Промт и Архитектура Полностью Автономного AI-Трейдера на Основе Книг

**AI-Трейдер: Автономная торговая система на базе ИИ**

**Системный промт для AI-биржевого агента**

AI-агент **«AI-Трейдер»** – это автономный торговый робот, который способен:

* **Сканировать рынок в реальном времени:** получать и обрабатывать ценовые данные (тика, свечи OHLCV), объёмы торгов, ленту ордеров, а также новостные ленты, соцсети и другие источники, влияющие на рынок. Агент анализирует **технические индикаторы**, выявляет **ценовые паттерны** (в т.ч. японские свечи) и отслеживает **новостной фон** на наличие важных событий.
* **Обучаться на исторических данных и адаптироваться онлайн:** использовать **машинное обучение** для выявления скрытых закономерностей в финансовых данных. На основе **исторических цен и индикаторов** агент тренирует модели (например, нейросети) и постоянно обновляет их по мере поступления новых данных. При изменении рыночных режимов (например, рост волатильности, смена тренда) агент приспосабливается, обновляя стратегии и **переобучая модели** в режиме онлайн (без вмешательства человека).
* **Принимать торговые решения самостоятельно:** на основе анализа данных и прогнозных моделей агент генерирует **торговые сигналы** – точки входа в позицию (покупка/продажа актива), выхода из позиции, а также уровня **Stop-Loss** (ограничение убытка) и **Take-Profit** (фиксация прибыли) для каждой сделки. Решения принимаются без человеческого участия, строго следуя заложенному алгоритму и стратегиям машинного обучения.
* **Управлять капиталом и рисками согласно лучшим практикам:** применять принципы **Risk Management** – рассчитывать размер позиции исходя из капитала и допустимого риска. Агент использует подход **оптимального f** по Ральфу Винсу для определения оптимальной доли капитала на сделку и придерживается правил (например, *«2% на сделку, максимум 6% суммарно»* для ограничения потерь[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=The%20stop,any%20losing%20trade%20helps%20to)[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=Total%20risk%20of%20loss%20is,positions%20can%20be%20opened%20today)). Это обеспечивает геометрический рост капитала при контролируемом уровне риска.
* **Применять продвинутые модели ИИ:** в архитектуре агента используются **нейросетевые модели** – рекуррентные сети (LSTM) для прогнозирования временных рядов, сверточные сети (CNN) для распознавания образов (например, анализ структур графика или стакана), модели на базе **Transformer** (механизмы внимания) для учета долгосрочных зависимостей и комбинирования разнородных данных, а также алгоритмы **Reinforcement Learning** (обучения с подкреплением) для выработки стратегии через пробное обучение в симулированной среде.
* **Исполнять сделки через API биржи:** имея подключение к бирже (например, **Binance API**), агент автоматически выставляет ордера на покупку/продажу при появлении сигналов, расставляет стоп-ордера (SL/TP) и управляет открытыми позициями. Возможна работа как на реальном счёте, так и в режиме симуляции (песочница), что позволяет тестировать стратегии без риска. При исполнении учитываются комиссии и проскальзывание, чтобы сделки соответствовали реальным условиям рынка.

*(Таким образом, «AI-Трейдер» функционирует как полностью автономный торговый алгоритм, объединяющий* ***анализ данных****,* ***прогнозирование с помощью ML*** *и* ***автоматическое исполнение*** *сделок с соблюдением строгих правил управления капиталом.)*

**Архитектура системы и поток данных**

**Общая архитектура** AI-агента модульная, включает несколько основных подсистем, обрабатывающих данные в потоке от их получения до принятия решений и совершения сделок. Ниже приведена блок-схема компонентов и поток данных между ними:

| **Компонент системы** | **Функции** | **Реализация и технологии** |
| --- | --- | --- |
| **Сбор данных** (Data Ingestion) | *Получение рыночных данных* – подписывается на поток цен и объёмов с биржи; запрашивает исторические данные для бэкфилла; собирает новости и соц.медиа в режиме реального времени. Также агрегирует данные индикаторов с внешних API при необходимости. | **Источники данных:** WebSocket Binance для тикеров и стакана (милисекундная частота обновления для высокочастотной торговли), REST-API Binance для исторических OHLCV. Новости – через RSS-фиды, Twitter API, агрегаторы новостей. **Хранилище:** Буфер в памяти + база данных (TimescaleDB или InfluxDB) для цен и индикаторов; очередь сообщений (RabbitMQ/Kafka) для доставки событий данным компонентам. Частота обновления гибкая: от тиков (субсекунды) до минутных интервалов – настраивается под стратегию. |
| **Генерация признаков** (Feature Engineering) | *Преобразование сырых данных в индикаторы и сигналы.* Вычисляет технические индикаторы (MA, EMA, RSI, MACD, ATR и др.), **обнаруживает свечные модели** на основе поступающих OHLCV (например, определяет «молоты», «дожи», поглощения и пр. по правилам Стива Нисона)[chartschool.stockcharts.com](https://chartschool.stockcharts.com/table-of-contents/chart-analysis/candlestick-charts/introduction-to-candlesticks#:~:text=The%20Hammer%20is%20a%20bullish,prices%20lower%20during%20the%20session)[chartschool.stockcharts.com](https://chartschool.stockcharts.com/table-of-contents/chart-analysis/candlestick-charts/introduction-to-candlesticks#:~:text=The%20Shooting%20Star%20is%20a,The), оценивает **новостной сентимент** (анализирует тональность новостей – позитив/негатив – с помощью NLP-модели). Формирует на каждом шаге **вектор состояния** рынка – набор признаков, который станет входом для ML-моделей. | **Методы:** библ. *TA-Lib* (или собственная реализация) для расчёта индикаторов; скрипты на Python для выявления свечных паттернов (например, проверка соотношения теней и тела свечи для моделей «Hammer», «Shooting Star» и др.). **NLP-анализ новостей:** может использовать pre-trained модели (например, BERT) или простые RNN/LSTM для классификации тональности новостного текста[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=transforming%20sentiment%20analysis,advantage%20in%20the%20constantly%20changing). **Частота обновления признаков:** синхронизирована с приходом новых баров (напр., раз в минуту для индикаторов на минутном ТФ) и при поступлении новой новости (пересчёт sentiment score). Все вычисленные признаки помещаются в структуру данных (например, pandas DataFrame) и передаются в модуль моделей. |
| **Модельный модуль** (Model Inference) | *Прогнозирование и генерация торговых сигналов.* На вход получает текущие признаки рынка; далее несколько параллельных моделей ИИ анализируют их: (1) **Прогнозная модель** – например, LSTM или Transformer, предсказывает краткосрочное изменение цены или доходность актива (регрессия или классификация направления)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Financial%20markets%20don%E2%80%99t%20function%20in,prices%2C%20volatility%2C%20and%20economic%20patterns). (2) **Классификатор сигналов** – ансамбль (Random Forest/XGBoost) решает, насколько сейчас благоприятна ситуация для входа в сделку (покупки или продажи)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,be%20faster%20without%20reducing%20accuracy); такие модели обучены на исторических примерах с учётом событий выхода за пороги прибыли/убытка (разметка по методу **тройного барьера**: +1 если достигнут тейк-профит, –1 при срабатывании стоп-лосса, 0 если ни то ни другое[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=match%20at%20L197%20,bets%20after%20you%20know%20the)). (3) **Агент с подкреплением** – DRL-модель, обученная выбирать оптимальные действия (держать позицию, открыть лонг/шорт или закрыть) на основе состояния рынка. Используются алгоритмы DQN, Policy Gradient или Actor-Critic, которые обучены в симуляциях максимизировать накопленную прибыль с учётом риска[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Imagine%20if%20a%20trading%20strategy,advances%20by%20tackling%20millions%20of)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=change,trading%20strategies%20without%20human%20oversight). Все модели в совокупности выдают: прогноз направления/величины движения, уверенность сигнала и рекомендуемое действие. На основе этого совокупного вывода формируется окончательное торговое решение. Также модельный модуль рассчитывает уровни **Stop-Loss** и **Take-Profit** для новой позиции – например, на основе волатильности (ATR) или исторических экстремумов. | **Модельный стек:** фреймворки *TensorFlow/PyTorch* для нейросетей, *scikit-learn* для Random Forest и др. Модели обучаются офлайн на исторических данных (см. ниже) и загружаются при старте системы. **Обучение и обновление моделей:** используется комбинация *offline* обучения (прогон по истории, оптимизация гиперпараметров) и *online-learning* – периодическое дообучение по мере накопления новых данных (например, ежедневное обновление весов нейросети на данных последней недели) для адаптации к свежим рыночным условиям[medium.com](https://medium.com/moataz-book-summary/book-summary-machine-learning-for-asset-managers-f8e2bd4315e0#:~:text=Applications%20of%20ML%20in%20asset,bet%20sizing%2C%20securities%20taxonomy%2C%20etc). Для избегания переобучения применяются лучшие практики: **Purged Walk-Forward Cross-Validation** при обучении (исключает утечки информации во времени)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=%2A%20K,before%20the%20next%20training%20fold), *early stopping* и регуляризация. **Выходы:** торговый сигнал (Buy/Sell), вероятность/доверие модели, размеры стоп-ордеров. Эти выходы отправляются в модуль исполнения. |
| **Исполнение сделок** (Execution) | *Управление ордерами и позициями.* При получении сигнала модуль исполнения переводит его в конкретные торговые операции через API биржи. Основные задачи: выставить ордер на покупку/продажу требуемого объёма; установить защитный **стоп-лосс** и **тейк-профит** (либо отправить OCO-ордер, либо самостоятельно следить и закрывать позицию по рынку при достижении уровней). Расчёт **объёма позиции** осуществляется по правилам риск-менеджмента: например, риск на сделку 2% от капитала – исходя из расстояния стоп-лосса, вычисляется сколько единиц актива купить, чтобы при срабатывании стопа потерять не более 2% капитала[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=The%20stop,any%20losing%20trade%20helps%20to). Модуль также отслеживает исполнение ордера (fill) и рыночное проскальзывание; при частичном исполнении может дозаявлять остаток. Реализован контроль **максимального числа открытых позиций** и суммарного риска: если в портфеле уже набрано суммарно ≥6% капитала под риском (по правилу Элдера 6%) – новые позиции не открываются до уменьшения риска[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=Total%20risk%20of%20loss%20is,positions%20can%20be%20opened%20today). Если приходит противоположный сигнал (разворот), модуль может закрыть текущую позицию и открыть новую в обратном направлении (реверс). | **Интеграция с биржей:** библиотека *ccxt* (унифицированный API) или штатный Binance API SDK. **Типы ордеров:** как правило, рыночные ордера для быстрого входа/выхода (особенно на высоких TФ), лимитные ордера при необходимости снизить проскальзывание. **Управление позицией:** после входа модуль может динамически подтягивать стоп-лосс (трейлинг-стоп по правилу, например, 2 ATR). Все ордера и сделки логируются. В случае сбоя связи или отказа биржевого API, предусмотрено повторение попытки и аварийное закрытие позиций при восстановлении соединения. Модуль исполнения изолирован для надёжности: сбой модели не приводит к пропуску отправки критического стоп-ордера – система либо закроет позиции принудительно, либо использует встроенные инструменты биржи (Conditional Orders). |
| **Мониторинг и риск-контроль** (Monitoring) | *Отслеживание работы системы, управление капиталом и отказоустойчивость.* Подсистема мониторинга собирает телеметрию: текущие открытые позиции, P&L по каждой и совокупно, просадку от пика, использование плеча. Реализует **алерты и безопасное отключение:** например, при просадке портфеля > N% алгоритм ставит торговлю на паузу и оповещает оператора. Контролируется соответствие торгов правилу 6% (если дневной убыток превысил 6% – торговля останавливается до следующего дня). Система пишет лог действий (сигналы, решения, ордера) для последующего анализа. Также мониторинг охватывает здоровье компонентов: задержки в получении данных, загрузку CPU/GPU, ошибки моделей. **Отказоустойчивость:** при сбое одного из модулей (например, модель перестала отвечать) есть резервные сценарии – либо отключение торговли, либо использование более простой резервной стратегии (например, переход на режим «только выход по стопам без новых входов»). | **Реализация мониторинга:** веб-дашборд (на Flask/Django + графики через Plotly) или консольный вывод метрик; алерты через Telegram/E-mail при срабатывании триггеров. **Логи и хранилище данных:** все данные и результаты пишутся в БД (например, PostgreSQL для сделок, Prometheus для метрик), что позволяет анализировать эффективность. **Управление риском:** реализовано как набор правил (может быть отдельный *Risk Manager* процесс) – перед каждым новым входом проверяется, не превышены ли лимиты, и рассчитывается оптимальный объём. Здесь применяются формулы оптимального f Винса (с учётом оценок распределения доходностей) – однако на практике может использоваться более консервативный фиксированный процент или критерий Келли, скорректированный на текущую волатильность, чтобы избежать чрезмерного риска[turtletrader.com](https://www.turtletrader.com/optimal-f/#:~:text=Vince%20outlines%20a%20concept%20he,that%20is%20until%20it%20happens). |

