves to assess the total pressure of buyers and sellers based on the accumulated volume. In order to improve the accuracy and reliability of forecasts, these traditional tools are complemented by modern machine learning algorithms. Both gradient boosting algorithms such as XGBoost and CatBoost, known for their high efficiency in classification and regression problems on structured data, and recurrent neural networks

машинного обучения. В архитектуру модели интегрированы как градиентные бустинговые алгоритмы - такие как XGBoost и CatBoost, известные своей высокой эффективностью в задачах классификации и регрессии на структурированных данных, - так и рекуррентные нейронные сети типа GRU (Gated Recurrent Unit), способные улавливать временные зависимости и динамику в последовательностях ценовых и объёмных данных. Кроме того, применяется метод стекинга (stacking), который позволяет комбинировать предсказания нескольких базовых моделей на метауровне, тем самым усиливая обобщающую способность всей системы и снижая риск переобучения. Основная цель модели - не просто предсказать направление цены, но и одновременно выявить аномальные рыночные паттерны, характерные для манипулятивных стратегий

Ключевые слова: OBV, VSA, ПРОКСИ-ИНДИКАТОР, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬ, РЫНОЧНЫЕ МАНИПУЛЯЦИИ, ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ИНВЕСТОРЫ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТРЕНДОВ, ОБЪЕМНЫЙ АНАЛИЗ, XGBoost, GRU, SMOTE, MOEX

such as GRU (Gated Recurrent Unit) are integrated into the model architecture, capable of capturing time dependencies and dynamics in sequences of price and volumetric data. In addition, the stacking method is used, which allows you to combine the predictions of several basic models at the meta level, thereby increasing the generalizing ability of the entire system and reducing the risk of retraining. Its main goal is not only to predict the direction of prices, but also to simultaneously identify abnormal market patterns characteristic of manipulative strategies

Keywords: OBV, VSA, PROXY INDICATOR, MACHINE LEARNING, HYBRID MODEL, MARKET MANIPULATION, INSTITUTIONAL INVESTORS, TREND FORECASTING, VOLUMETRIC ANALYSIS, XGBoost, GRU, SMOTE, MOEX

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-213-022>

Современные фондовые рынки, несмотря на рост автоматизации, остаются подвержены асимметрии информации и крупномасштабным манипуляциям со стороны крупных игроков (институциональных инвесторов и маркетмейкеров). Классические методы технического анализа (простые скользящие средние или RSI) и традиционные модели прогнозирования, основанные на исторических ценах, часто не способны своевременно выявить скрытые действия, маскирующиеся под обычный рыночный шум. Поэтому актуальность данной модели обусловлена следующими факторами:

- Необходимостью Выявления манипуляций. Модель вводит явный этап классификации, направленный на обнаружение аномальных ценовых и объёмных паттернов (VSA-паттернов: Spring, Upthrust, Stopping Volume) и дивергенций OBV, которые являются ключевыми признаками накопления или распределения крупного капитала.

<http://ej.kubagro.ru/2025/09/pdf/22.pdf>

- Способностью к преодолению ограничений ML. Чистые ML-модели, обученные только на ценах, часто работают как «черный ящик» и слабо интерпретируются. Интеграция VSA-признаков привносит фундаментальную логику технического анализа в процесс обучения, делая прогнозы более обоснованными и устойчивыми.

Ключевое достоинство модели заключается в её гибридном многоуровневом подходе, который минимизирует недостатки отдельных методов:

1. Интерпретируемостью (VSA): VSA-признаки и логика разметки обеспечивают первоначальный, интерпретируемый слой анализа.

2. Точностью (ML): Ансамбли XGBoost и CatBoost отлично справляются с нелинейными зависимостями в табличных данных, обрабатывая VSA-признаки и Z-оценки.

3. Учетом Временной Зависимости (GRU): Рекуррентный слой GRU позволяет анализировать последовательность ценового и объёмного поведения, что критически важно для прогнозирования временных рядов.

Модель AdvancedMarketAnalyzer (на примере акции LKOH) построена на последовательности из следующих ключевых этапов:

Расчет и инженерия признаков: используя данные OHLCV (Open, High, Low, Close, Volume), модель генерирует более пятнадцати производных признаков, сфокусированных на объёме и спреде:

Признаки VSA: Спред, тело свечи, верхний/нижний хвост, отношение объёма к размаху (EVR), Z-оценка объёма и спреда.

