НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет компьютерных наук
Научно-учебная лаборатория МУСС

ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Садртдинов Ильдус Рустемович
Научный руководитель:
д.ф.-м.н., профессор ДБДИП
Шаповал Александр Борисович

Москва, 2019

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ

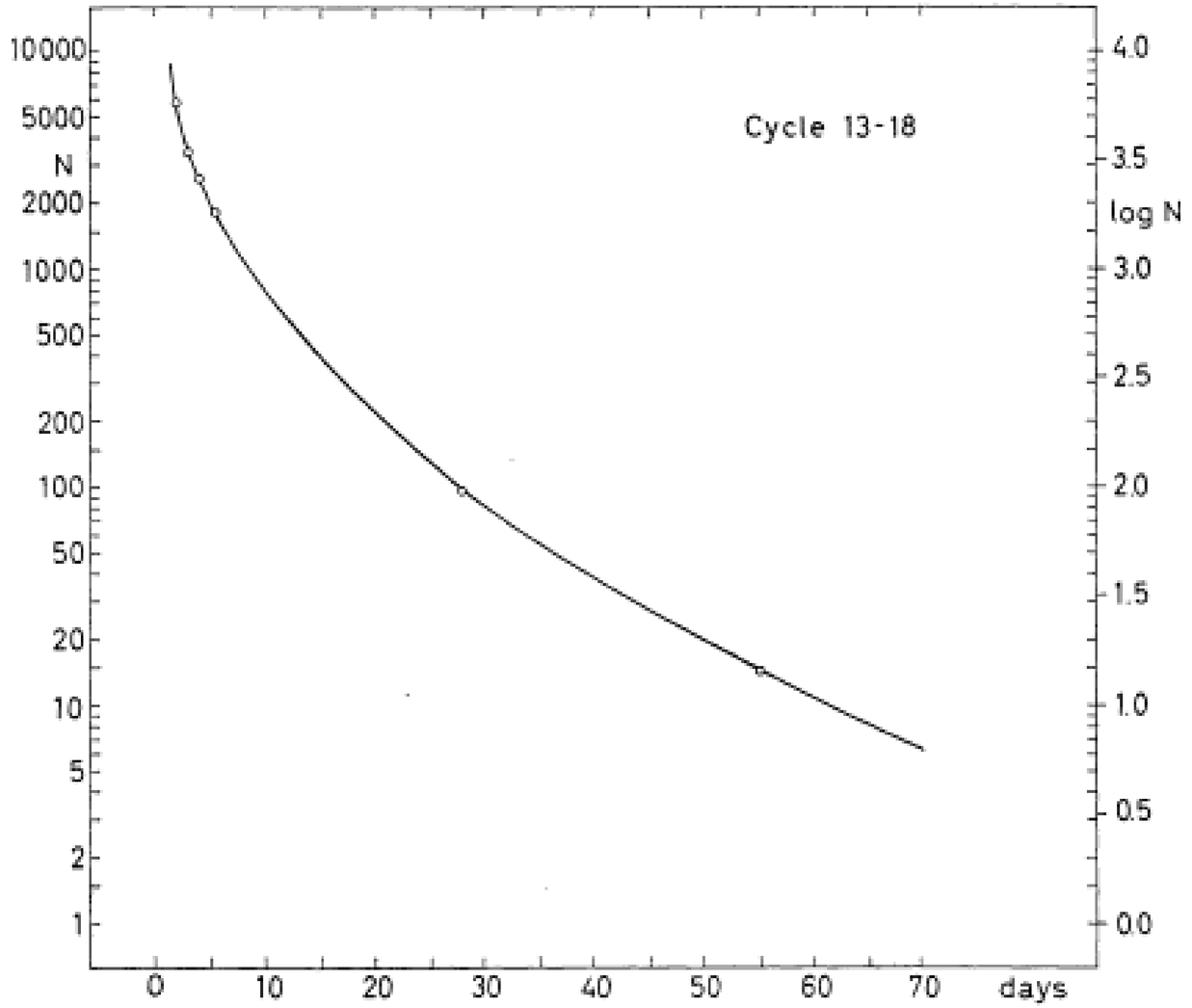