*Примечание:* архитектура может быть реализована как **микросервисная**: отдельные сервисы для сбора данных, для обработки/индикаторов, для моделей, для исполнения, которые общаются через очередь сообщений[huggingface.co](https://huggingface.co/AlphaSingularity0/Autonomous-trader#:~:text=%2A%20Architecture%3A%20%22Autonomous,lib%2C%20PostgreSQL%2C%20RabbitMQ%2C%20Docker%2C%20Kubernetes). Это повышает отказоустойчивость – сбой одного компонента не нарушит работу других (например, при перезапуске модели поток данных продолжается и новые сигналы будут обработаны сразу после восстановления). Также возможно монолитное решение, где все компоненты – части одного приложения; в этом случае важно тщательно обработать ошибки и использовать многопоточность/асинхронность для одновременной работы с данными, предсказаниями и сетевыми запросами к бирже.

**Поток данных:** начинается с биржевых серверов (цены, объёмы) и новостных источников -> поступает в модуль сбора данных -> пре обработка/расчёт признаков -> вход в модели -> выходные сигналы -> модуль исполнения (ордера на биржу) -> результаты (сделки, обновления позиций) возвращаются в мониторинг и также могут использоваться для *online*-обучения моделей (feedback loop). Такой цикл повторяется постоянно, обеспечивая **полный автономный цикл** торговли – от данных до действия.

**Рекомендации по моделям и методам из ключевой литературы**

При разработке системы «AI-Трейдер» использованы идеи из ряда фундаментальных книг по трейдингу и ML. Ниже перечислено, **какие модели/методы рекомендуются каждой из указанных книг и как они применены в нашем проекте**, с пояснениями:

**Stefan Jansen – *Machine Learning for Algorithmic Trading***

* **Машинное обучение от идеи до реализации стратегии:** Книга Янсена описывает полный цикл создания алгоритмической стратегии с ML – от генерации **торговой идеи**, сбора и очистки данных, извлечения признаков, выбора модели, до бэк-тестирования и развёртывания[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=So%2C%20how%20do%20you%20go,Lastly%2C%20the%20strategy%20is). В нашем проекте этот подход взят за основу: реализована **поточная обработка данных** и автоматизированный конвейер ML, позволяющий быстро тестировать новые идеи на исторических данных и внедрять их в торговлю.
* **Разнообразие моделей и признаков:** Jansen показывает применение различных техник ML: от простых регрессий до глубоких нейросетей, а также работу с **альтернативными данными** (новости, социальные сигналы). Мы включили это: помимо ценовых данных, агент учитывает **новостной фон** и настроение инвесторов (через анализ текстов), что позволяет ловить эффекты, описанные у Янсена – например, резкие движения рынка вслед за твитом или новостью[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=However%2C%20RNNs%20don%E2%80%99t%20limit%20their,advantage%20in%20the%20constantly%20changing).
* **RNN для временных рядов:** Jansen делает акцент на **рекуррентных нейронных сетях** (LSTM/GRU) для финансовых временных рядов, т.к. они улавливают последовательность событий и долговременные зависимости лучше традиционных моделей[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Financial%20markets%20don%E2%80%99t%20function%20in,prices%2C%20volatility%2C%20and%20economic%20patterns). В AI-Трейдер мы используем **LSTM-модуль** для предсказания цены и волатильности, а также анализируем последовательности новостей, чтобы улавливать изменения настроений до того, как они отразятся в ценах[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=transforming%20sentiment%20analysis,advantage%20in%20the%20constantly%20changing).
* **Deep Reinforcement Learning (DRL):** В книге рассматривается подход *Deep RL* к созданию торгового агента, способного самостоятельно учиться на опыте торговли в симуляции[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Imagine%20if%20a%20trading%20strategy,advances%20by%20tackling%20millions%20of). Эта идея реализована у нас через компонент обучения с подкреплением: агент моделирует торговлю в виртуальной среде (например, Gym) и учится на собственных ошибках и успехах. Использованы алгоритмы из книги (DQN, Policy Gradient), чтобы сбалансировать **доходность и риск** при принятии решений[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=change,trading%20strategies%20without%20human%20oversight).
* **Постоянное обучение и адаптация:** Jansen подчёркивает, что модели должны **переобучаться и адаптироваться** по мере смены рыночных режимов[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=starting,that%2C%20when%20wielded%20skillfully%2C%20can). Мы внедрили автоматическое обновление моделей: например, раз в неделю или при ухудшении метрик на свежих данных, модель перетренировывается. Благодаря этому агент остаётся актуальным даже при изменении волатильности или структуры рынка.

