4. Демильханова Б.А. Фондовый рынок России в системе финансовых рынков и его структура // Тенденции развития науки и образования. 2019. № 56-4. С. 92-96.
5. Федеральный закон «Об организованных торгах» от 21.11.2011 №325-ФЗ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
6. Федеральный закон от 07.02.2001 № 7-ФЗ «О клиринге, клиринговой деятельности и центральном контрагенте» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
7. Федеральный закон «О центральном депозитарии» от 7.12.2011 № 414-ФЗ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
8. Федеральный закон от 7.02.2011 № 8 «ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О клиринге и клиринговой деятельности» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
9. Кошечкина Ю. И. Деятельность коммерческих банков как профессиональных участников рынка ценных бумаг / Молодой ученый. 2019. №6. С. 127-129 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://moluch.ru>.

Трегуб А.В., Левшин М.А.

Применение машинного обучения в сфере финансовой математики

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ»
(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-12-2020-221

idsp: ljjournal-12-2020-221

Аннотация

Повсеместная цифровизация и компьютеризация задают новые тренды в различных направлениях. В частности, одной из новых технологий, связанных с цифровизацией является машинное обучение. В статье рассматривается способ применения машинного обучения в финансовой математике, оценивается эффективность и делается заключение о роли машинного обучения для финансиста.

Ключевые слова: математическая статистика, машинное обучение, финансовая математика, обучение по прецедентам, MATLAB, Pine.

Abstract

Ubiquitous digitalization and computerization are setting new trends in various directions. In particular, one of the new technologies related to digitalization is machine learning. The article discusses the method of applying machine learning in financial mathematics, assesses the effectiveness and concludes on the role of machine learning for the financier.

Keywords: financial mathematics, MATLAB, mathematical statistics, machine learning, case study, Pine.

Цель:

- Определить возможный способ применения машинного обучения в сфере финансовой математики.

Задачи:

- Определить методологию машинного обучения;
- Рассмотреть различные способы применения машинного обучения;
- Провести эксперимент с использованием машинного обучения;
- Определить применимость машинного обучения для задач финансовой математики.

Перед началом исследования проблематики данной темы необходимо определиться с терминологией и дефинициями определений. Машинное обучение представляет собой область математической статистики [1]. Финансовая математика используется для расчёта цен на активы, такие как акции, облигации, производные

финансовые инструменты (опционы, фьючерсы) и другие, а также для оценки риска вложения капитала [2].

Для ответа на вопрос, поставленный в заголовке статьи, необходимо определить возможные сферы применения машинного обучения. Для определения сфер применения машинного обучения необходимо понять его методологию. Машинное обучение также называют обучением по прецедентам. Такое название пошло неспроста. Предположим, что существует множество объектов X и множество ответов Y , связанных целевой функцией $y : X \rightarrow Y$. Тогда $y_i = y(x_i)$. Тогда пары $(y_i; x_i)$ ответов и объектов называются прецедентами. Некоторая совокупность таких пар называется обучающей выборкой. Задача обучения по прецедентам сводится к восстановлению зависимости (регрессии) y^* по обучающей выборке. Таким образом, целевая функция должна работать не только на объектах обучающей выборки, но и на всем множестве X .

В зависимости от того, что из себя представляет множество объектов X и множество допустимых ответов Y задачу обучения разделяют на несколько различных видов. Например, задача классификации на N непересекающихся классов. Другим возможным вариантом может быть задача классификации на пересекающиеся классы. Иным вариантом задачи для машинного обучения может являться задача на восстановление регрессии. Также существуют задачи прогнозирования.

Таким образом машинное обучение может применяться в различного рода сферах для различного рода задач. Например, с помощью задач прогнозирования возможно определение доходности и рискованности определенного рода инвестиций. Значит, машинное обучение может служить одним из инструментов финансовой математики. Исходя из данного факта возникает вопрос – «На сколько эффективно и «просто» использование машинного обучения для решения задач финансовой математики?».

Рассмотрим применение машинного обучения для финансового менеджмента. Люди, занимающиеся инвестированием, при распределении своего капитала основывают свои решения на огромном количестве факторов, таких как: доходность, риски, различного рода новости и события, инсайдерская информация. Несомненно, это требует колоссальных усилий, которые не под силу одному человеку в масштабах крупного капитала, в то время как анализ таких данных для машинного обучения – не составит труда. Проблема заключается в том, что данные необходимо будет структурировать определенным образом. Например, люди при анализе рынка в большей степени используют «свечной» график временных рядов, в то время как для получения положительных результатов от использования машинного обучения в данной сфере целесообразно будет использование «сырых» данных, основанных не на временных рядах, а в первую очередь на ценах.

Таким образом, мы приходим к значительному минусу машинного обучения – для его использования нужны специально структурированные данные. Структурирование и исследование подобных данных – является чуть ли не отдельной профессией.

В качестве другого минуса можно выделить неспособность формировать прогноз на основании грядущих событий, например: «халвинга» криптовалют [3], изменения процентной ставки, различного рода слияний [4]. Алгоритмы, основанные на машинном обучении, не способны предугадать рост цен на акции при слиянии компаний, падение цен на акции при объявлении о болезни главы компании. Таких примеров множество – например, санкции США против компании «SMIC» также привели к их падению, однако машинное обучение не способно учесть такую новость и спрогнозировать движение рынка [5].

Был проведен эксперимент. Был рассмотрен рынок криптовалюты. Была выбрана криптовалютная пара «ETHRUB» представленная на криптобирже «Binance».