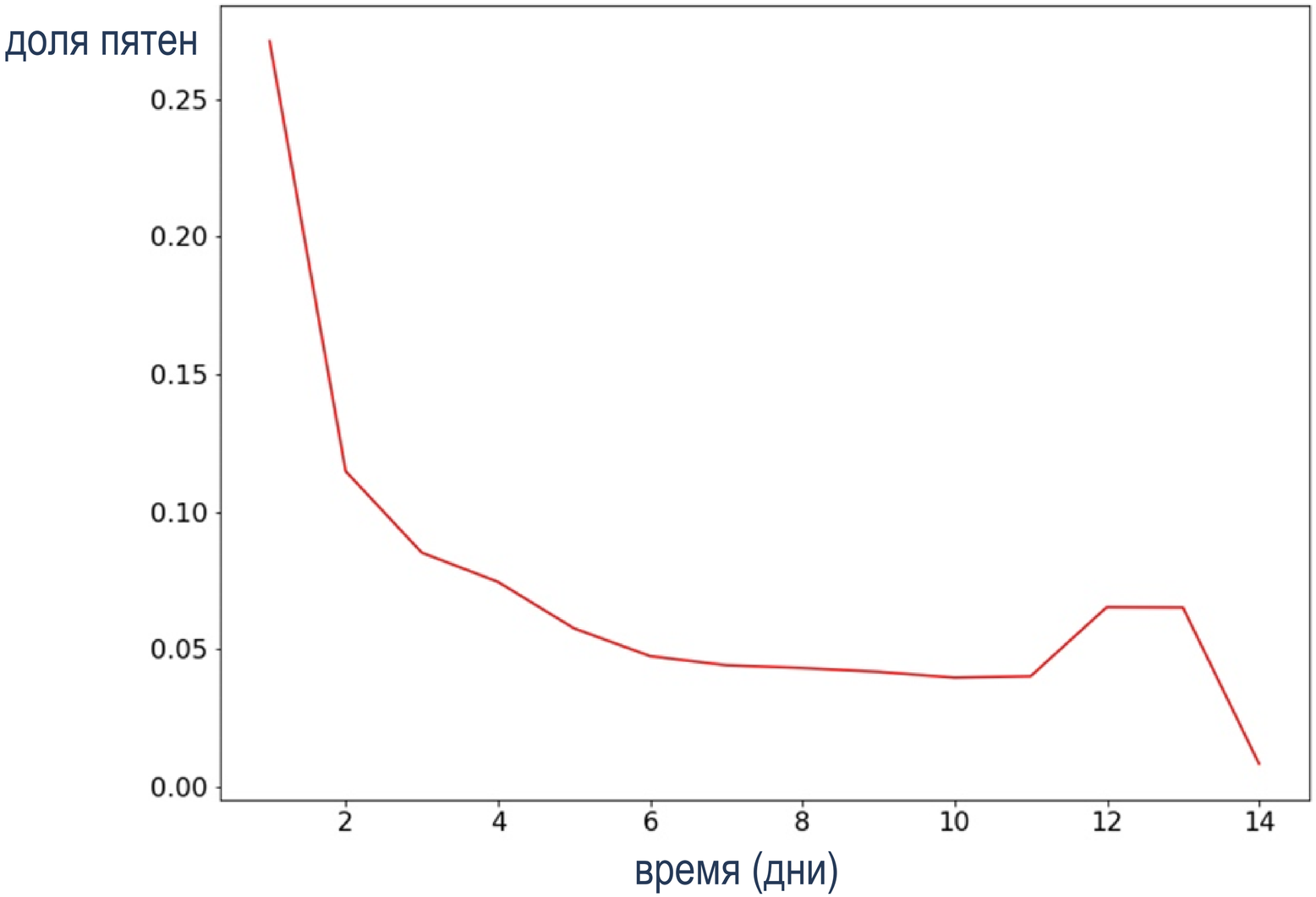
Fig. 1. The number of sunspot groups as a function of lifetime. Cycles 13–18.

Рисунки из статьи Truls S. Ringnes. On the lifetime of sunspot groups, 1964.

Table I.
Distribution of life (includes spot groups of all sizes).

days	1	2	3	5	10	20	30	50	70	100	150
% spots (1 day range)	28	12	8	5	2	0.8	0.3	0.05	0.01	0.003	0.001

В ЧЕМ ПРОБЛЕМА?