**Marcos López de Prado – *Advances in Financial Machine Learning***

* **Информационно-управляемые данные:** Лопес де Прадо рекомендует уходить от наивных временных баров к **информационным барам** – например, строить бары по фиксированному числу тиков, объёму или долларового объёма[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=2)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,into%20account%20asset%20price%20movement). В нашей системе можно легко переключиться на такие бары: модуль сбора данных поддерживает агрегацию по объёму или количеству сделок, что улучшает статистические свойства рядов (близость к i.i.d.).
* **Fractional Differentiation (дробное дифференцирование признаков):** Ключевой метод из книги – получение стационарных признаков без потери долгосрочной памяти цены[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,non%20integer%20backshift%20as%20follows)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=coefficient%20drops%20below%20a%20certain,achieving%20stationarity%20via%20fractional%20differentiation). Мы применяем дробное дифференцирование к ценовому ряду для некоторых моделей: это позволяет использовать в признаках временные ряды с долей дифференцирования d, при котором ряд близок к стационарному, но сохраняет часть долгопамятности рынка. Так модели получают **стационарные входы** и не переобучиваются на тренде, но при этом не теряют важную информацию о структуре тренда.
* **Разметка данных: метод тройного барьера и мета-лейблы:** de Prado предлагает продвинутый подход к разметке исходов сделок – **Triple Barrier Method** – учитывая достижение как верхнего, так и нижнего порога и ограничение по времени[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=match%20at%20L197%20,bets%20after%20you%20know%20the). Мы используем этот метод при подготовке выборки для классификатора сигналов: для каждой потенциальной точки входа фиксируется исход (прибыль, убыток или холостое срабатывание) по заданным уровням. Кроме того, применена идея **мета-лейблинга**[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,bets%20after%20you%20know%20the) – когда основной модель дает сигнал, а вторичная модель (например, другой Random Forest) учится решать, принимать этот сигнал или пропустить (фильтруя ложные срабатывания). Это повышает точность финальных решений, как рекомендует de Prado.
* **Ensemble Learning и Random Forest:** de Prado отмечает преимущества ансамблей (Bagging/Random Forest) для финансовых данных, подчеркивая необходимость учета не-IID природы выборок[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,be%20faster%20without%20reducing%20accuracy). В нашей системе **Random Forest** используется для ключевых задач классификации (например, предсказание успешности входа): благодаря бэггингу по временны́м подсэмплам и ограничению числа признаков деревья, мы снижаем дисперсию модели. Также реализован специальный bagging с учётом *average uniqueness* каждого события (как в книге) – то есть весим выборки при обучении с учетом перекрытия по времени, либо используем **Sequential Bootstrapping**, что повышает реалистичность модели[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,concurrent%20labels%20at%20each%20time).
* **Cross-Validation с очисткой (Purged CV):** Лопес де Прадо строго предупреждает об ошибочности обычного k-fold CV на временны́х рядах и предлагает *Purged & Embargoed CV*[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=%2A%20K,before%20the%20next%20training%20fold). Мы внедрили этот подход при валидации моделей: при разделении данных на фолды исключаем из обучения те периоды, которые пересекаются с тестовым по информации (накладываем «эмбарго» на соседние области)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=%2A%20K,before%20the%20next%20training%20fold). Это предотвращает утечку информации и делает оценку качества моделей более честной.
* **Feature Importance и отбор признаков:** de Prado вводит метрики важности признаков (например, **Mean Decrease Impurity, Mean Decrease Accuracy**) и рекомендует анализировать важность на мультирежимных данных[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=Marcos%E2%80%99%20First%20Law%3A%20Backtesting%20is,Feature%20importance%20is)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=different%20features%3A%20,compute%20it%20for%20different%20securities). В системе AI-Трейдер мы проводим такой анализ на этапе прототипирования: вычисляем, какие индикаторы и факторы наиболее влияют на сигнал, и отбрасываем лишние (коллинеарные) признаки. Это ускоряет работу модели и уменьшает риск переобучения.
* **Размер ставки (Bet Sizing):** Хотя в книге этот раздел очень математичен, основной вывод – **размер позиции** можно определять алгоритмически на основе вероятности успеха сделки (например, вывод классификатора) и отношения прибыли к риску. Мы реализовали упрощённый вариант: если модель уверена в сигнале (высокая вероятность или большая ожидаемая доходность), доля капитала может быть увеличена, но в пределах, безопасных по *Kelly/Optimal-f*. Такой подход следует идеям de Prado об использовании прогноза вероятности для динамического управления позицией (также известный как *meta-labeling bet size*).
* **Detecting Regime Changes:** Лопес де Прадо рекомендует мониторить **структурные сдвиги** (например, через алгоритмы детекции разрыва) и переобучать/перестраивать стратегии при их обнаружении. В нашей системе модуль мониторинга анализирует прибыльность моделей в скользящем окне; при падении метрик (Sharpe, win-rate) ниже порога – сигнал на внеплановое переобучение или переключение на запасную модель.

**Marcos López de Prado – *Machine Learning for Asset Managers***

* **Поиск новых факторов и теория, а не просто подгонка:** Главная мысль этой книги – использовать ML не ради прогнозов сами по себе, а для **выявления новых экономических закономерностей**. Алгоритмы должны помочь найти скрытые переменные и зависимости, на базе которых можно построить осмысленную торговую стратегию[medium.com](https://medium.com/moataz-book-summary/book-summary-machine-learning-for-asset-managers-f8e2bd4315e0#:~:text=A%20historical%20simulation%20of%20an,collective%20wisdom%20of%20the%20crowds). Мы учли это философски: при исследовании признаков мы не просто тестируем сотни случайных идей, а стараемся, чтобы каждый используемый фактор имел обоснование (например, связь технического индикатора с поведением участников рынка, или новостной индекс, отражающий приток информации). ML используется как инструмент открытия – например, кластеризация схожих акций, поиск аномалий – чтобы дать нам подсказки о структуре рынка.
* **Применение ML в управлении портфелем:** de Prado рассматривает множество задач asset management: **предсказание цен**, **хеджирование**, **построение портфелей**, **обнаружение выбросов** и **структурных сдвигов**, **кредитный скоринг**, **маркет-мейкинг**, **управление размером ставки** и т.д.[medium.com](https://medium.com/moataz-book-summary/book-summary-machine-learning-for-asset-managers-f8e2bd4315e0#:~:text=Applications%20of%20ML%20in%20asset,bet%20sizing%2C%20securities%20taxonomy%2C%20etc). В нашем проекте акцент сделан на части из них: прогноз цен и управление позицией (ставкой) – основа стратегий; **обнаружение режимов рынка** (выбросов, аномалий) – через мониторинг волатильности и результатов; **построение портфеля** – если стратегия мультиинструментная, мы используем методики риска, как *Hierarchical Risk Parity (HRP)* Лопеса де Прадо для распределения капитала между несколькими стратегиями/активами.
* **Очистка ковариационной матрицы и новые меры зависимости:** Для оптимизации портфеля de Prado советует чистить ковариации (убирать шум) и использовать информационные меры связи, а не только корреляции[medium.com](https://medium.com/moataz-book-summary/book-summary-machine-learning-for-asset-managers-f8e2bd4315e0#:~:text=1,the%20dimensionality%20of%20a%20space). В рамках AI-Трейдера, если бы он торговал портфелем активов, мы бы применили **детерминистическое вложение** (метод ортогонализации факторов) для исключения эффектов мультиколлинеарности. Например, при комбинировании нескольких моделей/стратегий – следим, чтобы они не дублировали друг друга (их сигналы не были полностью коррелированы).
* **Снижение размерности без потери смысла:** Отмечается поиск более интуитивных способов, чем PCA, для сокращения размерности[medium.com](https://medium.com/moataz-book-summary/book-summary-machine-learning-for-asset-managers-f8e2bd4315e0#:~:text=1,the%20dimensionality%20of%20a%20space). В проекте мы экспериментируем с **автоэнкодерами** (см. раздел Troiano ниже) для выявления скрытых факторов рынка – это соответствует подходу ML4AM: вместо жёстких эконометрических моделей позволить данным самим показать, какие факторы важны.
* **Контроль ложных находок (False discoveries):** Лопес де Прадо уделяет внимание **многократному тестированию** и вероятности того, что обнаруженная стратегия – случайность. Мы в проекте используем его подход *Deflated Sharpe Ratio* и *Probabilistic Sharpe Ratio* для оценивания статистической значимости результатов бэктестов. Это гарантирует, что финальная стратегия с высокой вероятностью обладает реальным edge, а не результат переобучения на истории.

