

IR Derivatives Final Project

TONIA (Tenge OverNight Index Average)

Команда:

Вячеслав Бучков

06.05.2024

СОДЕРЖАНИЕ

Обзор выбранной кривой

4.

Предложенные модели

11.

Методология и конвенции

5.

Результаты

16.

Почему безрисковая?

6.

Симуляции будущей ставки

21.

Историческое поведение

7.

Дальнейшее исследование

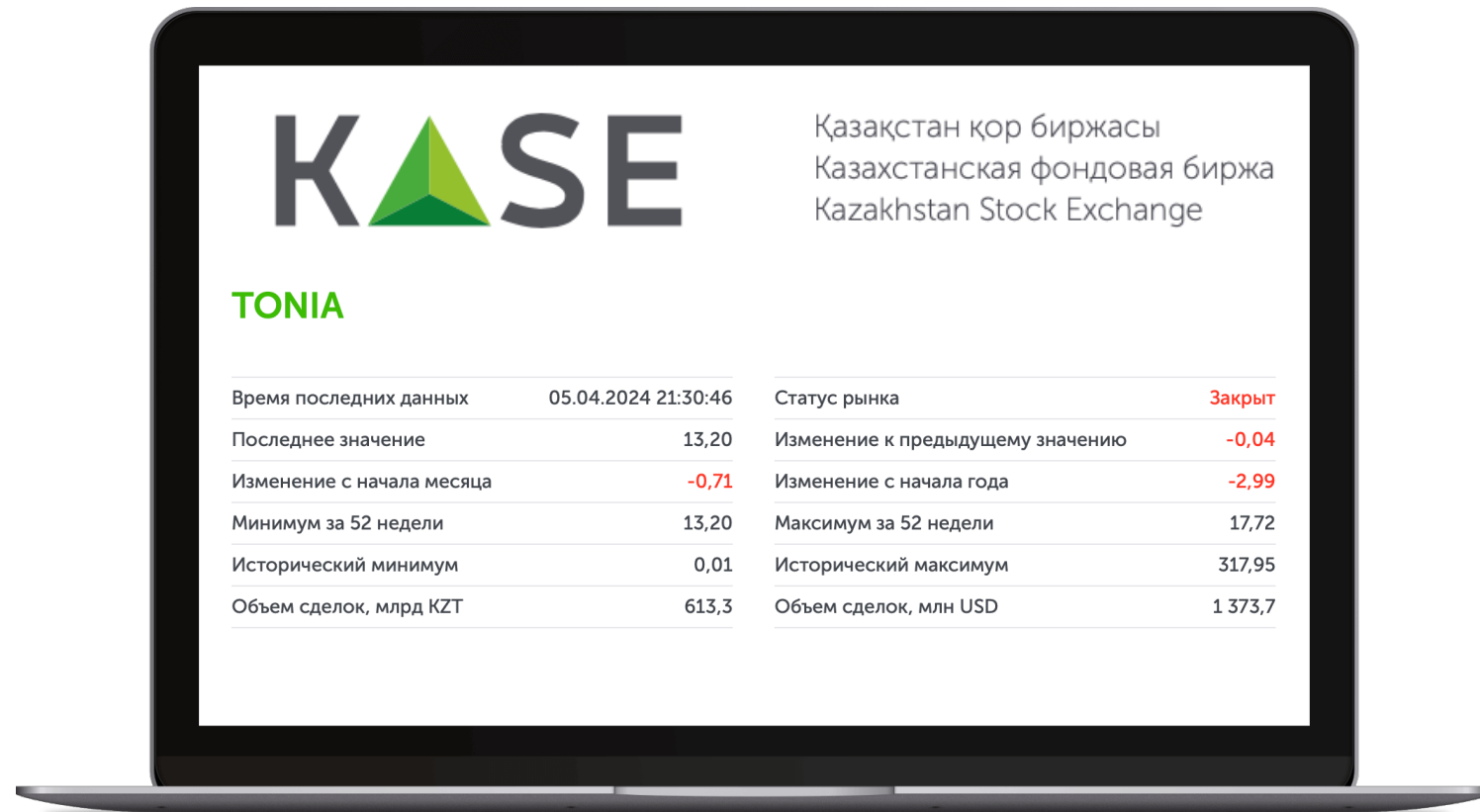
25.

ОБЗОР TONIA

ДАННЫЕ ОБ ИНДЕКСЕ

TONIA — Tenge OverNight Index Average

- Ставка овернайт размещений РЕПО с обеспечением государственными облигациями Казахстана
- **Безрисковая*** ставка в тенге (KZT) — национальной валюте Казахстана
- Публикуется ежедневно с 2014 года
- **Рассчитывается за период T-1** (сегодня видим данные за вчера)



* Безрисковость обсуждается на слайде 5

МЕТОДОЛОГИЯ РАСЧЁТА



Средневзвешанное РЕПО

- Используются **сделки на рынке РЕПО**. В РФ и СНГ это один из наиболее развитых и ликвидных money market инструментов
- Для расчёта берутся ставки в сделках РЕПО за предыдущий день и **взвешиваются по объёму**



Отсечение выбросов

- Для расчёта используются сделки с **объёмом свыше KZT 100 миллионов**
- Начиная с 28 декабря 2020 года, из расчёты **исключаются выбросы верхнего и нижнего 5%-квантиля по ставке сделки**



Конвенции

- Котируется в % **годовых** (как и сами сделки РЕПО)
- Срок — **овернайт**, праздничные дни учитываются согласно торговому календарю биржи
- **Конвенция АСТ/365**, перевод в **дневные % без накопления**

ПОЧЕМУ СТАВКА БЕЗРИСКОВАЯ?

В процессе экспериментов мы работали с ML и DL классификаторами



Центральный Контрагент

- Если контрагент не рассчитывается по 2-ой ноге, участник рынка теряет номинал и проценты
- Сделки заключаются через ЦК, биржа сама контролирует кредитный риск
- Участник несёт кредитный риск на саму биржу, 50% которой принадлежит ЦБ Казахстана

Какой уровень риска?