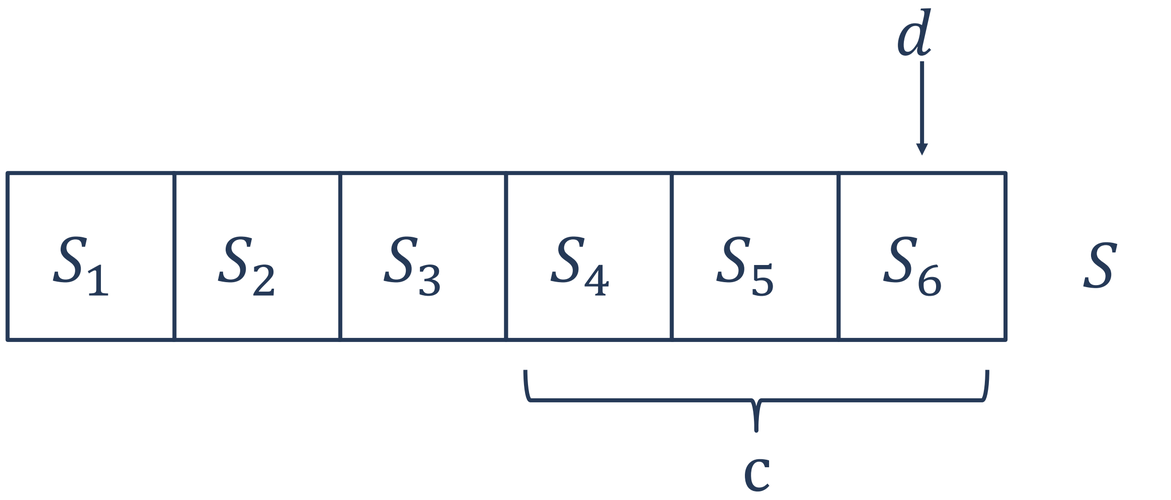


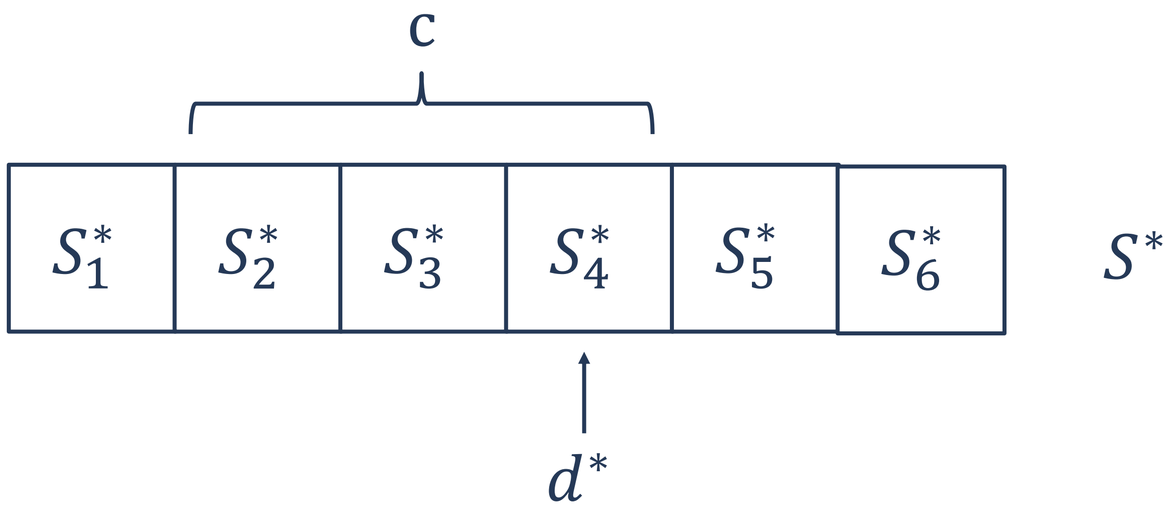
Распределение времени жизни пятен на основе исходных данных

ЧТО ХОТИМ?

1. Правдоподобное распределение времени жизни с убыванием доли пятен, наличием долгоживущих пятен
2. Устранить «горб» на распределении, построенном по исходным данным
3. Научиться симулировать поведение солнечных пятен, уходящих от наблюдателя
4. Обнаружить и исследовать закономерности в развитии солнечных пятен
5. Научиться приписывать площадь пятнам по имеющимся фрагментам истории