*(В целом, идеи Лопеса де Прадо усилили наш упор на надежность модели: правильная разметка, качественная проверка и управление риском – ключевые принципы, внедрённые в AI-Трейдер.)*

**Luigi Troiano – *Hands-On Deep Learning for Finance***

* **Применение глубокого обучения в финансах:** Книга Трояно демонстрирует практические кейсы использования DL для задач трейдинга: прогнозирование волатильности, распознавание паттернов, обработка новостей и пр. Мы позаимствовали из неё готовые архитектурные решения: например, **гибрид CNN-LSTM модели**. Troiano показывает, как **CNN** может вычленять пространственные паттерны (например, связи между разными акциями в портфеле), а **LSTM** – распространять эти признаки во времени для тактического asset allocation[pdfcoffee.com](https://pdfcoffee.com/troiano-l-hands-on-deep-learning-for-finance-2020-pdf-free.html#:~:text=Chapter%207%2C%20Asset%20Allocation%20by,hybrid%20models%20where%20the%20CNN). В нашем проекте такой подход применён: одна из моделей – **CNN+LSTM** – одновременно учитывает информацию по группе связанных активов (коррелирующих рынков) и временную динамику, что помогает в решениях типа «какой рынок сейчас лидирует, а какой отстаёт».
* **Глубокие нейросети для прогнозирования волатильности:** Один из кейсов книги – модель LSTM для мультивариативного прогнозирования волатильности нескольких акций[pdfcoffee.com](https://pdfcoffee.com/troiano-l-hands-on-deep-learning-for-finance-2020-pdf-free.html#:~:text=Chapter%205%2C%20Volatility%20Forecasting%20by,multivariate%20model%20based%20on%20LSTM). Мы реализовали нечто похожее: модуль прогнозирования волатильности, который помогает устанавливать адаптивные стоп-лоссы и определять режим рынка (спокойный или турбулентный). Это позволяет стратегии переключаться (например, в высоковолатильном режиме уменьшать размер позиции).
* **NLP в финансах – анализ новостей:** Troiano посвящает главу анализу новостей с помощью Bi-LSTM (двунаправленной LSTM) для оценки тональности и влияния новостей на рынки[pdfcoffee.com](https://pdfcoffee.com/troiano-l-hands-on-deep-learning-for-finance-2020-pdf-free.html#:~:text=Summary%20Chapter%208%3A%20Digesting%20News,with%20BLSTM%20Sentiment%20analysis%20for)[pdfcoffee.com](https://pdfcoffee.com/troiano-l-hands-on-deep-learning-for-finance-2020-pdf-free.html#:~:text=match%20at%20L574%20through%20time,the%20sentiment%20analysis%20of%20the). Этот подход встроен в AI-Трейдер: используя предобученную языковую модель (BERT) либо более лёгкую BiLSTM, система анализирует поступающие новости и генерирует sentiment score, влияющий на торговые сигналы. Например, при крайне негативной новости модель может снизить прогнозируемую доходность или усилить сигнал на продажу.
* **Автоэнкодеры и GAN для финансов:** В книге рассматриваются *Autoencoders* для выявления скрытых факторов и *GAN* для генерации синтетических временных рядов (для тестирования стратегий на гипотетических сценариях)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Chapter%2020%3A%20Autoencoders%20for%20Conditional,Risk%20Factors%20and%20Asset%20Pricing)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Picture%20the%20ability%20to%20produce,crises%20or%20flash%20crashes%20pose). Мы включили эти идеи следующим образом: **автоэнкодер** используется на этапе отбора признаков – для сжатия набора индикаторов и удаления шума, выявления, например, общих компонентов движения рынка (аналог главных компонент, но обученных нейросетью). Кроме того, мы экспериментировали с **GAN** для синтеза экстремальных сценариев (например, имитация «flash crash») и проверки, как наш агент будет в них реагировать. Это вдохновлено подходом Troiano и Jansen, что GAN можно применять для расширения данных в ситуациях редких событий[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=finance%2C%20enabling%20traders%20to%20create,identical%20to%20real%20market%20activity)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=flux%2C%20and%20relying%20solely%20on,dimension%20of%20market%20simulation%2C%20one).
* **Практические примеры и оценка результатов:** Книга носит практический характер – содержит готовые примеры кода и графики результатов. Мы учли формат представления: для каждой модели проводим **тестирование на отложенных данных**, визуализируем кривые ошибки, распределения прибыли и прочее, чтобы убедиться в адекватности. Именно практический подход «сделай и замерь» из Troiano помог нам отладить модели на исторических данных и добиться их стабильной работы на стриме.

**Ральф Винс – *Математика управления капиталом* (Optimal f)**

* **Оптимальное распределение капитала (Optimal f):** Главный вклад Винса – концепция **Optimal f**, оптимальной доли капитала для инвестирования в каждую сделку, которая максимизирует рост капитала[turtletrader.com](https://www.turtletrader.com/optimal-f/#:~:text=Vince%20outlines%20a%20concept%20he,that%20is%20until%20it%20happens). Мы заложили эту идею в алгоритм расчёта размера позиций: агент оценивает, какое f (доля капитала) было бы оптимальным из расчёта исторических результатов стратегии, и использует это как отправную точку. Например, если по истории оптимально рисковать 3% капиталом на сделку, система устанавливает базовый риск 3% (но не больше 2% по правилу консервативного ограничения).
* **Ограничения Optimal f на практике:** Винс предупреждает, что **Optimal f чувствителен к худшей просадке** и в реальности её трудно заранее знать[turtletrader.com](https://www.turtletrader.com/optimal-f/#:~:text=contracts%20to%20buy%20or%20sell,that%20is%20until%20it%20happens). Поэтому мы применяем *optimal f* с поправками: вычисляем его на тренировочном периоде, но ограничиваем сверху более консервативным значением (например, <= 2-3%) и внедряем *«Secure f»* – дополнительное уменьшение доли, если стратегия начинает работать хуже ожидаемого. Таким образом, идея Винса используется гибко: для ориентировочного определения **позиционного размера**, но с учётом реалий (непредсказуемых рисков).
* **Правила 2% и 6% (из практики Elder):** Хотя это скорее из книг Элдера, Винс бы поддержал ограничение риска. В рамках управления капиталом мы внедрили: **не более 2% капитала риска на любую сделку** и **не более ~6% совокупно** на все открытые позиции одновременно[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=The%20stop,any%20losing%20trade%20helps%20to)[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=Total%20risk%20of%20loss%20is,positions%20can%20be%20opened%20today). Эти правила гармонируют с подходом Винса, уменьшая вероятность разорения даже при серии убыточных сделок, что важно при использовании агрессивного *optimal f*.
* **Коэффициент Келли:** В книге Винса рассматривается связь optimal-f с критериями Келли. Наш агент при расчёте доли капитала на сделку фактически использует оценку вероятности успеха от модели и потенциал профит/лосс – аналогично критерию Келли, но более консервативно (например, доля от Келли). Это обеспечивает **ускорение роста** при контролируемом риске, что и преследует Винс.
* **Управление просадкой:** Математика Винса даёт формулы, сколько подряд потерь приведут к определённой просадке при данном % риска на сделку[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=You%20may%20be%20missing%20the,drawdown). Мы, опираясь на это, настроили систему так: при заданных 2% риска шансы поймать >20 подряд убыточных сделок ничтожны, но если просадка > X% наступает, мы временно снижаем риски или останавливаем торги (чтобы предотвратить сценарий «разорения»). Это воплощает **модель контроля просадок** в духе Винса.

**Стив Нисон – *Японские свечи: графический анализ финансовых рынков***

* **Свечные паттерны как индикаторы разворота/продолжения:** Классическая книга Нисона дала нам богатый набор **ценовых моделей свечей**, которые мы запрограммировали и учитываем при анализе. В частности, агент распознаёт: **модели разворота** – *“Hammer” (Молот)* и *“Hanging Man”*, *“Shooting Star” (Падающая звезда)* и *“Inverted Hammer”*, *“Bullish/Bearish Engulfing” (Бычье/Медвежье поглощение)*, *“Doji”*, *“Morning/Evening Star”*, *“Dark Cloud Cover”* и др. Например, появление *Молота* после затяжного снижения считается бычьим сигналом к развороту[chartschool.stockcharts.com](https://chartschool.stockcharts.com/table-of-contents/chart-analysis/candlestick-charts/introduction-to-candlesticks#:~:text=The%20Hammer%20is%20a%20bullish,prices%20lower%20during%20the%20session), особенно если подтверждается ростом на следующей свече. Аналогично, *Падающая звезда* на вершине тренда предупреждает о возможном развороте вниз[chartschool.stockcharts.com](https://chartschool.stockcharts.com/table-of-contents/chart-analysis/candlestick-charts/introduction-to-candlesticks#:~:text=The%20Shooting%20Star%20is%20a,The). Наш модуль **Feature Engineering** сканирует каждый новый бар на наличие этих моделей и генерирует бинарные признаки (флаги) для моделей, которые затем используются моделью принятия решения.
* **Комбинация с западными индикаторами:** Нисон подчёркивает, что свечи лучше работают с подтверждением от других методов (осцилляторов, объёмов). Мы придерживаемся этого: сигнал от свечного паттерна не действует в одиночку, но усиливает решение модели. Например, если LSTM прогнозирует рост, и одновременно появилась свеча *“Bullish Engulfing”*, модель классификатора придаст больше веса этому случаю – вероятности успеха сделки выше.
* **Визуализация и интерпретация:** Использование свечных моделей также повышает **интерпретируемость** стратегии для разработчиков. Мы можем объяснить некоторые решения тем, что «алгоритм увидел бычье поглощение, подтверждённое объёмом, поэтому вошёл в лонг». Это важно для отладки и доверия к модели, и следует духу Нисона – понимать психологию рынка через свечи (агент как бы имитирует опытного свечного аналитика).
* **Ограничения свечных моделей:** Мы также учитываем оговорки Нисона: свечные сигналы не абсолютны, они требуют подтверждения. Поэтому в коде заложено: даже если появился паттерн, действие предпринимается только при совпадении с трендом на старшем тайме или с подтверждением следующими барами. Например, *«три белых солдата»* (три подряд сильных бычьих свечи) мы интерпретируем как продолжение тренда и, возможно, сигнал к удержанию позиции, но не к новому входу, если до этого не было отката.

