ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Макарова Ивана Сергеевича на тему
«**Разработка методов прогнозирования точек разворота на многомерных временных рядах финансовых рынков на основе моделей машинного обучения с подкреплением**»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.2.1 - «Искусственный интеллект и машинное обучение».

Современные системы автоматизированной торговли развиваются в условиях высокой конкуренции, что приводит к необходимости постоянного совершенствования и разработок новых моделей и методов анализа финансовых данных. Объем информации, используемой для принятия решений на финасовых рынках, постоянно растет, поэтому для решения задачи прогнозирования финансовых временных рядов необходима разработка алгоритмов и моделей, способных обрабатывать большие объемы данных в очень сжатые сроки. Модели машинного обучения, в том числе обучения с подкреплением, позволяют обрабатывать большие объемы разнородных данных, объединенных в многомерные временные ряды, за достаточно короткое время. Используя различные источники данных и подходящие для них модели машинного обучения, можно более точно предсказывать движения рынка. Разработка и исследование подобных моделей является актуальным для данной области.

Научная новизна представленной диссертационной работы состоит в использовании комбинированного многомерного временного ряда, составленного на основе разнородных данных финансовых рынков. Такой временной ряд содержит первичные признаки, полученные напрямую с бирж, вторичные признаки, вычисленные посредством технических индикаторов и осцилляторов, а также апериодические признаки, сформированные на основе биржевых лент сделок. Архитектура итоговой модели основана на нейронной сети типа DQN (Deep Q-Network). Для обучения моделей прогнозирования точек разворота разработана среда, в которой вознаграждение является достигнутой моделью доходности. Автором предложена комбинированная стратегия, объединяющая жесткую алгоритмическую стратегию и модель машинного обучения для фильтрации сигналов. Данных подход продемонстрировал существенно лучшие результаты, чем использование моделей машинного обучения напрямую для прогнозирования будущих точек разворота на временных рядах.

Практическая ценность работы состоит во внедрении описанных выше моделей и методов в коммерческом продукте, а именно в системе автоматизированной торговли, развернутой в ООО «Интеллектуальные Системы Управления» для различных бирж.

В качестве рекомендации следует отметить, что целесообразно было бы рассмотреть и другие алгоритмы обучения с подкреплением, которые могут использоваться для обучения моделей на тех же данных и сравнить их результаты с моделями типа DQN, однако указанное пожелание не снижает общей высокой оценки представленного для изучения автореферата, так как исследование выполнено на высоком теоретическом и практическом уровнях.

Судя по автореферату, диссертационная работа Макарова И.С. «Разработка методов прогнозирования точек разворота на многомерных временных рядах финансовых рынков на основе моделей машинного обучения с подкреплением» выполнена на высоком научно-техническом уровне, представляет собой самостоятельно выполненное и законченное научное исследование, содержит новые научные результаты, представляющие как теоретическую, так и практическую ценность, соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Макаров Иван Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.1 - «Искусственный интеллект и машинное обучение».

Доктор физико-математических наук, профессор
Кафедры Информационной безопасности МГТУ
Им. Н.Э.Баумана.

Гордеев Эдуард Николаевич
07.11.2024

Подпись Гордеева Э.Н. заверяю

«ВЕРНО»

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА

КИНЯПИНА А.Н.

ОТДЕЛ ПООРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
ЕДИНОЙ ПРИЁМНОЙ КОМИССИИ
МГТУ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА