

# Прайсинг деривативов с помощью ML

УРМ

Sber

January 15, 2025

# Что такое дериватив?

NN-based  
pricing

VRM

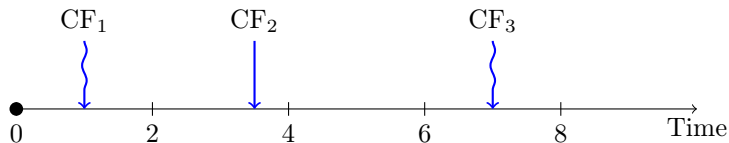
Что такое  
дериватив?

Подход с  
линеаризацией

Активное  
обучение

Reinforcement  
learning

Это соглашение, по которому стороны обмениваются (возможно случайными) cashflow в некоторые моменты времени в будущем.



Кроме того бывает такое, что одна из сторон может закончить сделку по некоторым условиям в произвольный момент.

# Подход с линеаризацией

Мы можем разделить состояние рынка и сам контракт дериватива:

- ▶ Состояние рынка — различные форвардные кривые, волатильности etc (легко векторизуется);
- ▶ Дериватив — описание сделки, наиболее общо в json формате.

Можно попробовать сделать 2 модели:

$$\varphi : \text{Markets} \rightarrow \mathcal{M} = \mathbb{R}^n$$

$$\psi : \text{Derivatives} \rightarrow \mathcal{L} = \mathbb{R}^n$$

Оптимизируем модели

$$\int_{\text{Loans}} \int_{\text{Markets}} (\varphi(m) \cdot \psi^T(l) - \text{price}(m, l))^2 \, d\text{m} \, dl \rightarrow 0$$

## Remark

Естественно мы считаем, что доступна некоторая (не очень быстрая) функция `price`, которая может прайсить любой дериватив на любом рынке алгоритмически.

# Подход с линеаризацией

NN-based  
pricing

UPM

Что такое  
дериватив?

Подход с  
линеаризацией

Активное  
обучение

Reinforcement  
learning

- ▶ Необходимо исследовать, как доработать подход так, чтобы за  $\varphi$  и  $\psi$  стояли интерпретируемые понятия из финансовой математики — репликация сложного дериватива через линейную комбинацию более простых (отсюда и название этого подхода).
- ▶ Архитектура универсальна: ее можно сочетать с активным обучением и/или с рекуррентными моделями для эмбединга дериватива

В идеале было бы получить следующую архитектуру инференса:

- ▶ Кроме цены дериватива модель предсказывает и свою уверенность в этой цене (подобно тому, как устроен uncertainty в Gaussian Process Regressor);
- ▶ Таким образом, если модель уверена в своей оценке, то мы будем использовать ее цену;
- ▶ Если же неуверенность большая, то мы будем отправлять дериватив считаться алгоритмически и дообучать модель на этой точке.

# Reinforcement learning

NN-based  
pricing

УРМ

Что такое  
дериватив?

Подход с  
линеаризацией

Активное  
обучение

Reinforcement  
learning

В финансах хорошо известны два применения RL, однако они недоисследованы:

- ▶ Возможность досрочного погашения приводит к задаче оптимального управления: ее часто решают с помощью техник Монте Карло, но интересно решить более универсальным методом — RL;
- ▶ Управление транзакционными издержками также формулируется, как задача оптимального управления.

## Remark

Для исследования этих подходов требуется более глубокое понимание финансовой математики.