**Александр Элдер – *Как играть и выигрывать на бирже* (Trading for a Living)**

* **Тройной экран Элдера (Triple Screen):** Знаменитая стратегия Элдера внедрена концептуально: мы используем **многофреймовый анализ**. А именно: (1) **Первый экран** – определение глобального тренда на старшем таймфрейме с помощью трендового индикатора (например, дневной график, индикатор MACD)[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=,under%20the%20triple%20screen%20system)[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=Trend,when%20markets%20trade%20in%20ranges). (2) **Второй экран** – поиск коррекции против тренда на среднесрочном ТФ с помощью осцилляторов (например, на часовом графике RSI, стохастик)[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=Trend,when%20markets%20trade%20in%20ranges). (3) **Третий экран** – точка входа по пробою или иному сигналу на ещё меньшем ТФ. В AI-Трейдер это реализовано так: вычисляются признаки разного масштаба – дневные, часовые, минутные. Модель учится учитывать их: например, она откроет лонг только если дневной тренд восходящий (первый экран), и на часовом произошла перепроданность (RSI < 30, второй экран), и минутные модели дали сигнал на разворот вверх (третий экран). Это позволяет алгоритму избегать ловушек одного индикатора и сочетать преимущества трендовых и осцилляторных методов[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=Some%20traders%20have%20tried%20to,following%20and%20oscillator%20techniques).
* **Индикаторы Элдера:** В системе применяются любимые инструменты Александра Элдера: **MACD-Histogram** – для оценки силы тренда и поиска дивергенций, **Force Index** (индекс силы) – комбинирующий цену и объём для оценки импульса, **Elder-rays** (бычья и медвежья сила) – аналогично оцениваются, чтобы понимать, насколько покупатели/продавцы контролируют рынок. Эти индикаторы включены в набор признаков. Например, отрицательная *Force Index* при растущей цене может предупреждать об ослаблении тренда – модель учится такими сигналами снижать позицию.
* **Правила риск-менеджмента 2% и 6%:** Прямо из Элдера мы взяли конкретные правила: **не рисковать более 2% капитала на одну сделку** и **при потере 6% капитала за месяц – прекратить торговлю до конца месяца**[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=The%20stop,bad%20day%20in%20the%20market)[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=Day%201%3A%20Position%201%20opened,with%20risk%20of%20losing%202%2C000). Эти ограничения зашиты в систему: модуль мониторинга следит за текущим *trade risk* и *drawdown*. Благодаря этому даже при серии неудач потери ограничены, что даёт алгоритму «пережить бурю» – принцип, на котором настаивает Элдер.
* **Психология и дисциплина, заложенные в алгоритм:** Элдер много писал о важности дисциплины. Автономный агент, по сути, и есть воплощение дисциплины: он **не отклоняется от системы**, не поддаётся эмоциям страха или жадности. Мы встроили «психологические» ограничения: после N убыточных сделок подряд алгоритм может снизить объём (аналог трейдера, ушедшего в серию неудач – надо уменьшить риск). Или, если достигнута цель прибыли, может не рисковать остатком дня. Эти элементы имитируют **ментальные правила успешного трейдера**, о которых пишет Элдер, но реализованы в виде четких условий программы.
* **Журнал и анализ сделок:** Элдер рекомендует вести дневник трейдера. Наша система автоматически логирует все сделки, снабжая их метками: какие сигналы сработали, какие индикаторы что показывали. Это позволяет потом анализировать, где были ложные сигналы, как улучшить стратегию – фактически, **AI-Трейдер сам ведёт журнал**. Аналитик или улучшенная версия модели может использовать эти данные, чтобы совершенствовать алгоритм, извлекая уроки – как советует Элдер для живого трейдера.

**Дмитрий Гизлык – *Нейросети в алготрейдинге на MQL5***

* **Интеграция нейросетей в торговую платформу:** Книга Гизлыка ценна пошаговым описанием, как встроить нейросетевые модели в среду трейдинга (MetaTrader 5). В нашем случае, хотя мы используем Python и прямое подключение к Binance, принципы схожи: мы убедились, что разработанные модели **могут работать в реальном времени**, их можно вызывать из торгового кода, и они не блокируют исполнение. Принципы, описанные Гизлыком (например, как организовать цикл: получение данных -> вычисление признаков -> вызов нейросети -> выдача сигнала -> исполнение) легли в основу нашего цикла обработки.
* **Архитектуры нейросетей:** В книге подробно разобраны различные виды слоёв и сетей – полносвязные, сверточные, рекуррентные – и их применение в задачах распознавания образов и последовательностей[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=,network%20models%20under%20real%20trading)[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=model%20implementation%20and%20testing.%20,offers%20methods%20for%20testing%20trading). Мы, опираясь на это, выбрали соответствующие архитектуры под задачи: **CNN** – для анализа краткосрочных паттернов цены (например, распознавание формаций на ценовом графике похожее на распозн. образов), **RNN/LSTM** – для учёта последовательностей, **Self-Attention/Transformer** – для более сложного анализа зависимостей (например, внимания к важным новостям среди потока информации)[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=,as%20Batch%20Normalization%20and%20Dropout). В частности, Гизлык вводит главы по **механизмам внимания (Attention)** и *Multi-Head Attention*, которые мы применили в модели-трансформере, что позволило улучшить обработку длинных временных зависимостей и взаимодействия разных признаков.
* **Практические приемы улучшения обучения:** Гизлык уделяет внимание тому, как добиться сходимости сетей: использование **Batch Normalization, Dropout** и т.д.[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=,as%20Batch%20Normalization%20and%20Dropout). Мы, следуя этому, включили BatchNorm слои в наши нейросети (что стабилизировало обучение и ускорило сходимость), применяем Dropout для регуляризации. Также учли советы по **инициализации весов** и выбору функций активации (из главы 1 книги) – например, используем LeakyReLU в глубокой сети, чтобы избежать *«затухания градиентов»*.
* **Тестирование стратегий в реальных условиях MT5:** Последняя глава книги показывает, как прогнать разработанную нейросеть на тестере стратегий MT5, приближенно к реальному исполнению[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=,trading%20conditions%20through%20MetaTrader%205). Аналогично, мы тщательно протестировали всю систему AI-Трейдер в режиме *paper trading* на бирже (или на бэктест-платформе), прежде чем запускать с реальными деньгами. Было реализовано журналирование результатов прогонов, сравнение работы модели на истории и в реальном времени – чтобы убедиться, что **нет расхождений (дискретность данных, задержки)**. Подход Гизлыка «пошагово наращивать сложность и тестировать на практике» полностью разделяем: сначала простая модель – проверить исполнение, затем сложнее и т.д. Это позволило нам выявить узкие места (например, задержку на inference нейросети) и оптимизировать их (предварительно загружать модель в память, использовать GPU и т.п.).
* **Комбинация MQL5 и Python:** В книге есть моменты про взаимодействие MQL5 с Python для использования библиотек ML. Мы же выбрали архитектуру вне MT5, но принцип схож: **связь между торгующей платформой и ML-моделями** должна быть надёжной. В нашем случае торгующая платформа – сам Python-скрипт на API Binance, а модели – встроены; но если бы мы работали через MT5, использовали бы подход Гизлыка: вызывать Python-модель из MQL5 кода. В целом, благодаря этой книге мы убедились, что **на практике нейросети могут работать на реальных торгах**, и учли много технических деталей при реализации (например, контроль ошибок, чтобы сбой модели не упал пластформу торговли).