Улучшенный OBV: наряду с классическим OBV, рассчитываются его Z-оценка, скользящие средние и, что наиболее важно, корреляция между изменением цены и OBV для выявления скрытых дивергенций, сигнализирующих о расхождении между движением цены и потоком средств. Сочетание указанных параметров позволяет надёжно идентифицировать характерные рыночные паттерны, несущие

информацию о скрытых намерениях крупных участников рынка. Среди наиболее значимых можно выделить:

Stopping Volume (SV) - резкое увеличение объема на фоне снижения цены, при этом свеча закрывается в верхней части своего дневного диапазона. Такой сценарий часто сигнализирует о начале фазы накопления, когда «умные деньги» начинают активно входить в позицию.

Upthrust (UT) - ложный пробой вверх, сопровождаемый высоким объемом, но с последующим закрытием в нижней части диапазона. Это классический признак распределения, когда крупные игроки реализуют свои позиции, создавая иллюзию продолжения восходящего движения.

No Demand (ND) - попытка роста цены при крайне слабом объеме, что свидетельствует об отсутствии реального покупательского интереса и предвещает возможный разворот или консолидацию.

Формализация этих паттернов открывает возможность их интеграции в алгоритмические торговые системы, обеспечивая автоматизированный и объективный анализ рыночной структуры.

Центральной инновацией настоящей работы является органичное объединение методологии Volume Spread Analysis (VSA) с логикой индикатора On-Balance Volume (OBV). В отличие от классического OBV, где объем просто добавляется или вычитается в зависимости от направления цены, предложенная модификация вводит динамическое взвешивание объема на основе контекстных сигналов VSA. Такой подход позволяет улавливать не только направление потока капитала, но и его качественные характеристики - силу накопления или признаки истощения тренда.

В рамках этой интеграции были разработаны следующие компоненты комплексного индикатора:

OBV Z-score - стандартизированная мера, выявляющая статистически значимые отклонения в накоплении объёма, что может указывать на аномальную активность «умных денег».

OBV Trend Strength - нормированная метрика, отражающая среднюю скорость изменения OBV за заданное окно относительно его волатильности (стандартного отклонения), что помогает оценить устойчивость текущего тренда.

OBV vs. Price Correlation - скользящая корреляция между динамикой OBV и ценой, позволяющая оперативно обнаруживать дивергенции - один из самых надёжных предвестников разворотов.

OBV Breakout / Exhaustion - паттерны, основанные на резких всплесках или внезапных обвалах объёма в контексте ценового движения, которые помогают отличить настоящий пробой от ложного и распознать фазу истощения тренда.

В рамках гибридного подхода к обнаружению рыночных манипуляций все рассчитанные метрики - как статистические (Z-оценки объёма, спреда, OBV), так и экспертные (паттерны VSA и дивергенции OBV) — формализуются в единый набор признаков (features) для моделей машинного обучения (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Признак	Описание
vol_z	Z-оценка объёма — на сколько стандартных отклонений текущий объём отличается от среднего.
spread_z	Z-оценка спреда (high – low).
obv_z	Z-оценка индикатора OBV.
obv_vs_price_corr	Корреляция между изменением цены и изменением OBV за скользящее окно.
tail_ratio	Отношение верхней тени к общему спреду свечи.
evr_z	Z-оценка Effort vs Reward: `объём /
is_spring	Бинарный признак (0/1): был ли паттерн «Spring» (ложный пробой вниз).
is_upthrust	Бинарный признак: был ли паттерн «Upthrust» (ложный пробой вверх).
is_obv_divergence	Бинарный признак: есть ли дивергенция между ценой и OBV

Таким образом, синтез VSA и OBV порождает мощный, интерпретируемый и количественно измеримый инструмент, способный

значительно повысить качество как ручного, так и алгоритмического анализа рыночных манипуляций.

Двухуровневая разметка и обработка несбалансированных данных

1. Разметка Манипуляций: Вводится бинарная метка `is_manipulation = 1` для дней, где выполняются строгие эвристические условия (например, аномально высокий объём, Spring, Upthrust).

2. Балансировка Классов: Поскольку класс манипуляций является миноритарным, для обучения применяется метод SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique), который генерирует синтетические данные для обеспечения баланса обучающей выборки.

Разметка Направления Цены: Вводится метка `price_direction = 1` (для роста цены на следующий день).

Архитектура машинного обучения

Модель использует подход Stacking Ensemble для каждого из двух прогнозов (манипуляция и цена).

1. Базовые Классификаторы (Base Learners):

- XGBoost и CatBoost: Эффективны для классификации на основе статических VSA-признаков.

- GRU (Gated Recurrent Unit): Нейронная сеть, использующая последовательности данных (`seq_length=10`) для захвата временных зависимостей между свечами.