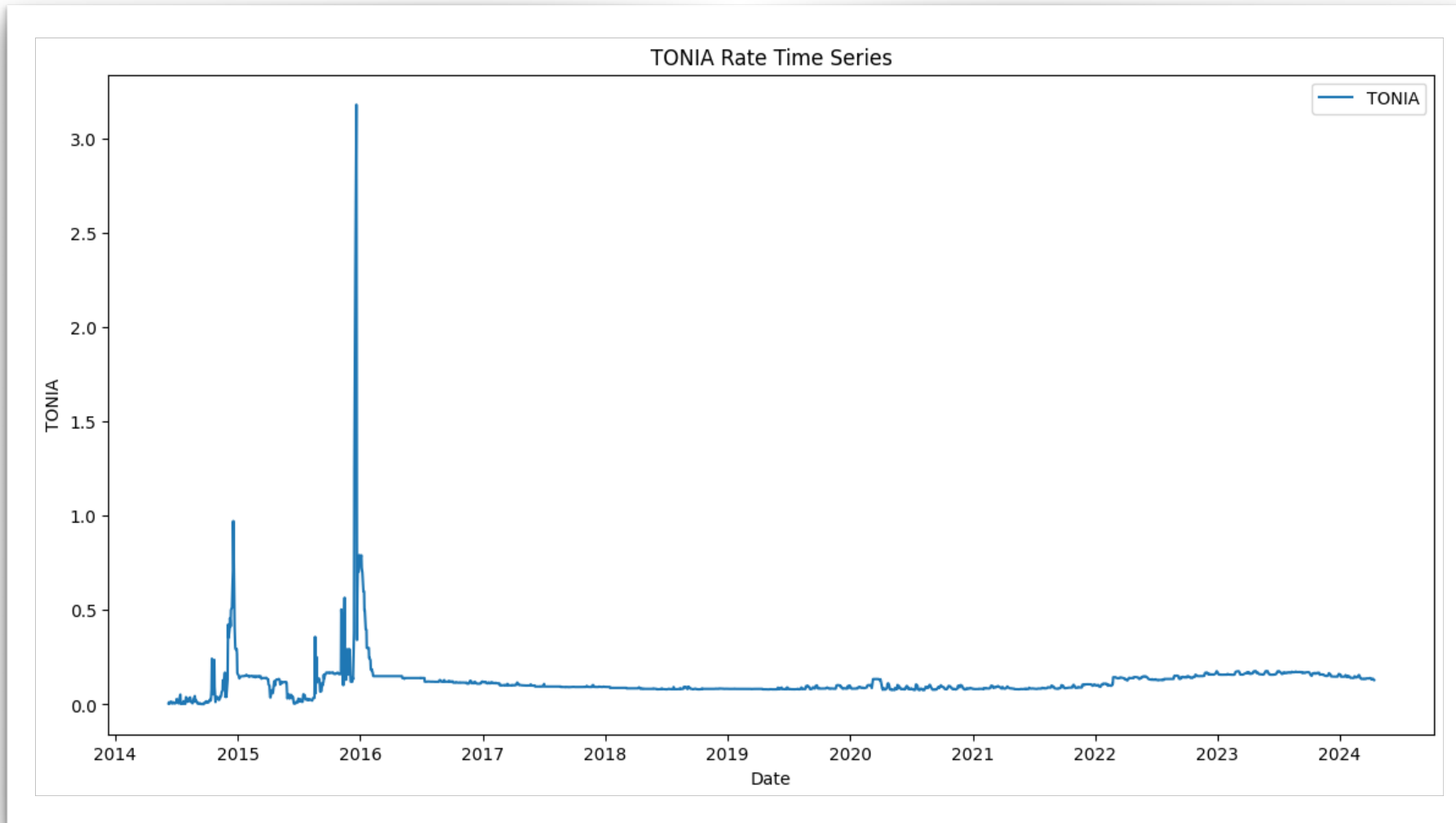
- Используются сделки РЕПО
- По данным сделкам существует кредитный риск контрагента
- Однако риск дополнительно митигируется бумагами в обеспечении
- **ИТОГО:** риск крайне близок к суверенному

Обеспеченные сделки

- Более того, сделки РЕПО являются обеспеченными, так как агент покупает ценные бумаги с автоматической продажей позднее
- Так как для расчёта берутся только сделки с госбондами Казахстана, обеспечение соответствует уровню безрискового в KZT

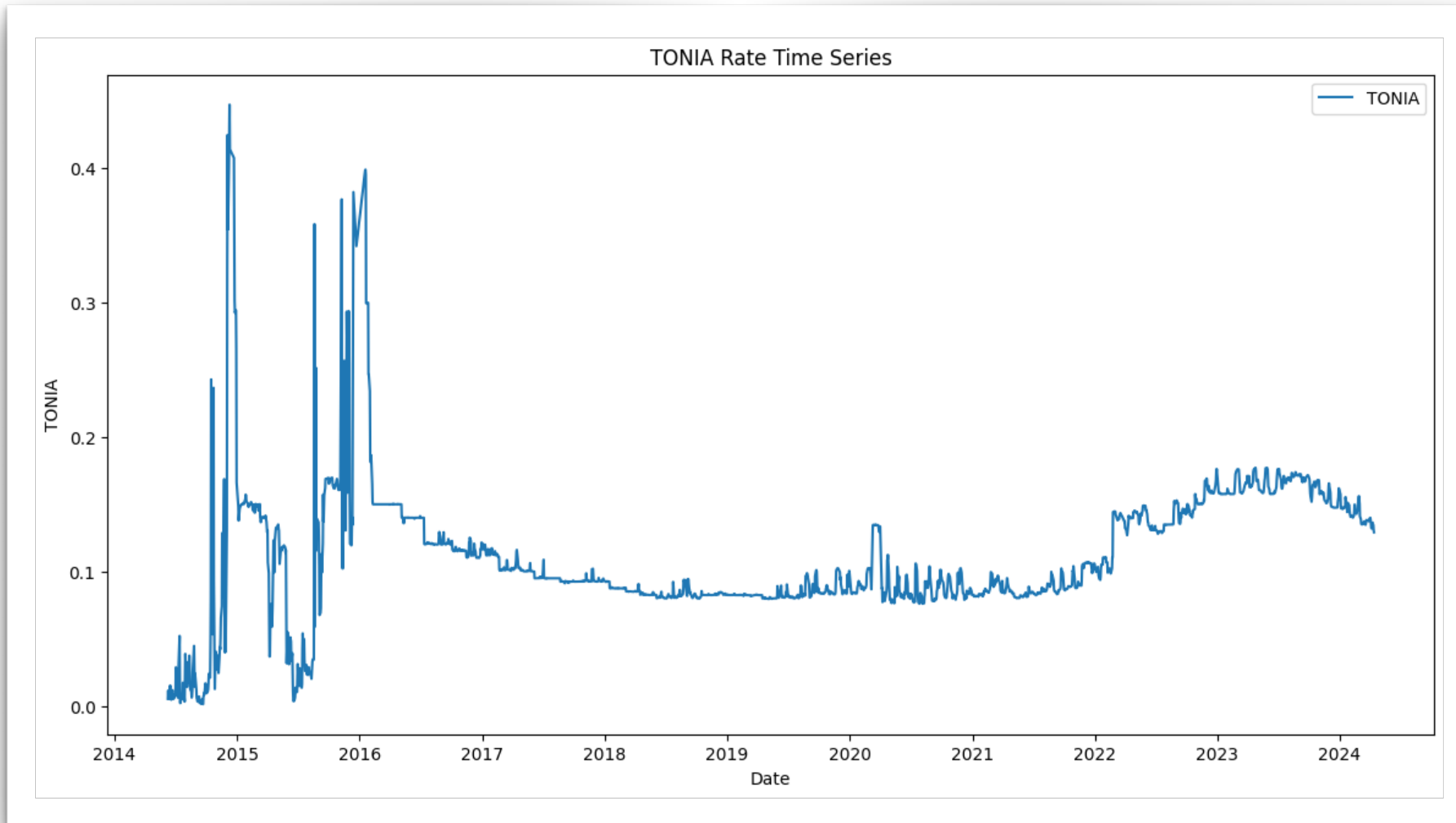
ИСТОРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА

ИСТОРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА



До 2017 наблюдались спайки — неэффективная методология

ИСТОРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА



После очистки от выбросов динамика более стабильна

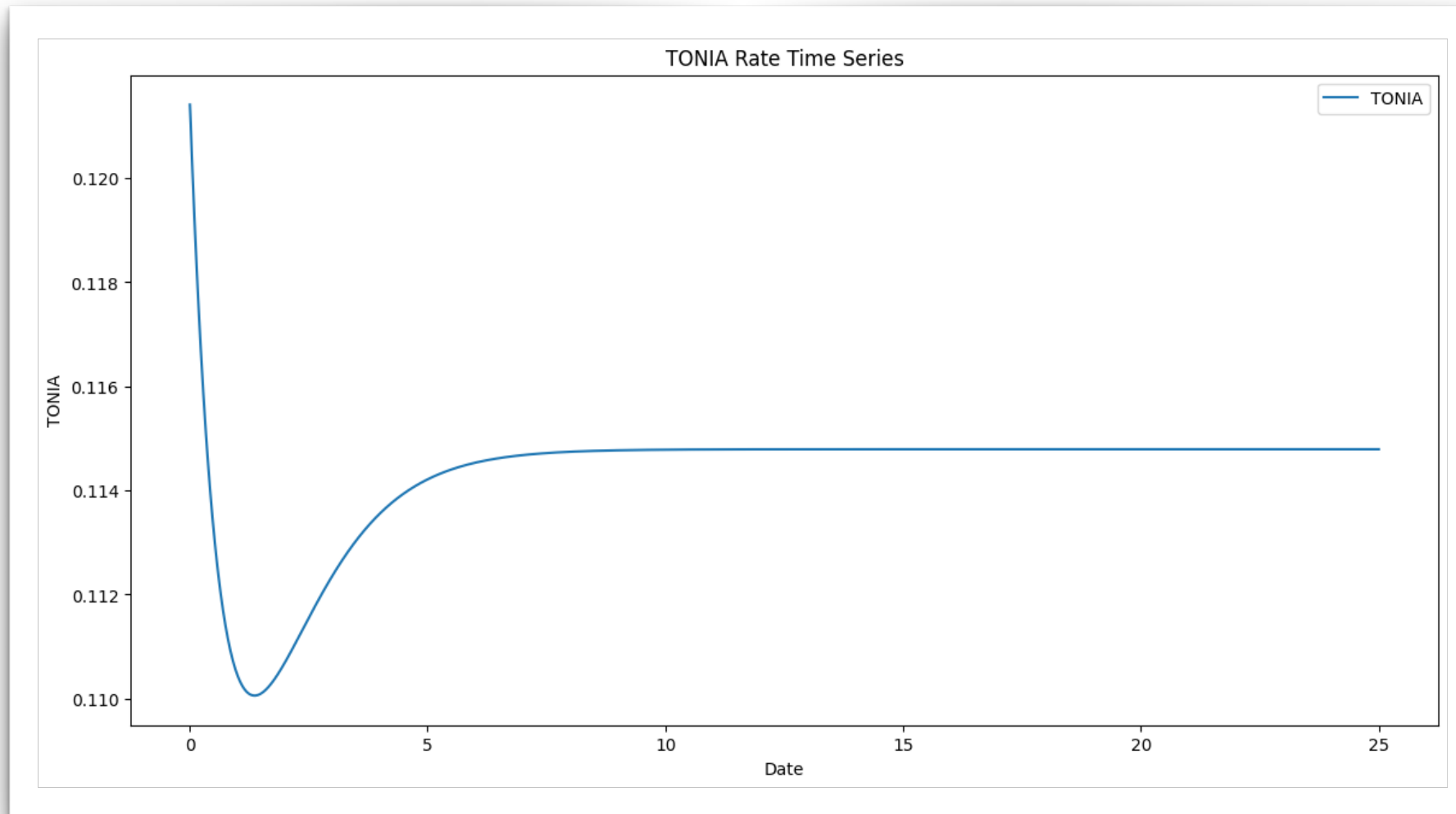
ПРЕДЛОЖЕННЫЕ МОДЕЛИ

ПРОЦЕСС МОДЕЛИРОВАНИЯ

- Было определено 3 группы моделей для экспериментов — **Vasicek, Hull-White и нейронные сети**
- Каждая модель обучалась и бэкtestировалась на данных **1, 3 и 4 года назад**
- Финальная модель **обучается на всей выборке** и симулирует TONIA на заданный промежуток времени в будущее



КАЛИБРОВКА ПО NSS КРИВОЙ



Instantaneous Fwd Rate взята из NSS кривой госбондов в KZT

ЗАЧЕМ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ?