МЕТРИКА НА ПЯТНАХ

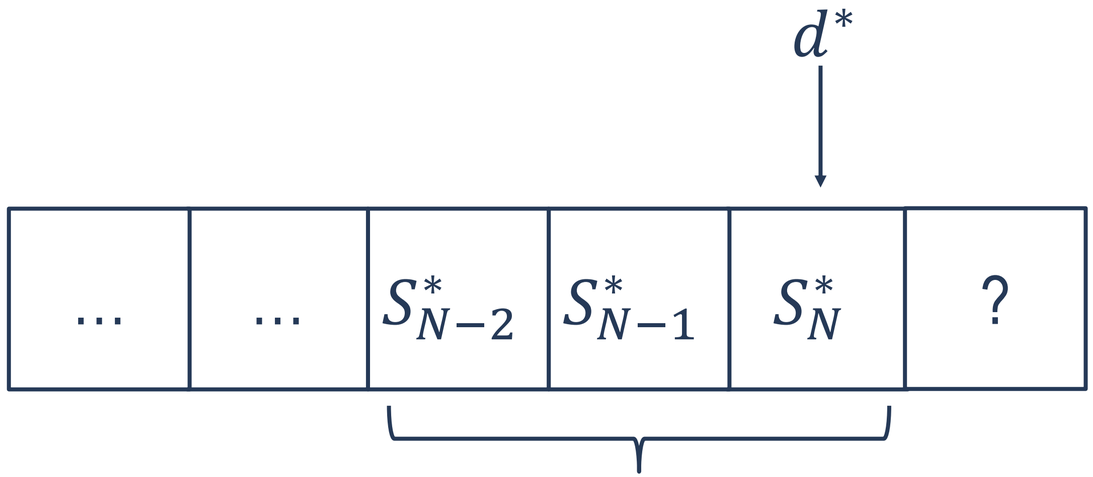




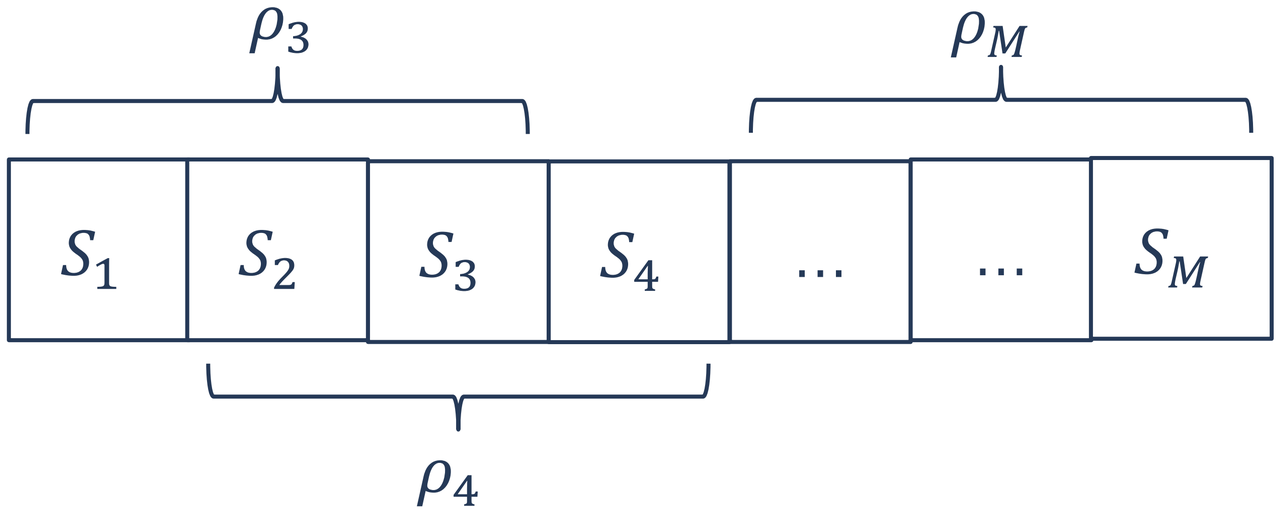
$$\rho(S^*, S, d^*, d) = \sqrt{\sum_{k=0}^{c-1} (S^*_{d^*-k} - S_{d-k})^2}$$