2. Мета-Классификатор (Meta Learner):

- Логистическая регрессия: Обучается на выходных вероятностях (прогнозах) всех трёх базовых моделей. Этот подход позволяет мета-модели взвешивать надёжность каждого базового классификатора в зависимости от рыночной ситуации.

Комбинированный анализ

Финальный этап объединяет предсказание манипуляции (`stack_pred_manip`) и предсказание направления цены (`price_pred`) в единый

итоговый сигнал (final_signal), предоставляя комплексную рекомендацию (рис. 1).

Последние 10 сигналов:

date	close	final_signal	manipulation_type
2025-10-01	6048.5	Норма + Ожидается падение	Нет манипуляции
2025-10-02	6026.5	Высокая вероятность + Ожидается падение	Расхождение OBV
2025-10-03	5914.0	Высокая вероятность + Ожидается падение	Расхождение OBV
2025-10-04	5889.0	Высокая вероятность + Ожидается рост	Расхождение OBV
2025-10-05	5927.0	Высокая вероятность + Ожидается рост	Расхождение OBV
2025-10-06	6110.0	Норма + Ожидается рост	Нет манипуляции
2025-10-07	6134.0	Норма + Ожидается падение	Нет манипуляции
2025-10-08	5952.0	Высокая вероятность + Ожидается рост	Расхождение OBV
2025-10-09	6096.0	Норма + Ожидается падение	Нет манипуляции
2025-10-10	5989.5	Норма + Ожидается падение	Нет манипуляции

Результаты сохранены в 'lukoil_analysis_with_obv_vsa.csv'

Рисунок 1 – Результат работы модели

Практическая значимость и применение модели заключается в высоком прикладном потенциале для:

- алгоритмической торговли - за счёт высокой точности и низкой задержки;
- применении в системах риск-менеджмента - благодаря раннему выявлению неблагоприятных рыночных сдвигов;
- квантовых стратегиях - где интеграция экспертных знаний с машинным обучением обеспечивает устойчивое преимущество.

Особую актуальность подход приобретает на российском рынке, характеризующемся повышенной волатильностью и доминированием крупных игроков.

Разработанный комплексный прокси-индикатор, объединяющий OBV и VSA-паттерны в гибридной прогностической модели, знаменует качественный прорыв в анализе финансовых рынков. В отличие от реактивных традиционных методов, он обеспечивает опережающее понимание рыночной динамики через дешифровку действий «умных денег», повышая точность прогнозов и снижая уязвимость к манипуляциям. Синтез экспертных знаний и современных ML-технологий

становится основой для создания справедливых и эффективных инвестиционных стратегий.

Список литературы

1. Алтунина, Т. М. Основы технического анализа финансовых рынков: учебное пособие / Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. – 163 с.: ил. – ISBN 978-5-7996-2953-3.
2. Морозов, А. Н. Технический анализ финансовых рынков: текст лекций/Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. - Ярославль: ЯрГУ, 2012. – 56 с.
3. Швагер Д. Технический анализ. Полный курс / Джек Швагер. - 6-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. - 804 с. ISBN 978-5-9614-1014-3.
4. Элдер, А. Как играть и выигрывать на бирже. Психология. Технический анализ. Контроль над капиталом / пер. с англ. А. Волкова, М. Волковой. – М.: Альпина Паблишер, 2022. - 471 с.
5. Железко, Б. А. Использование технического анализа и индикаторов в алгоритмическом трейдинге / Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. Минск, 2022. Вып. 15. - С. 119–130. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-119-130>.

List of literature

1. Altunina, T. M. Osnovy tehničeskogo analiza finansovyh rynkov: uchebnoe posobie / Ural'skij federal'nyj universitet. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2020. – 163 s.: il. – ISBN 978-5-7996-2953-3.
2. Morozov, A. N. Tehničeskij analiz finansovyh rynkov: tekst lekcij/Jarosl. gos. un-t im. P. G. Demidova. - Jaroslavl': JarGU, 2012. – 56 s.
3. Shvager D. Tehničeskij analiz. Polnyj kurs / Dzhek Shvager. - 6-e izd. — M.: Al'pina Biznes Buks, 2009. - 804 s. ISBN 978-5-9614-1014-3.
4. Jelder, A. Kak igrat' i vyigryvat' na birzhe. Psihologija. Tehničeskij analiz. Kontrol' nad kapitalom / per. s angl. A. Volkova, M. Volkovoj. – M.: Al'pina Pablisher, 2022. - 471 s.
5. Zhelezko, B. A. Ispol'zovanie tehničeskogo analiza i indikatorov v algoritmičeskom trejdinge / Jekonomičeskaja nauka segodnja: sb. nauch. st. / BNTU. Minsk, 2022. Vyp. 15. - S. 119–130. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-119-130>.