Более длинная “память”

- Так как мы предполагаем, что у ставки есть **исторический паттерн**, выбираем модель, которая будет учитывать всю историю
- В отличие от $AR(1)$ процесса, модель будет соотносить всю историю с каким-то **затухающим, но ненулевым весом**
- При симуляции ожидается увидеть **более логичную форму кривой**, проистекающую из исторической динамики

Возможность учитывать другие факторы

- Также обогащение фреймворком нейронных сетей для моделирования ставок **поможет уточнять модельный прогноз** за счёт включения других фичей
- Можно создать **универсальный симулятор ставок**, в который аналитики могли бы добавлять кажущиеся им релевантные факторы
- **Потенциальные идеи для фичей** — эмбединг макро данных, sentiment новостей, стаканы на рынке ПФИ и т.п.

ПОЛУЧАЕМ ГОТОВЫЙ ПАЙПЛАЙН ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

КАК БЫЛА ПОСТРОЕНА НЕЙРОНКА?

Важные детали, отличающие модель для процентных ставок

Две полносвязные головы в модели

- Выход модели состоит из двух голов
- Вместо скалярного выхода из последнего линейного слоя модель отдаёт **предсказанную среднюю ставку и коэффициент возврата к среднему**

Используем знания о доменной области

Процесс Орнштейна-Уланбека

- Ставка генерируется по процессу **как в модели Васечка и Халл-Вайта**
- Таким образом добиваемся соответствия классическому процессу движения ставки, однако с **более точным и непостоянным прогнозом параметров**

Сравнимый с базовыми моделями результат

Учёт изменения формы кривой

- Модель умеет принимать на вход **спотовую кривую процентных ставок** для учёта текущих ожиданий рынка
- Вместо использования калибровки к ценам бондов ввиду отсутствия аналитического решения **просто рассматриваем кривую как фичу**

Учёт ожиданий рынка

Принимает кривую, а не параметры NSS

- Для получения общей модели вместо передачи параметров NSS используется **обработка всей кривой**, дискретизированной до ставок на разные сроки
- Кривая также **обрабатывается рекуррентно**

Используем RNN/LSTM

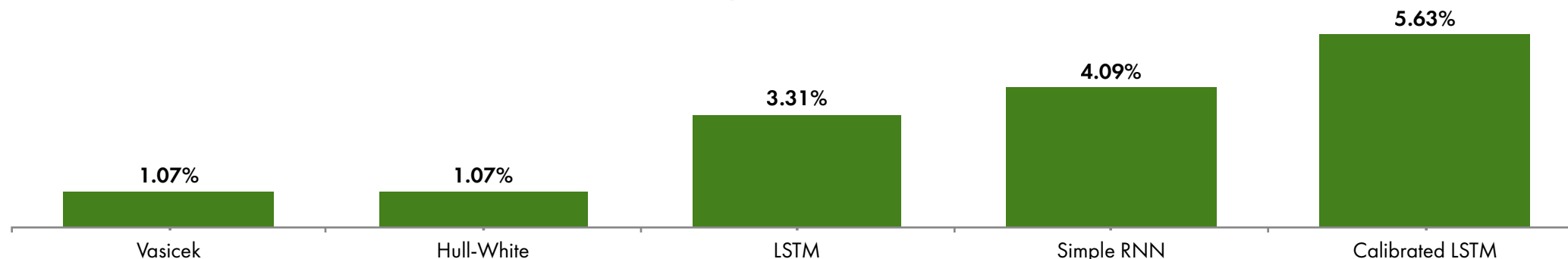
РЕЗУЛЬТАТЫ

РЕЗУЛЬТАТЫ БЭКТЕСТА

- Используем RMSE как несмещённый показатель ошибки в размерности процентной ставки
- RMSE показывает: “на сколько % (в годовом выражении) мы промахиваемся в прогнозе”

■ Test RMSE

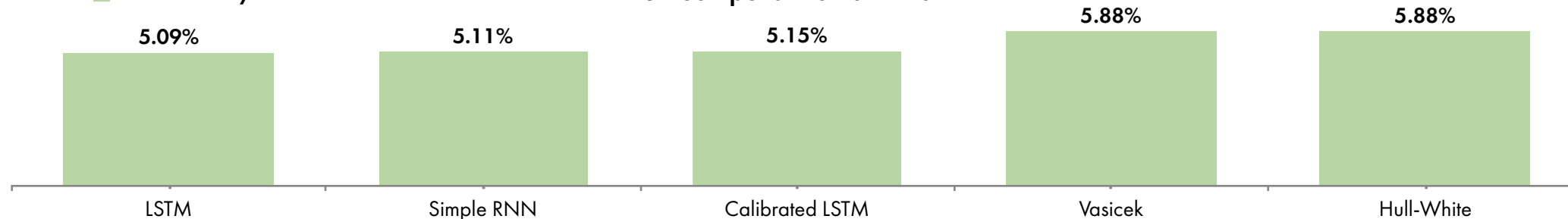
Бэктестирование 2023-2024



- Однако незначительное преимущество у нейронных сетей появляется на **более длинном бэкteste**, однако магнитуда разницы достаточно небольшая

