

# Отчёт о проделанной работе

Лазар В. И.

26 ноября 2024 г.

## 1 Проведённые исследования

### 1.1 Модель

Программно реализована однопиковая модель **РВФТРК** с возможностью обучения на данных и генерации сэмплов с параметрами, подобранными при обучении.

Сама модель устроена следующим образом:

$$C_\tau(t) = \begin{cases} \frac{FDk_a}{V_d(k_a - k_{el})}(e^{-k_{el}t} - e^{-k_at}), t \leq \tau \\ C_\tau(\tau)e^{-k_{el}(t-\tau)}, t > \tau \end{cases}$$

$C_\tau(t)$  – концентрация декарства в крови

$D > 0$  – объём дозы лекарства

$F > 0$  – биодоступная доля дозы

$V_d > 0$  – объём распределения лекарства

$k_a$  – параметр всасывания вещества

$k_{el}$  – параметр выведения вещества

$\tau > 0$  – время абсорбции,  $C_\tau(\tau) = \sup_{t \geq 0} C_\tau(t)$

Реализована многопиковая модель:

$$C_n(t) = \sum_{i=1}^n C_{\tau_i}$$

### 1.2 Метрика

В качестве метрики для оценки моделей большинство уже реализованных алгоритмов используют метрику

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f(t_i) - X(t_i))^2$$

Было решено использовать несколько иную метрику:

$$L(f, \alpha) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i_0-1} |f(t_i) - X(t_i)| + \frac{1}{n} \sum_{i=i_0}^n \alpha |f(t_i) - X(t_i)|$$

, где

$$t_{i_0} \approx \tau$$

в силу того, что она чувствительнее к ошибке модели после достижения времени абсорбции. Соответственно, для случая многопиковой модели метрика выглядит следующим образом:

$$L_{mul}(f) = \sum_{i=0}^n L(f, \alpha_i)$$

Также для улучшения качества модели было принято решение использовать MinMaxScaler

### 1.3 Исследование моментных характеристик остатков

Здесь и далее будем действовать в предположении о том, что величина

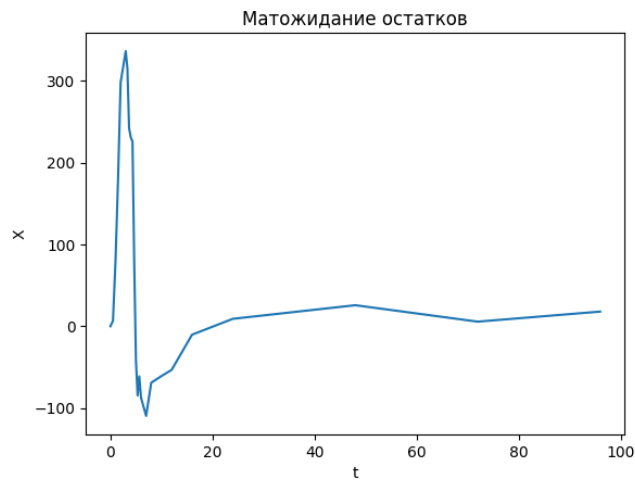
$$X(t) - f(t)$$

, где  $X(t)$  - исходный случайный процесс, а  $f(t)$  - тректория предсказанная моделью, является процессом Леви

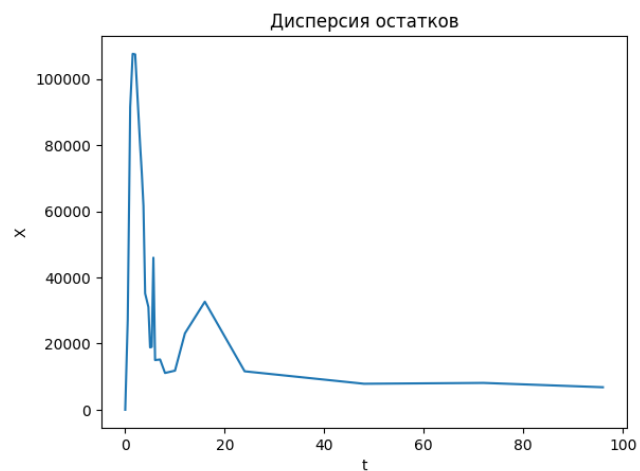
Для получения более точного вида процесса было решено исследовать матожидание и стандартное отклонение проекций процесса остатков

