

## Отзыв научного руководителя на выпускную квалификационную работу бакалавра С. С. Ковалева «Прогнозирование временных рядов методами машинного обучения»

Прогнозирование временных рядов представляет собой важную актуальную задачу прежде всего в сфере экономики, особенно часто такая задача возникает на финансовых рынках. Для стационарных временных рядов разработан набор методов, которые традиционно используются в задачах прогнозирования. Если изучаемый ряд не является стационарным, традиционный подход к прогнозированию сводится к выделению тренда и периодических компонент, после чего остаток ряда представляет собой стационарный временной ряд. Однако такой подход реализуем только для длинных временных рядов и практически неприменим на финансовых рынках, потому что в условиях биржевых торгов тренды не могут сохраняться в течение длительного времени и сами подвержены резким изменениям в результате действия многих факторов. В таких условиях классические методы прогнозирования практически неприменимы.

Альтернативой традиционным методам прогнозирования служат методы машинного обучения, которые для своего применения не требуют стационарности временного ряда.

В качестве метрики для кросс-валидации в работе используются:

- Mean Absolute Error (MAE);
- Mean Absolute Percentage Error (MAPE);
- Root Mean Squared Error (RMSE).

Кроме собственно прогнозирования в ВКР подробно изучается проблематика воспроизводимости вычислений.

В работе проведен обширный эксперимент по сравнению различных методов машинного обучения в задаче прогнозирования с так называемой наивной моделью прогнозирования.

Еще одной важной и интересной задачей, подробно рассмотренной в ВКР, является формирование рациональной стратегии поведения игрока на бирже. Корректность стратегии обсуждалась со специалистами в области биржевых торгов. В рамках формирования стратегии рассматривается задача формирования сбалансированной обучающей выборки. Для решения задачи выбирается оптимальное значение порога, от которого зависит разбиение выборки на классы. Полученная обучающая выборка используется алгоритмами машинного обучения во время торгов на бирже. Получены интересные практические рекомендации.

В третьей главе рассмотрена задача прогнозирования цен биржевых торгов на Санкт-Петербургской Международной Товарно-Сырьевой Бирже, которая является основной площадкой для торгов нефтепродуктами в России. Компания ПАО «Газпром нефть» заинтересована в том, чтобы прогнозировать средневзвешенные цены реализации ряда нефтепродуктов на 14 дней вперед. В работе проведено сравнение основных методов прогнозирования ARIMA, Wavelet, VAR, Stacking. Лучшие результаты получены при использовании модели Stacking.

Можно отметить, что все результаты, полученные в ВКР, прошли серьезную апробацию на практике и показали свою эффективность.

Считаю, что работа безусловно заслуживает оценки отлично.

Научный руководитель,

профессор, д.т.н.



/ В. М. Буре /