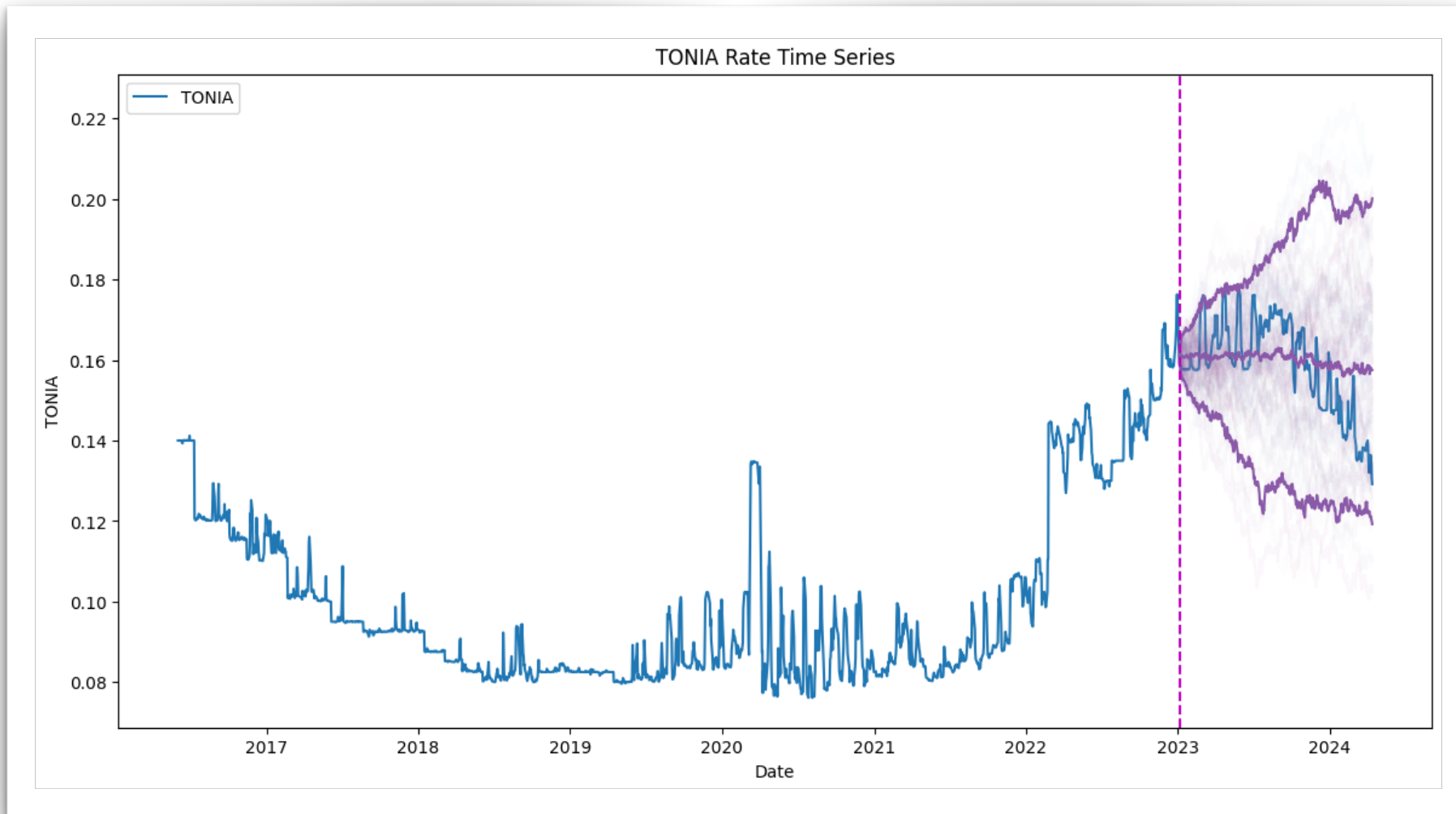
■ Test accuracy

Бэктестирование 2021-2024



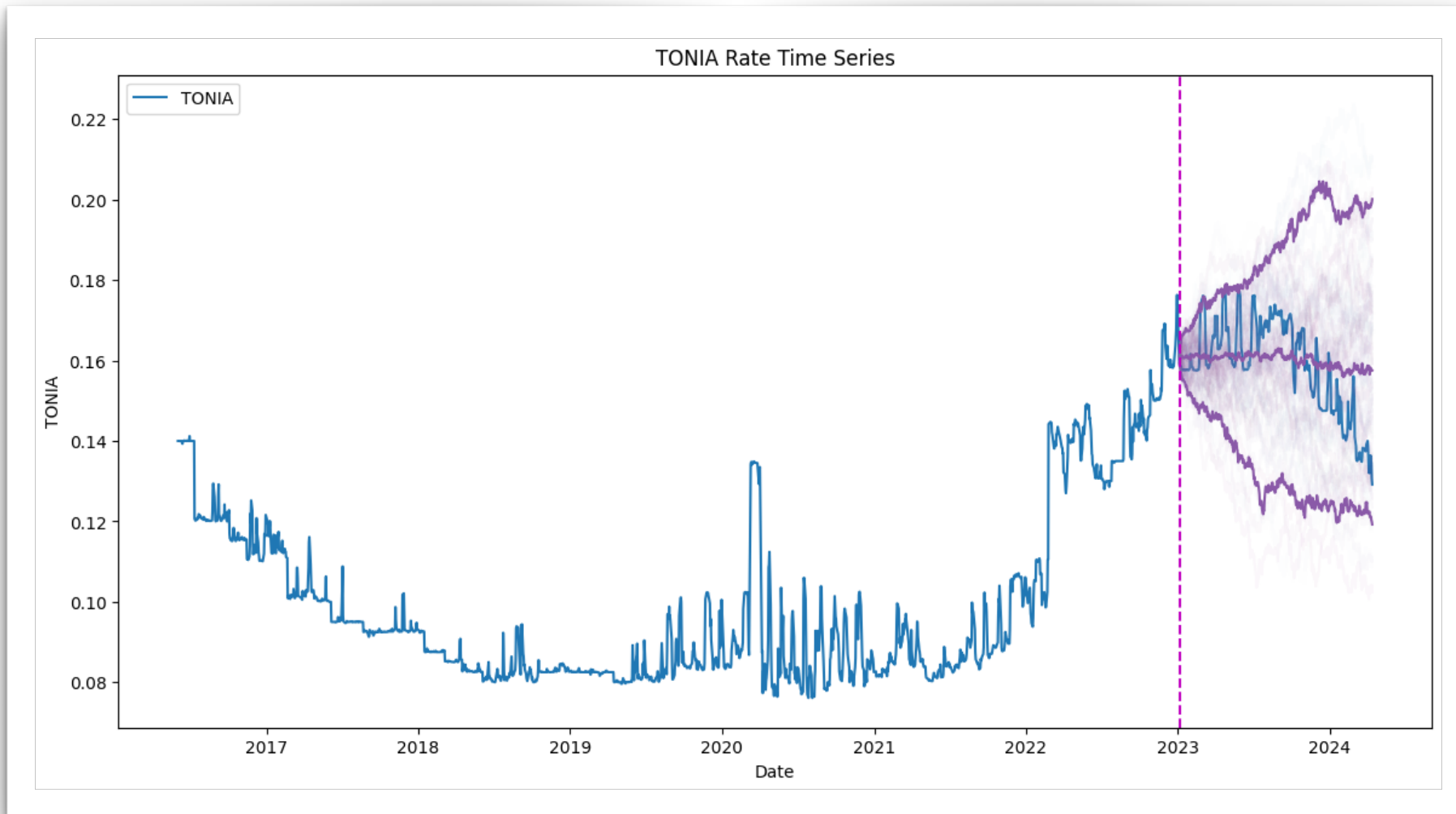