Для тестирования использовалась однопиковая модель с  $\alpha = 7$

Получен следующий график поведения для матожидания



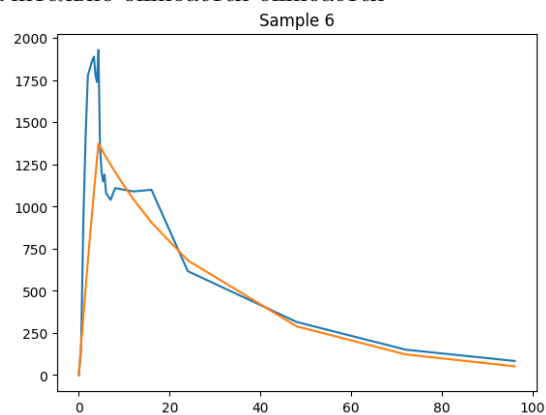
И для дисперсии

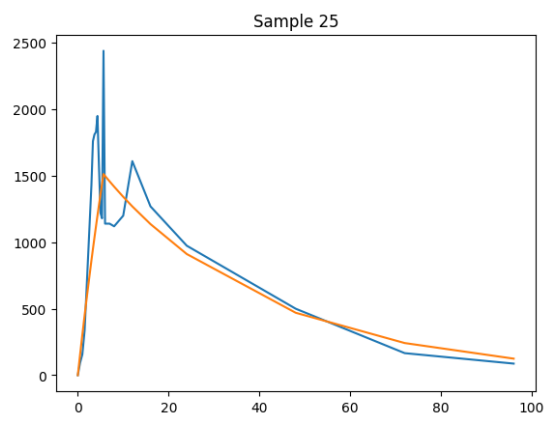
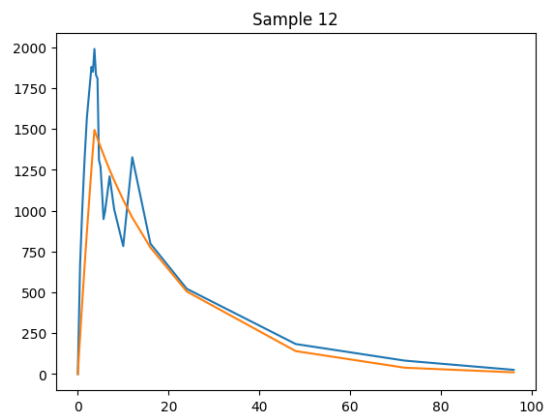


Видно, что модель довольно сильно ошибается до момента абсорбции, что логично следует из выбранных гиперпараметров модели

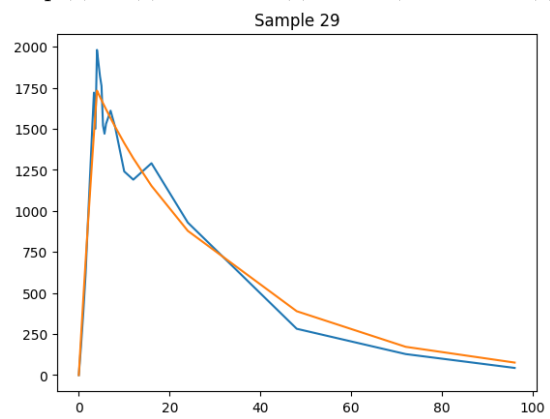
## 1.4 Исследование поведения исходного процесса

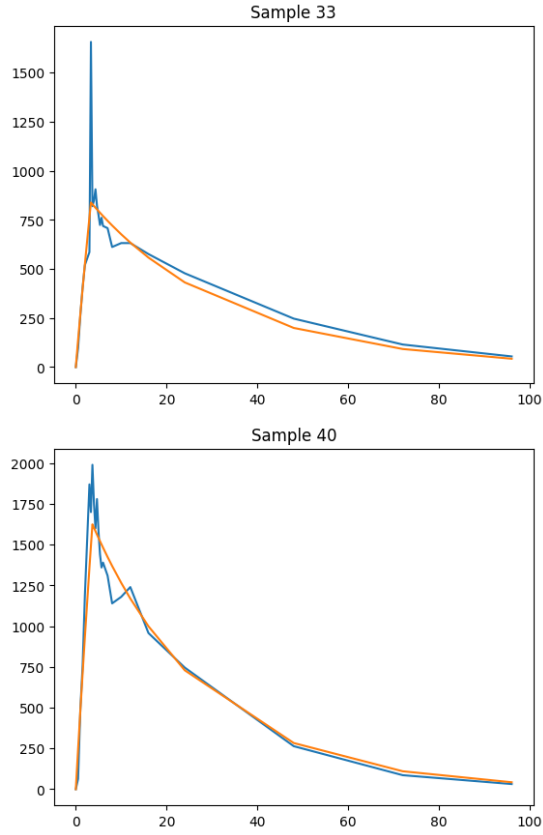
Здесь показаны одни из типовых случаев процессов, на которых модель значительно ошибается





В среднем даваемая моделью оценка выглядит так:





## 2 Гипотезы и планы

### 2.1 Доработка модели

Сейчас многопиковая модель показывает себя в среднем хуже однопиковой с параметром регуляризации и нуждается в существенной программной доработке. Возможно, имеет смысл поиск других способов обнаружения пиков процесса

## 3 Исследование поведения процесса остатков

Было получено, что при  $\lim_{t \rightarrow +\infty} \mathbb{E}r(t) \approx 0$ , а также  $\mathbb{D}r(t) \approx \text{const}$  при  $t > \tau$ . Это существенно сужает круг возможных семейств процессов. Учитывая, что в данной модели процесс остатков представляется процессом Леви, можно исключить некоторые слагаемые из декомпозиции Леви-Ито:  $X_t = \sigma B_t + at + Y_t + Z_t$