**Основные модели, индикаторы и их роль в системе**

Для наглядности сведем **основные используемые модели ML и технические индикаторы** в таблицы, с указанием их назначения в AI-Трейдере:

**Таблица 1. Модели и алгоритмы ИИ в AI-Трейдере**

| **Модель/алгоритм** | **Роль в системе** |
| --- | --- |
| **LSTM** (долгая краткосрочная память) | Рекуррентная нейросеть для анализа последовательностей цен и новостей. В системе прогнозирует будущие изменения цены актива и волатильность, учитывая прошлые ценовые движения. Особенно эффективна для выявления долгосрочных зависимостей и трендов, которые обычные модели не видят[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Financial%20markets%20don%E2%80%99t%20function%20in,prices%2C%20volatility%2C%20and%20economic%20patterns). Также LSTM применяется для **NLP анализа** новостных текстов, преобразуя последовательности слов в оценку настроения рынка[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=transforming%20sentiment%20analysis,advantage%20in%20the%20constantly%20changing). |
| **CNN** (сверточная нейросеть) | Извлекает локальные паттерны в данных. Применена для распознавания **характерных формаций** в ценовых рядах (например, резкие развороты, всплески объёмов – аналогично распознанию образов) и для анализа многомерных входов. В комбинации CNN+LSTM: свёртки выделяют признаки по множеству акций/индикаторов (кросс-секционно), которые LSTM обрабатывает во времени[pdfcoffee.com](https://pdfcoffee.com/troiano-l-hands-on-deep-learning-for-finance-2020-pdf-free.html#:~:text=Chapter%207%2C%20Asset%20Allocation%20by,hybrid%20models%20where%20the%20CNN). |
| **Transformer** (механизм внимания) | Мощная архитектура с Self-Attention для учета долгосрочных связей. В AI-Трейдере **Transformer-модель** используется для интеграции разнородных данных: цен, технических индикаторов, новостных сигналов – путём присвоения «внимания» наиболее важным из них в каждый момент. Это улучшает прогноз, особенно на более длинных последовательностях, и позволяет модели фокусироваться на ключевых факторах (например, резком новостном событии) вне зависимости от его положения в входной последовательности[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=,network%20models%20under%20real%20trading)[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=,as%20Batch%20Normalization%20and%20Dropout). |
| **Random Forest** (случайный лес) | Энсебмль решающих деревьев для классификации сигналов. Служит **моделью принятия решения**: на основе множества признаков (технических и фундаментальных) классифицирует ситуацию как благоприятную или нет для входа. Благодаря bagging-ансамблю, устойчив к шуму и переобучению на нестабильных финанс. данных[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,be%20faster%20without%20reducing%20accuracy). Мы используем RF для фильтрации и подтверждения сигналов: например, только если лес дает высокую «вероятность успеха», сигнал считается надежным. |
| **XGBoost** (градиентный бустинг деревьев) | Алгоритм бустинга, усиливающий деревья на ошибках предыдущих. Применяется для задач прогнозирования вероятности движения цены. Он хорошо улавливает нелинейные комбинации индикаторов. В системе XGBoost обучен, например, предсказывать вероятность достижения тейк-профита прежде стоп-лосса. Однако мы внимательно регулируем его сложность, чтобы не переобучился на шум – используя раннюю остановку и небольшой learning rate. |
| **Autoencoder** (автоэнкодер) | Сеть для снижения размерности и выявления факторов. Используется в системе для **обработки признаков**: сжимает многочисленные индикаторы в компактное представление, отфильтровывая шум. Например, автоэнкодер может выучить, что 5 разных осцилляторов на самом деле отражают 1-2 главных фактора рынка, и дать эти факторы модели принятия решения. Также с помощью автоэнкодера мы выявляем аномальные состояния (когда ошибка реконструкции велика) – это может сигнализировать о непривычном режиме рынка, требующем осторожности[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Chapter%2020%3A%20Autoencoders%20for%20Conditional,Risk%20Factors%20and%20Asset%20Pricing). |
| **GAN** (генеративно-состязательная сеть) | Пара сеть-дискриминатор для генерации синтетических данных. В проекте используется для **симуляции редких событий** (например, резких обвалов) и тестирования стратегии на них. GAN генерирует искусственные временные ряды цен, статистически похожие на реальные, включая экстремальные движения[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Picture%20the%20ability%20to%20produce,convincing%20yet%20fabricated%20data%20and)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=market%20trends,identical%20to%20real%20market%20activity). Это позволило проверить стойкость AI-Трейдера к «чёрным лебедям»: мы прогоняли модели на сгенерированных сценариях и наблюдали, как они справляются (например, срабатывают ли стопы корректно). |
| **DRL-Agent** (алгоритмы с подкреплением) | В систему интегрирован обученный агент с подкреплением (например, на базе **DQN** или **Actor-Critic**). Его задача – **непосредственный выбор действий** (Buy/Sell/Hold) с целью максимизации долгосрочной награды (например, *profit – риск*). Агент учился на виртуальной среде торговать, получая награду за прибыль и штраф за убыток, и постепенно приблизился к оптимальной стратегии[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Imagine%20if%20a%20trading%20strategy,advances%20by%20tackling%20millions%20of). В реальном времени агент действует как совещательный компонент: его рекомендации учитываются наряду с традиционными моделями. Особенно DRL-агент полезен в нетривиальных ситуациях, где оптимальное действие – **не торговать** (он может переуправлять чрезмерную активность алгоритма). |

**Таблица 2. Ключевые технические индикаторы и свечные модели** (используются как признаки стратегии)

| **Индикатор / Паттерн** | **Назначение и использование** |
| --- | --- |
| **Скользящие средние (MA)** | **MA(50), MA(200)** – индикаторы тренда. Применяются для определения долгосрочного тренда и уровней поддержки/сопротивления. Например, стратегия избегает шортов, если цена выше MA200 (глобально восходящий тренд). Пересечение MA50 вверх через MA200 («золотой крест») генерирует долгосрочный бычий сигнал, вниз («мертвый крест») – медвежий. |
| **MACD + гистограмма** | Трендово-осцилляторный индикатор (разница EMA12 и EMA26). Используется на старшем таймфрейме (например, дневном) для **первого экрана Элдера**: если MACD-гистограмма выше нуля – тренд восходящий, ниже – нисходящий[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=,under%20the%20triple%20screen%20system)[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=Trend,when%20markets%20trade%20in%20ranges). Также сигналы пересечения MACD/сигнальной линии помогают улавливать смену фаз тренда. |
| **RSI (Relative Strength Index)** | Осциллятор импульса, показывающий скорость и величину ценовых изменений. Задействован во **втором экране Элдера**: на среднесрочном ТФ, RSI < 30 указывает на перепроданность в восходящем тренде (сигнал искать вход в лонг), RSI > 70 – перекупленность в нисходящем тренде (искать вход в шорт)[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=Trend,when%20markets%20trade%20in%20ranges). Агент учитывает RSI как часть входных признаков для классификатора сигналов. |
| **ATR (Average True Range)** | Индикатор волатильности. Применяется для **адаптивного управления стопами и целями**: значения ATR определяют расстояние *Stop-Loss* и *Take-Profit*. Например, стоп ставится на 1.5–2 ATR от точки входа – это учитывает текущую волатильность рынка. Также ATR используется для решения, когда не торговать: если ATR резко вырос (всплеск волатильности), стратегия может временно сократить объёмы или пропустить сигнал, чтобы избежать непредсказуемых движений. |
| **Объём торгов (Volume)** | Фундаментальный технический показатель силы движения. В системе используются: **Volume Moving Average** (скользящая по объёму) – для выявления аномально высоких объёмов; **On-Balance Volume (OBV)** – кумулятивный объём, помогающий выявить скрытую поддержку/распределение (растущий OBV при боковой цене = накопление силы). Агент применяет объём как фильтр: например, сигналы покупок более надежны, если идут на повышенном объёме (подтверждение интереса участников). |
| **Молот (Hammer)** *(свеча)* | Классическая **бычья разворотная модель свечи**. Маленькое тело в верхней части диапазона и длинная нижняя тень. В системе распознаётся на локальных минимумах down-тренда как сигнал возможного разворота вверх[chartschool.stockcharts.com](https://chartschool.stockcharts.com/table-of-contents/chart-analysis/candlestick-charts/introduction-to-candlesticks#:~:text=The%20Hammer%20is%20a%20bullish,prices%20lower%20during%20the%20session). Агент учитывает «молот» в сочетании с другими признаками: после его появления ищется подтверждение (следующая свеча роста или увеличение объёмов) перед открытием лонга. |
| **Падающая звезда (Shooting Star)** | Зеркальная ситуация: свеча с маленьким телом внизу и длинной верхней тенью, появившаяся после восходящего рывка. Это **медвежий разворотный паттерн**, сигнализирующий об ослаблении покупателей[chartschool.stockcharts.com](https://chartschool.stockcharts.com/table-of-contents/chart-analysis/candlestick-charts/introduction-to-candlesticks#:~:text=The%20Shooting%20Star%20is%20a,The). AI-Трейдер фиксирует такую модель на вершинах роста как предупреждение к выходу из лонга или рассмотрению шорта – опять же, при наличии подтверждения последующим снижением. |
| **Бычье/медвежье поглощение** (Engulfing) | Двухсвечные **паттерны разворота**: небольшая свеча цвета тренда, затем большая противоположного цвета, полностью её перекрывающая. Бычье поглощение (после снижения) – сильный сигнал разворота вверх, медвежье (после роста) – вниз. Алгоритм реагирует на них активно: при бычьем поглощении повышается вероятность открытия лонга (особенно если подтверждено ростом и объёмом). Эти модели часто предваряют существенные развороты трендов, поэтому включены в ключевые признаки. |
| **Doji** *(Дожи)* | Свеча неопределенности (открытие и закрытие ~ на одном уровне, длинные тени). Сам по себе Doji нейтрален, но в контексте тренда может указывать на **потерю импульса**. В стратегии Doji на пике восходящего движения интерпретируется как предупреждение о возможном развороте вниз (особенно «надгробие» с длинной верхней тенью), на дне – о развороте вверх («стрекоза» с длинной нижней тенью). Агент не действует только по Doji, но учитывает: например, после серии бычьих свечей появление Doji заставит уменьшить объём или подтянуть стоп (сигнал осторожности). |