Целью эксперимента является выбор и настройка оптимальной торговой стратегии с высокой доходностью. Для анализа были использованы стратегии – MACD, RSS, Bolinger lines, Point & Figure.

С помощью инструментария, предоставляемого программой MATLAB, был написан определенный код, который должен определять наиболее эффективную стратегию.

Исходя из результатов машинного обучения, была выбрана стратегия «Point & Figure» с параметрами 4 и 1. Оптимальный таймфрейм был определен в размере 2 часа. Бэктестинг (тестирование на исторических данных) проводился с пересчетом (наши сделки тоже влияют на изменение цены). Это необходимо для нивелирования ситуации, под названием «статистический артефакт». Тестирование было запущено с 01.12.2019 г. Стартовый капитал составлял 10 000 Р. Комиссия за сделку – стандартная для данной криптобиржи.

Написав код на скриптовом языке программирования «Pine», для проверки работоспособности стратегии с помощью инструментария, предоставляемого сервисом «tradingview», был получен экспоненциальный рост средств. За период чуть меньше года произошел рост средств с 10 000 Р до 3 597 291 Р.

Результаты эксперимента, полученные с помощью ресурса «tradingview» [6]

Тем не менее, в конце графика можно наблюдать небольшой рост в начале и значительную просадку средств ближе к концу. Это объясняется большим количеством различных факторов. Первый из них – это невозможность учета новостей при техническом анализе рынка. Различные новости способны двигать рынок совершенно непредсказуемо для алгоритмов, однако вполне логично и понятно для человека. В данном случае – это приближение ноября. Российские компании, занимающиеся поставкой нефтегазового сырья, каждый год продают большую часть сырья – в ноябре месяце. Сделка осуществляется за американские доллары, в результате чего – увеличивается курс доллара к рублю. Это необходимо для большего наполнения бюджета Российской Федерации от нефтегазовых доходов. Ослабление курса рубля вызывает у населения страх за свои финансовые активы, в результате чего, часть населения стремится защитить свои активы, переведя их в криптовалюту. Повышается спрос, а соответственно и цена. Другим фактором, формирующим подобные просадки, является факт того, что рынок никогда не стоит на месте. Благодаря машинному обучению была выявлена эффективная стратегия, однако невозможно предсказать,

сколько она будет актуальна. Изменив выборку данных, рассматривая только последние данные, можно будет получить алгоритм, который не будет вызывать просадок на более позднем временном промежутке.

Таким образом, машинное обучение, требует постоянной работы с данными для стабильных и высоких результатов, однако данные результаты не всегда гарантированы, ввиду невозможности анализа новостей.

Исходя из минусов машинного обучения можно сделать вывод о том, что машинное обучение не способно вытеснить аналитиков и специалистов в области финансовой математики, однако машинное обучение будет служить прекрасным инструментарием, для финансистов.

В ходе данной статьи была достигнута цель – определен возможный способ применения машинного обучения в сфере финансовой математики.

Были решены следующие задачи:

- Определена методология машинного обучения;
- Рассмотрены различные способы применения машинного обучения;
- Проведен эксперимент с использованием машинного обучения;
- Определена применимость машинного обучения для задач финансовой математики.

По итогам данной статьи были получены выводы о высокой эффективности машинного обучения, однако полное делегирование полномочий финансовых аналитиков машинному обучению будет являться грубейшей ошибкой, которая будет вести компанию к убыткам в долгосрочной перспективе. Несомненно, машинное обучение снизит трудоемкость в финансовой сфере. Например, когда перед аналитиком будет стоять вопрос о выборе стратегии, а различные критерии будут давать различные результаты, машинное обучение даст наиболее верный ответ. Тем не менее, именно базовые знания, именно методология расчетов и прогнозирования необходимы в первую очередь для эффективной работы в данной отрасли. Машинное обучение выступает лишь как дополнительный инструмент, обеспечивающий большую эффективность. Также, необходимо отметить и факт того, что машинное обучение требует исходных данных, их подготовки для анализа, самого анализа, формирование как минимум двух моделей поведения – модель стратегии, модель рисков. Этим должны заниматься, как минимум, три высококвалифицированных специалиста для достижения эффективности. Разумеется, это дополнительные затраты для компании, а прирост прибыли не всегда будет больше издержек на новые должности. Таким образом, замена базовых дисциплин в обучении финансистов, таких как финансовая математика или эконометрика, нецелесообразна. Само программирование моделей для данных целей требует знаний финансовой математики.

1.	Лекции профессора Воронцова	//	Режим	доступа:
	http://www.machinelearning.ru/wiki/images/6/6d/Voron-ML-1.pdf			
2.	Большая российская энциклопедия.	Официальный сайт	//	Режим доступа:
	https://bigenc.ru/mathematics/text/4713617			
3.	Информационный ресурс «RBC»	//	Режим	доступа:
	https://www.rbc.ru/crypto/news/5e845ded9a79474897731336			
4.	Информационный ресурс «RBC»	//	Режим	доступа:
	https://www.rbc.ru/business/23/09/2020/5f6b47909a7947ea3ec710e3			
5.	Сайт «Bloomberg» // Режим доступа: https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-09-07/smic-dives-15-on-report-u-s-mulling-blacklisting-chipmaker?sref=0USrX3MI			
6.	Электронный ресурс tradingview // Режим доступа: https://ru.tradingview.com			