ЛУЧШИЙ ВАРИАНТ = VASICEK

БЭКТЕСТ 2023-2024: VASICEK



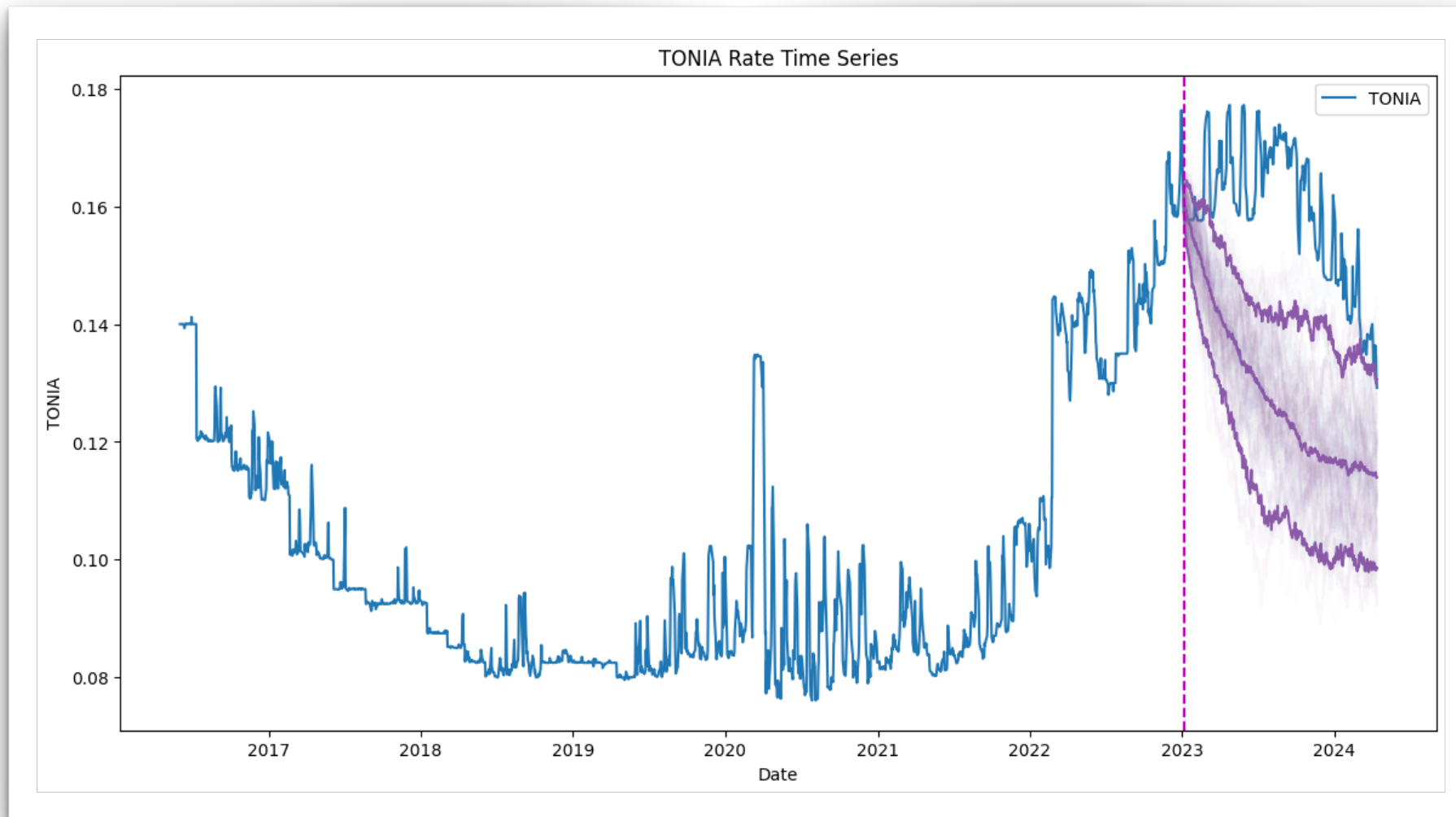
Реальное движение было внутри квантилей Vasicek