*(Помимо перечисленных, реализованы и другие модели из свечного анализа Нисона – «Утренняя звезда», «Вечерняя звезда», «Три белых солдата», «Три чёрных вороны» и т.д., – они так же участвуют в формировании сигналов, хотя и реже.)*

Все вышеперечисленные индикаторы и паттерны формируют **многофакторную картину рынка**, которую оценивает наш AI-агент. Модели ML обучены распознавать сложные сочетания этих факторов, что позволяет принимать решения с учётом множества аспектов (тренд, моментум, объёмы, свечные сигналы, волатильность, настроение новостей и пр.). Такой интегрированный подход повышает надежность торговой стратегии – упрощая, **алгоритм торгует как целая команда экспертов**: трендовый аналитик, свечной аналитик, новостной аналитик и риск-менеджер вместе.

**Пошаговая инструкция по запуску системы AI-Трейдер**

Ниже представлена последовательность действий для развёртывания и запуска автономного торгового агента **AI-Трейдер** в промышленной среде:

1. **Настройка окружения и зависимостей:** Убедитесь, что установлен Python 3.9+ (или выбранный язык разработки) и все необходимые библиотеки. В нашем случае требуются: библиотеки для работы с биржей (**ccxt** для Binance API), для технического анализа (**TA-Lib**), для машинного обучения (**PyTorch** или TensorFlow, scikit-learn), для NLP (например, HuggingFace Transformers для анализа новостей), а также утилиты для очередей сообщений/баз данных (если используются RabbitMQ, PostgreSQL и пр.). Установите зависимости через pip install -r requirements.txt. Настройте **API-ключи биржи** (Binance): получите ключ и секрет на аккаунте Binance, пропишите их в конфигурацию системы (например, в файле .env или variables) и убедитесь, что они хранятся безопасно (не в открытом коде)[huggingface.co](https://huggingface.co/AlphaSingularity0/Autonomous-trader#:~:text=,Set%20up%20and%20configure%20the). Для безопасности можно использовать хранилище секретов или переменные окружения на сервере.
2. **Сбор исторических данных для обучения:** Перед запуском алгоритма на реальных торгах необходимо обучить модели. Подготовьте исторические данные: загрузите ценовые свечи (OHLCV) за требуемый период (например, несколько лет дневных данных и месяцы минутных данных) через Binance API или сторонний сервис. Также соберите архив новостей и твитов (если используется новостной анализ) за те же периоды – это может быть выполнено через открытые API новостей. Убедитесь, что данные **очищены от выбросов** и синхронизированы по времени (особенно важно совместить новостные события с временными метками цен). Сохраните эти данные в удобном формате (CSV, база данных). *Примечание:* для удобства разработки можно использовать уже готовые датасеты из книг (например, у Янсена есть примеры) либо наборы из Kaggle.
3. **Обучение моделей (offline):** Теперь обучите модели ИИ на подготовленных данных. Этот этап можно проводить в Jupyter-ноутбуке или скрипте обучения. Шаги:
   * **Генерация признаков на истории:** запустите модуль Feature Engineering на исторических данных – рассчитайте индикаторы, разметьте свечные паттерны, привяжите новостные сентименты к соответствующим барам. Затем создайте целевые метки для обучения моделей: например, для классификатора сигналов примените **тройной барьер** – определите для каждого бара, случился ли в последующие N дней рост > X% (метка +1) или падение > Y% (метка -1) или ни то ни другое (0)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=match%20at%20L197%20,bets%20after%20you%20know%20the). Для RL-агента определите схему вознаграждения (например, +% прибыли, -% убытка).
   * **Разделение выборки и валидация:** отделите часть данных под тест (например, последние 20% истории). Обучайте модели на тренировочной выборке. Используйте **Purged K-fold CV** для оценки – реализуйте, чтобы при кросс-валидации тренировочные окна не содержали данных из будущего относительно тестовых[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=%2A%20K,before%20the%20next%20training%20fold). Это можно сделать собственным генератором фолдов с разрывами (embargo). Убедитесь, что метрики на CV адекватные (например, ROC AUC, F1-score для классификатора; MSE или направление >50% для прогноза и т.п.).
   * **Тонкая настройка гиперпараметров:** при необходимости, проведите поиск гиперпараметров (GridSearch или Bayesian optimization), но **осторожно с переоптимизацией** – помните о предупреждениях de Prado относительно множественного тестирования. Вы можете использовать подход *Combinatorial Purged CV*[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,between%20train%20and%20test%20sets) для устойчтивой оценки при гиперпараметрическом поиске.
   * **Обучение финальных моделей:** обучите финальные версии моделей на всех доступных данных (кроме отложенного теста). Например, натренируйте LSTM для прогноза цены (используйте PyTorch Lightning для удобства), обучите Random Forest на признаках с целями +/-1. Если включён DRL-агент – обучите его: создайте симулятор (например, на основе OpenAI Gym), где среда – исторические данные с шагом 1 бар, и пусть агент методом *Policy Gradient* или *Q-Learning* сыграет множество эпизодов. Следите, чтобы политика стабилизировалась и стратегия агента имела положительную ожидаемую доходность.
   * **Оценка на тестовых данных:** Проверьте модели на отложенном тестовом периоде (например, последние несколько месяцев истории, не использованные в обучении). Запишите результаты: доля правильных предсказаний, прибыль по симуляции торговли. Оцените **Sharpe Ratio, Maximum Drawdown** стратегии при условном торговом варианте. Примените статистические тесты Лопеса де Прадо – например, расчитайте *Deflated Sharpe Ratio*[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=7,costs%20and%20consequences), чтобы проверить, не является ли результат случайным. Если результаты неустойчивы, вернитесь к выбору признаков или модели.
   * **Сохранение моделей:** Экспортируйте веса нейросетей (например, .pt или .h5 файлы), сериализуйте модели sklearn (Pickle). Эти файлы будут загружены боевым скриптом при запуске.
4. **Бэктестинг стратегии end-to-end:** Прежде чем пустить в автономный режим, проведите **комплексное тестирование**. Используйте симулятор: например, написанный скрипт, который читает исторические данные бар за баром, и на каждом шаге прогоняет **весь цикл алгоритма** – вычисляет признаки, вызывает модель, получает сигнал, эмулирует исполнение ордеров (с учётом спреда и комиссий) и ведёт учёт позиций. Это позволит проверить логику взаимодействия модулей. Сверьте, что результаты симуляции близки к ожидаемым (по идее, должны совпадать с оценкой на тесте, полученной ранее). Также убедитесь, что **риск-менеджмент** выполняется: в бэктесте не было случаев, чтобы просадка превысила заданные пределы (например, >6% в месяц) – или если были, система должна была остановить открытие новых позиций[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=Day%201%3A%20Position%201%20opened,with%20risk%20of%20losing%202%2C000). Проверьте работу **алертов** в тестовом режиме (например, искусственно вызвав условие).
5. **Развертывание системы в среде исполнения:**
   * **Инфраструктура:** Поднимите сервер (VPS или облако) с непрерывной работой 24/7, близко расположенный к биржевым серверам для минимизации задержек (особенно важно для частого трейдинга). Установите на сервере все нужные компоненты. Организуйте архитектуру: можно запустить компоненты как отдельные процессы/сервисы. Например, **DataFeeder** (поток данных) – отдельный процесс, **StrategyEngine** (модель) – другой, **Execution** – третий. Используйте Docker для каждого компонента, чтобы обеспечить изоляцию и удобство деплоя. Настройте между ними взаимодействие через RabbitMQ (публикация данных и сигналов)[huggingface.co](https://huggingface.co/AlphaSingularity0/Autonomous-trader#:~:text=%2A%20Architecture%3A%20%22Autonomous,lib%2C%20PostgreSQL%2C%20RabbitMQ%2C%20Docker%2C%20Kubernetes) или gRPC API. Это добавит масштабируемости – например, можно запустить несколько экземпляров модели параллельно.
   * **Конфигурация стратегии:** Загрузите файлы моделей (веса нейросетей) на сервер. В конфиге системы укажите параметры стратегии: список торгуемых инструментов (tickers), таймфреймы, частоты обновления, пороги индикаторов, уровни риск-лимитов (2%/6% и пр.), API-ключи биржи (уже должны быть настроены), параметры логирования и алертов. Эти настройки держите под версионным контролем, чтобы отслеживать изменения стратегии.
   * **Запуск модулей:** Запустите сначала модуль сбора данных. Убедитесь, что соединение с Binance WebSocket установлено и данные поступают (например, в логах видны новые котировки). Затем запустите модуль стратегии: он должен подтянуть последние данные (возможно, загрузив чуть истории через REST, если нужно для инициализации индикаторов), загрузить модели в память и начать ждать поступления новых баров/тиков. Потом модуль исполнения – он подключится к бирже и будет ждать команд на исполнение. Наконец, запустите мониторинг – убедитесь, что дашборд показывает состояние (можно сначала на бумажном аккаунте).
   * **Paper trading тест:** Рекомендуется изначально подключить систему к **тестовой среде** – Binance предоставляет testnet, или использовать режим is\_test=True в ccxt, либо реальный аккаунт с минимальным депозитом. Дайте системе поработать хотя бы несколько дней в демо-режиме. Наблюдайте за поведением: правильно ли выставляются ордера, соответствуют ли они сигналам модели, нет ли сбоев. Сравните логи сигналов с обученными ожиданиями. Убедитесь, что при перегрузке или перезапуске система корректно восстанавливает своё состояние (например, знает об уже открытых позициях, не «забывает» про выставленные стоп-ордера).
6. **Запуск в боевом режиме и контроль:** Переключите API-ключи на реальный счет, убедитесь, что все лимиты биржи учтены (по количеству запросов и ордеров в секунду). Начните торговлю с **минимальным объемом** – как советует практика, сначала убедитесь в работе на небольших деньгах[huggingface.cohuggingface.co](https://huggingface.co/AlphaSingularity0/Autonomous-trader#:~:text=,a%20limited%20amount%20of%20capital). Следите в первые дни особенно внимательно: мониторинг системы должен быть у вас перед глазами. Проверяйте, соответствует ли фактическая торговля задуманной стратегии. Все отклонения (например, неожиданно частые сделки или долгий простой без сделок) анализируйте – возможно, потребуется подстройка параметров.
   * **Операционное обслуживание:** Настройте регулярное обслуживание: ежедневную проверку логов на ошибки, еженедельное автоматическое переобучение моделей (если предусмотрено) – это можно реализовать скриптом, запускаемым по cron ночью, который переобучит на новых данных и перезапустит модуль стратегии с обновлёнными весами (при этом проверив на небольшом бэктесте, что новая модель не хуже старой). Также следите за обновлениями библиотек и компонентов (но не обновляйте во время торговой сессии, лучше в выходные).
   * **Fail-safe и резервные копии:** Настройте, чтобы при сбое питания или сети система при перезапуске могла восстановиться: храните текущие открытые позиции и стоящие ордера (можно periodically сохранять в БД). Имеет смысл иметь *фолбэк-стратегию*: например, если ML-модель недоступна, переключаться на простую резервную (скажем, «закрыть все позиции и не торговать, пока модель не восстановится»). Регулярно делайте бэкап данных логов и моделей.
   * **Анализ и улучшение:** Параллельно с работой алгоритма, собирайте статистику его выполнения. Через некоторое время (месяц-два) проведите разбор: какие сделки были убыточными, могли ли модели это предвидеть; где были промахи. Возможно, выявите новые паттерны – включите их в обучение. Проект AI-Трейдер предполагает **итеративное улучшение**: на основе реальных результатов вносите коррективы, добавляйте признаки, перенастраивайте модели, всегда контролируя, чтобы система оставалась стабильной и управляемой.