$$c = 3$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСЕДЕЙ

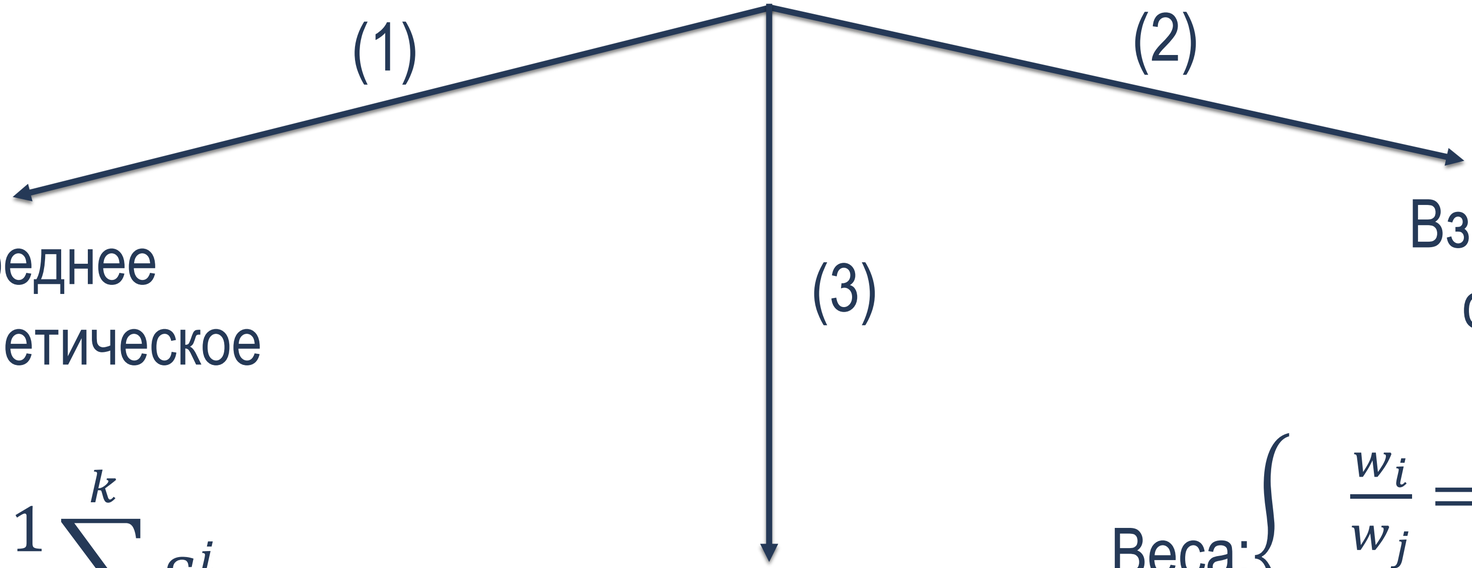


$$\rho_{opt}(S^*, S, d^*) = \min_{d \in [c,M]} \rho(S^*, S, d^*, d)$$



$$k = 5$$

ПРИПИСЫВАНИЕ ПЛОЩАДИ



Среднее арифметическое

$$S^*_{N+1} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} S^i_{d_i+1}$$

Сохранение площади

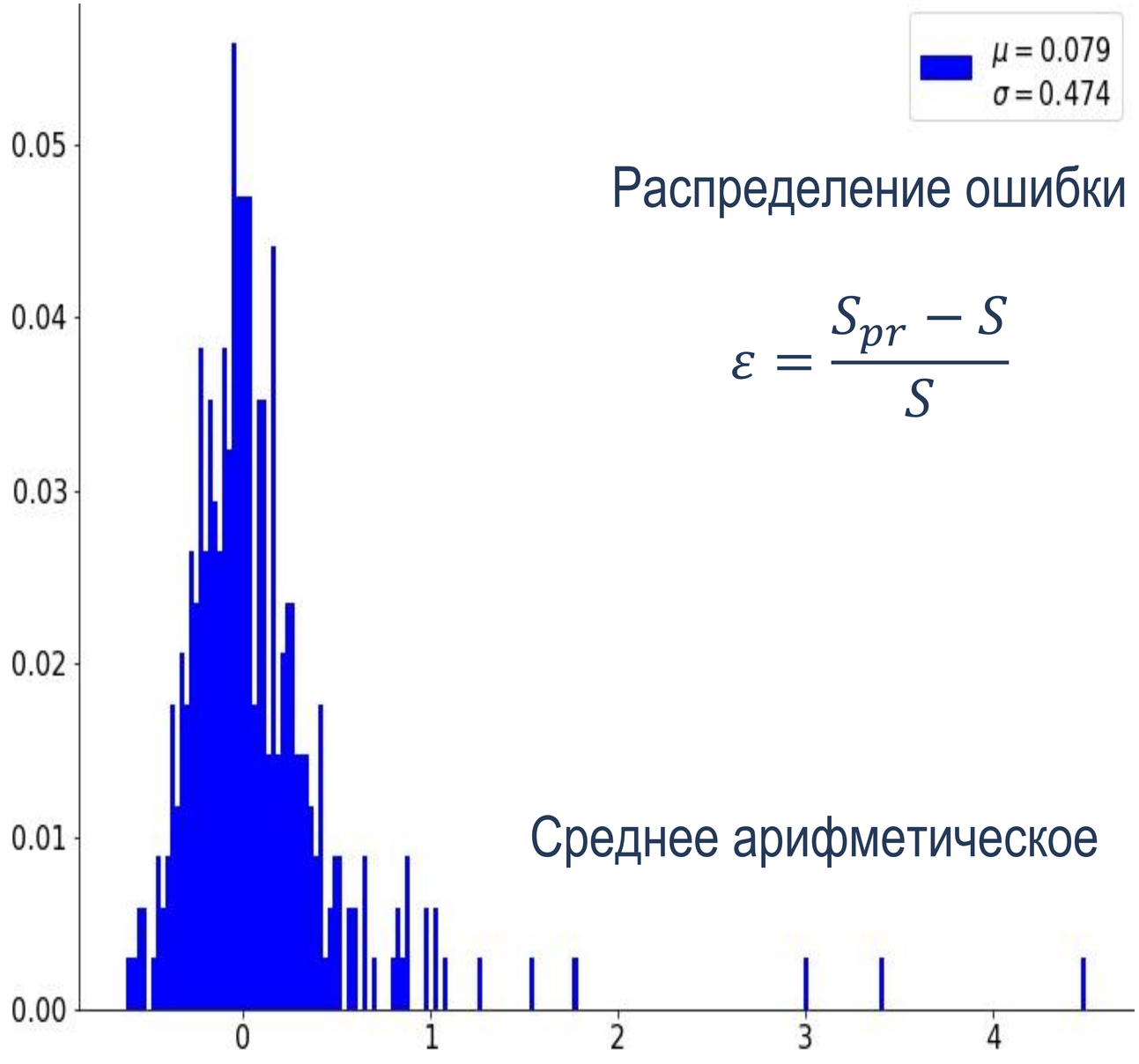
$$S^*_{N+1} = S^*_N$$

Взвешенное среднее

$$\text{Веса:} \begin{cases} \frac{w_i}{w_j} = \frac{\rho_j}{\rho_i} \\ \sum_{i=1}^{k} w_i = 1 \end{cases}, w_i = \frac{1}{\rho_i \sum_{j=1}^{k} \frac{1}{\rho_j}}$$