БЭКТЕСТ 2023-2024: HULL-WHITE



Прогноз Hull-White сошёлся с прогнозом Vasicek

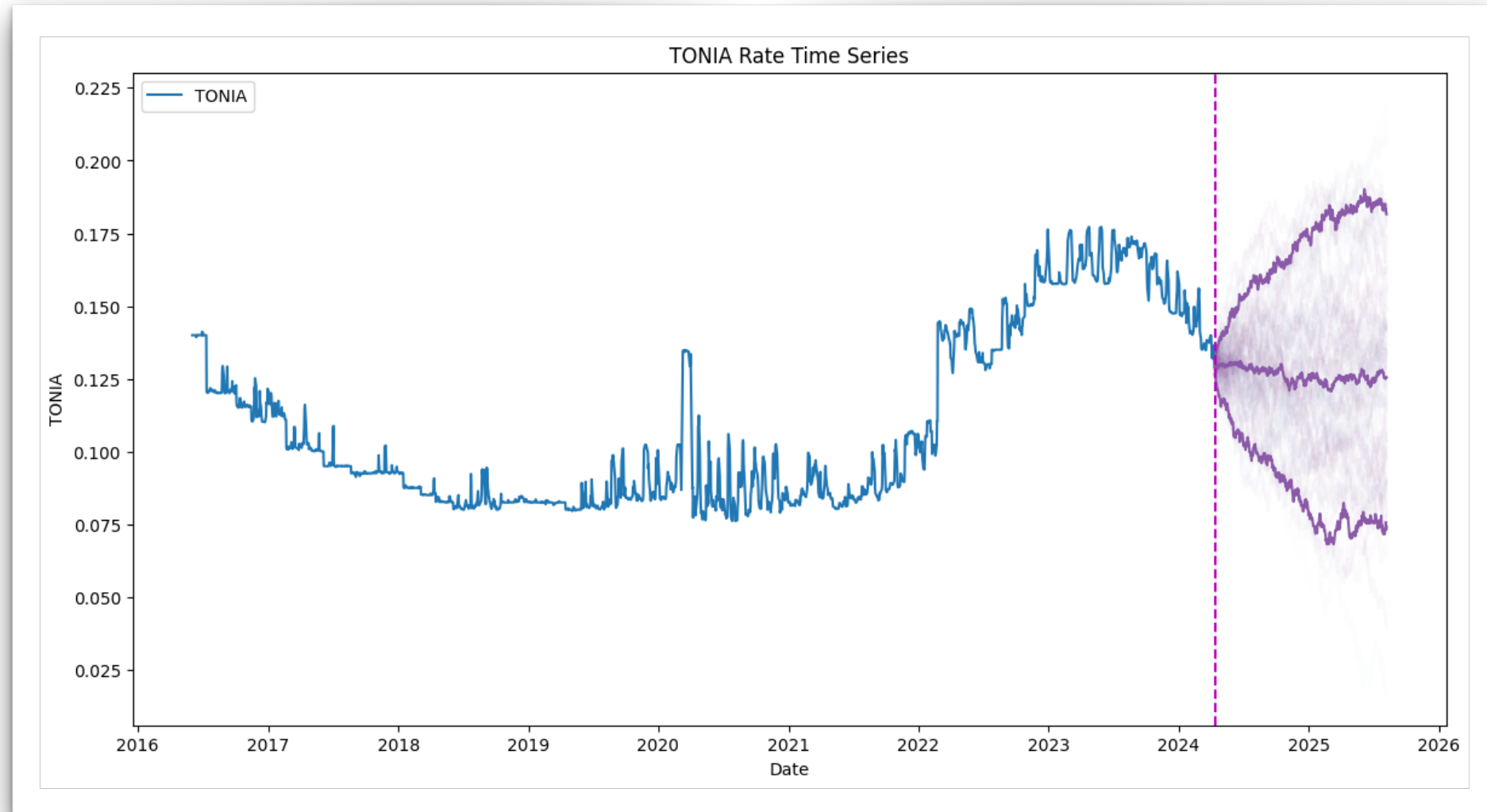
БЭКТЕСТ 2023-2024: LSTM



LSTM прогнозировала более быстрое убывание к среднему

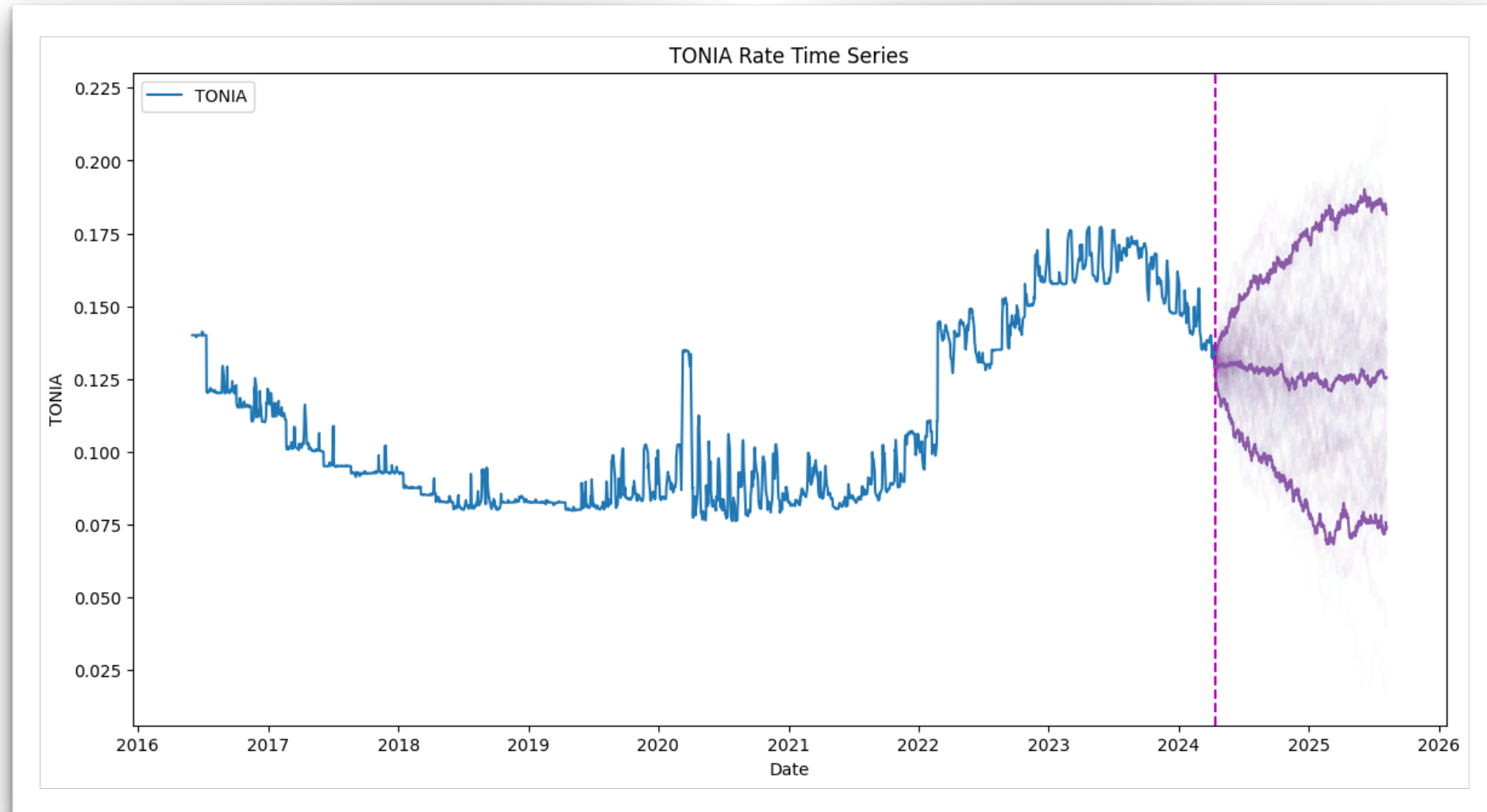
СИМУЛЯЦИЯ БУДУЩЕГО

СИМУЛЯЦИЯ: VASICEK



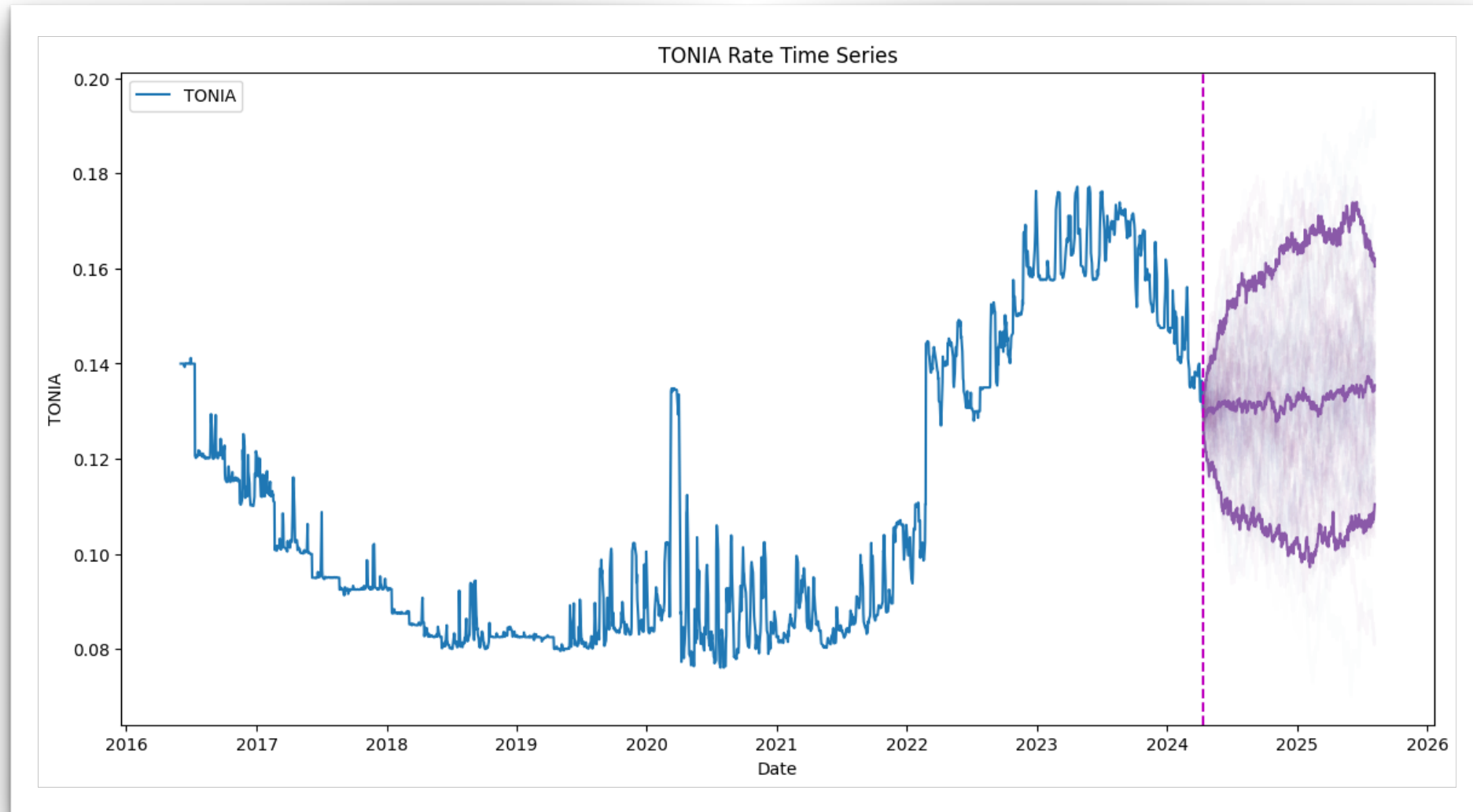
Vasicek предполагает ставку на приблизительно том же уровне

СИМУЛЯЦИЯ: HULL-WHITE



Прогноз Hull-White снова сходится с прогнозом Vasicek

СИМУЛЯЦИЯ: LSTM



LSTM предполагает более резкий рост ставки в будущем

ДАЛЬНЕЙШИЕ ШАГИ

ДАЛЬНЕЙШЕЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

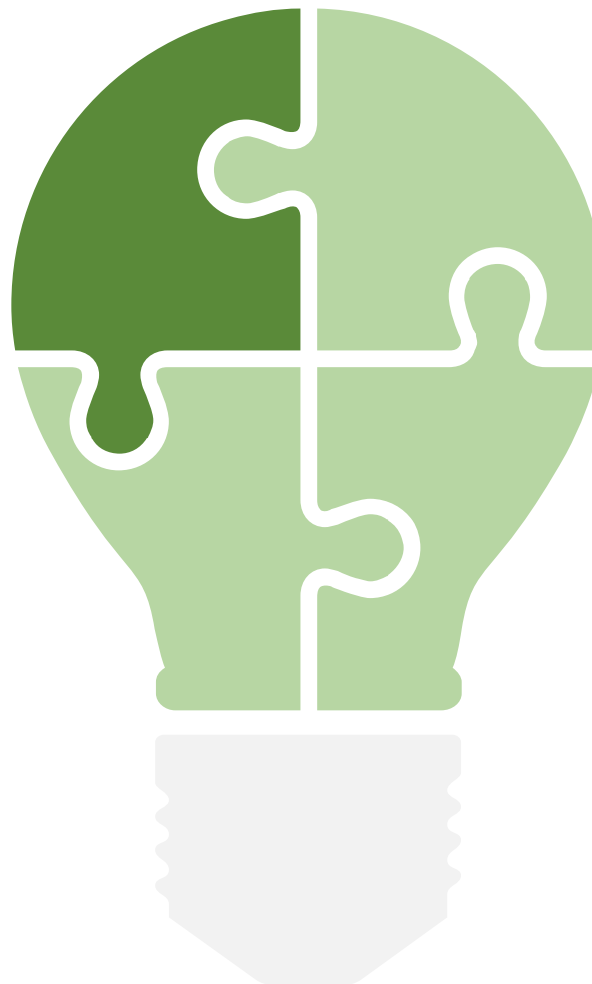
Что можно учесть, чтобы сделать прогноз лучше?

Добавить фичи в нейронную сеть

Чтобы улучшить прогноз, мы можем использовать LSTM не только на историческом поведении ставки, но и добавить дополнительные факторы

Почему калибровка не помогла?

Так как мы моделируем ставку овернайтного РЕПО, на него влияет не ожидаемая ставка ЦБ, а реализованная, потому что участники выбирают между альтернативой аукциона ЦБ и размещения РЕПО => **ожидания не влияют на данную ставку**



Предобучение нейронной сети на других ставках

Предполагается, что все ставки движутся по схожим паттернам, имеет смысл **предобучить модель на ставках других стран**, а затем сбросить скрытое состояние и обучить на нашу задачу

Quantile Regression

Если мы преследуем цели управления рисками, то нам важно не среднее или медиана, а VaR, то есть хвосты распределения => имеет смысл **переформулировать задачу машинного обучения в термины квантильной регрессии**

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**