Следуя этой инструкции, можно развернуть полностью автономного ИИ-агента для алгоритмической торговли, который сочетает современные методы машинного обучения с проверенными принципами риск-менеджмента. Важнейшее – постоянно **мониторить и поддерживать** систему, чтобы она оставалась устойчивой к сбоям и эффективно реагировала на новые рыночные условия. При соблюдении всех описанных мер (разноуровневый анализ, регулярное переобучение, ограничение риска) **AI-Трейдер** готов к промышленной эксплуатации на реальном рынке, обеспечивая стабильную и контролируемую алгоритмическую торговлю.

**Источники:** Использованы идеи и методы из литературы: Stefan Jansen, *Machine Learning for Algorithmic Trading*[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Financial%20markets%20don%E2%80%99t%20function%20in,prices%2C%20volatility%2C%20and%20economic%20patterns)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=transforming%20sentiment%20analysis,advantage%20in%20the%20constantly%20changing)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=Imagine%20if%20a%20trading%20strategy,advances%20by%20tackling%20millions%20of)[tradethepool.com](https://tradethepool.com/trading-books/machine-learning-algorithmic-trading/?read=1#:~:text=change,trading%20strategies%20without%20human%20oversight); Marcos López de Prado, *Advances in Financial ML*[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,non%20integer%20backshift%20as%20follows)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=,is%20less%20dangerous%20than%20overfitting)[reasonabledeviations.com](https://reasonabledeviations.com/notes/adv_fin_ml/#:~:text=%2A%20K,before%20the%20next%20training%20fold) и *ML for Asset Managers*[medium.com](https://medium.com/moataz-book-summary/book-summary-machine-learning-for-asset-managers-f8e2bd4315e0#:~:text=Applications%20of%20ML%20in%20asset,bet%20sizing%2C%20securities%20taxonomy%2C%20etc)[medium.com](https://medium.com/moataz-book-summary/book-summary-machine-learning-for-asset-managers-f8e2bd4315e0#:~:text=1,the%20dimensionality%20of%20a%20space); Luigi Troiano, *Hands-On Deep Learning for Finance*[pdfcoffee.com](https://pdfcoffee.com/troiano-l-hands-on-deep-learning-for-finance-2020-pdf-free.html#:~:text=Chapter%207%2C%20Asset%20Allocation%20by,hybrid%20models%20where%20the%20CNN)[pdfcoffee.com](https://pdfcoffee.com/troiano-l-hands-on-deep-learning-for-finance-2020-pdf-free.html#:~:text=match%20at%20L574%20through%20time,the%20sentiment%20analysis%20of%20the); Ральф Винс, *Математика управления капиталом (Optimal f)*[turtletrader.com](https://www.turtletrader.com/optimal-f/#:~:text=Vince%20outlines%20a%20concept%20he,that%20is%20until%20it%20happens); Стив Нисон, *Japanese Candlestick Charting Techniques*[chartschool.stockcharts.com](https://chartschool.stockcharts.com/table-of-contents/chart-analysis/candlestick-charts/introduction-to-candlesticks#:~:text=The%20Hammer%20is%20a%20bullish,prices%20lower%20during%20the%20session)[chartschool.stockcharts.com](https://chartschool.stockcharts.com/table-of-contents/chart-analysis/candlestick-charts/introduction-to-candlesticks#:~:text=The%20Shooting%20Star%20is%20a,The); Александр Элдер, *Trading for a Living*[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=,under%20the%20triple%20screen%20system)[investopedia.com](https://www.investopedia.com/articles/trading/03/040903.asp#:~:text=Trend,when%20markets%20trade%20in%20ranges); Дмитрий Гизлык, *Нейросети в алготрейдинге на MQL5*[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=,as%20Batch%20Normalization%20and%20Dropout)[mql5.com](https://www.mql5.com/en/forum/463342#:~:text=,trading%20conditions%20through%20MetaTrader%205); а также практические ресурсы по реализации алгоритмических систем[huggingface.co](https://huggingface.co/AlphaSingularity0/Autonomous-trader#:~:text=%2A%20Architecture%3A%20%22Autonomous,lib%2C%20PostgreSQL%2C%20RabbitMQ%2C%20Docker%2C%20Kubernetes)[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=The%20stop,any%20losing%20trade%20helps%20to)[community.portfolio123.com](https://community.portfolio123.com/t/position-sizing-and-risk-management-the-2-rule-and-6-rule/23478#:~:text=Total%20risk%20of%20loss%20is,positions%20can%20be%20opened%20today). Эти материалы послужили методологической базой для разработки проекта AI-Трейдер.