$$S^*_{N+1} = \sum_{i=1}^{k} w_i \, S^i_{d_i+1}$$

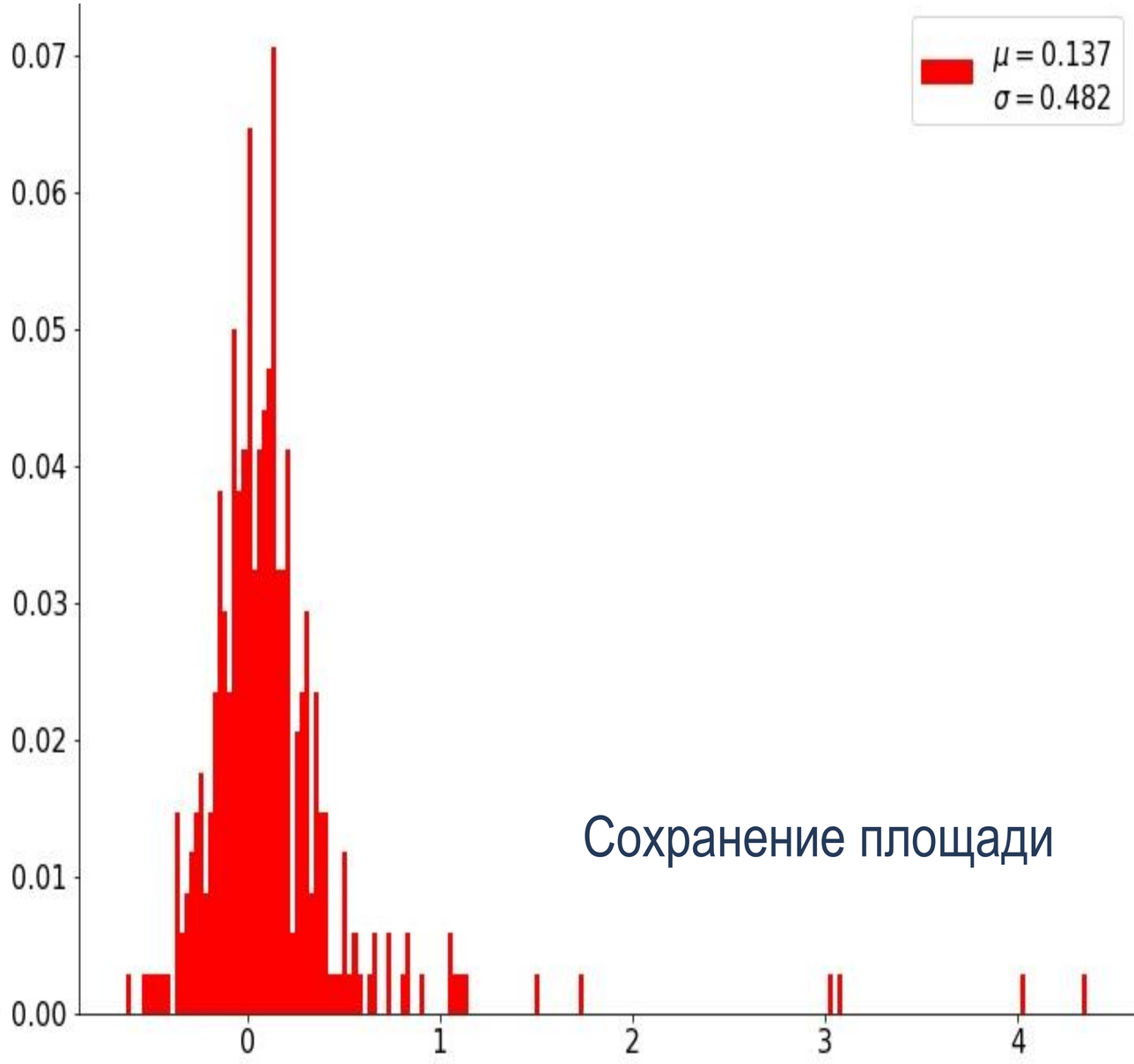
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОШИБОК



Распределение ошибки

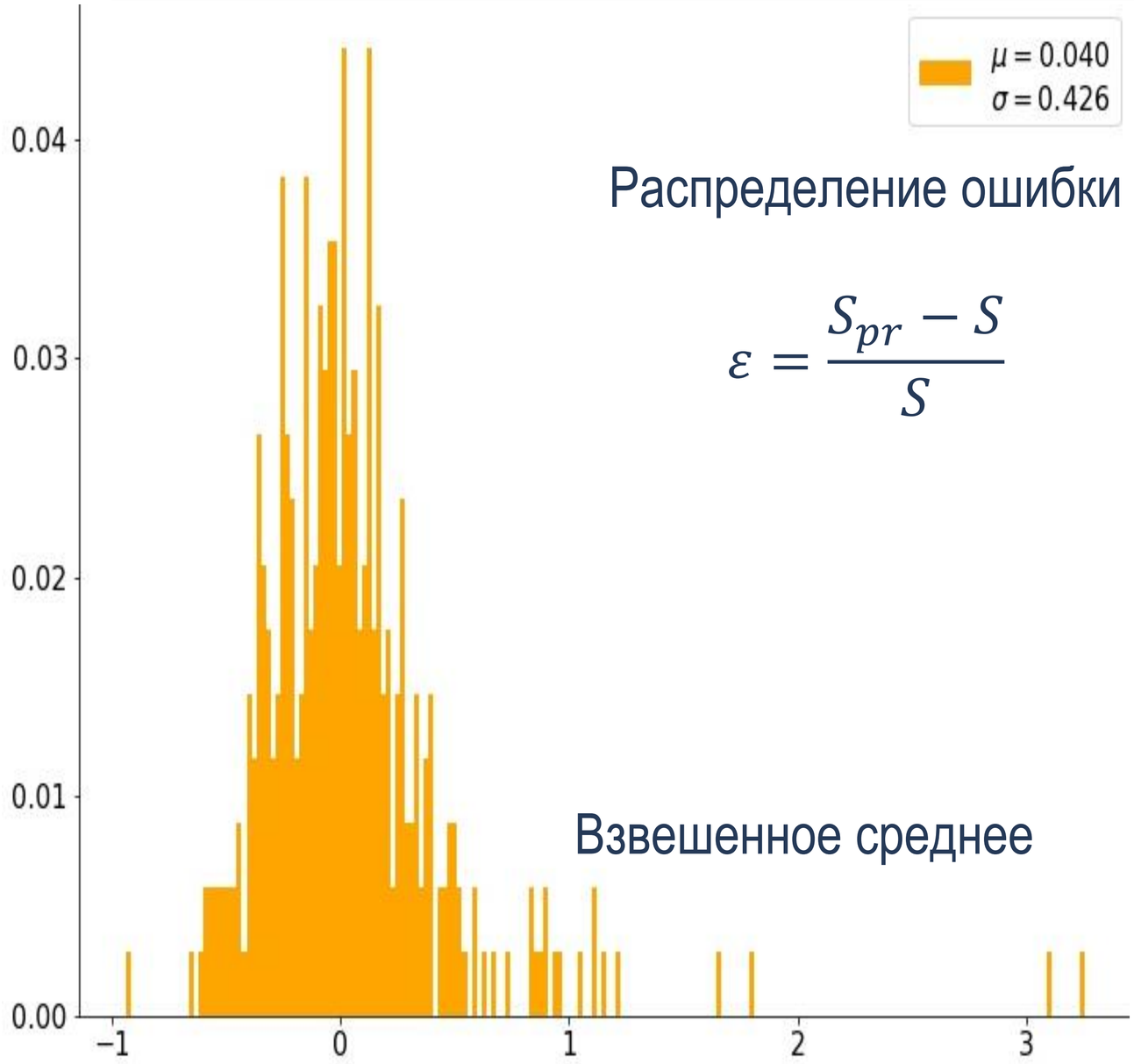
$$\varepsilon = \frac{S_{pr} - S}{S}$$

Среднее арифметическое



Сохранение площади

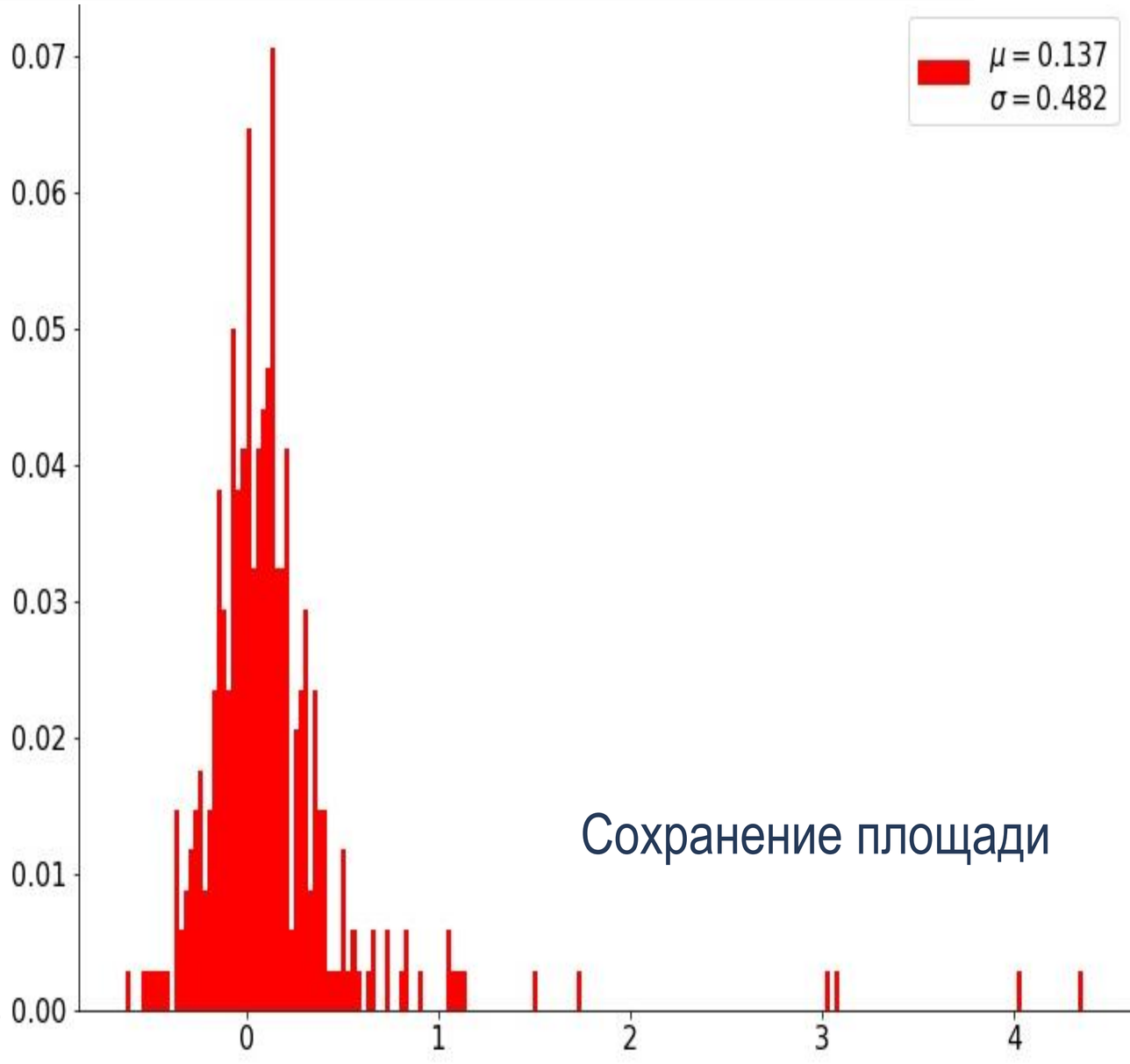
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОШИБОК



Распределение ошибки

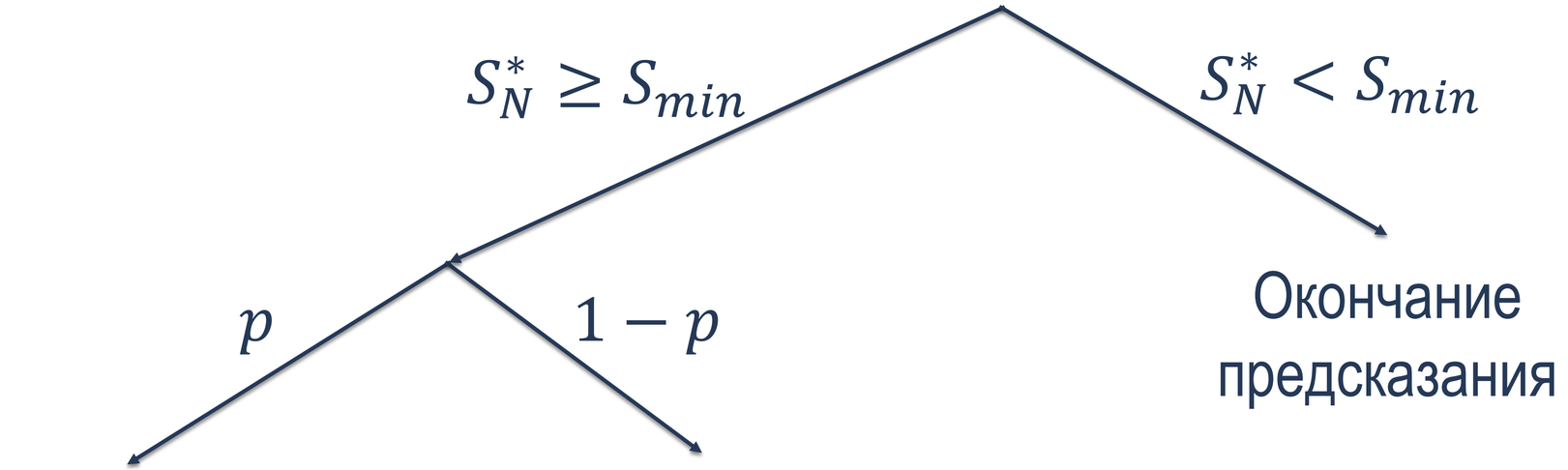
$$\varepsilon = \frac{S_{pr} - S}{S}$$

Взвешенное среднее



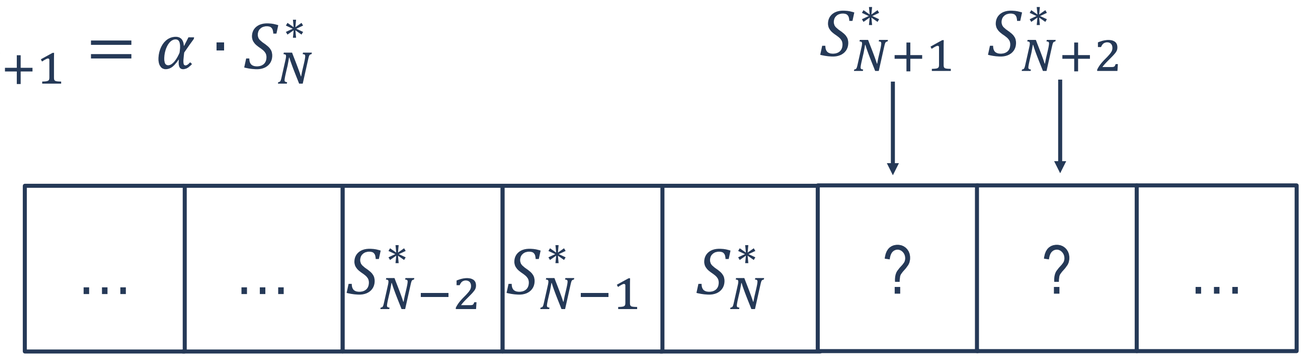
Сохранение площади

СИМУЛЯЦИЯ ЖИЗНИ ПЯТЕН



$$S_{N+1}^* = 0$$

$$S_{N+1}^* = \alpha \cdot S_N^*$$

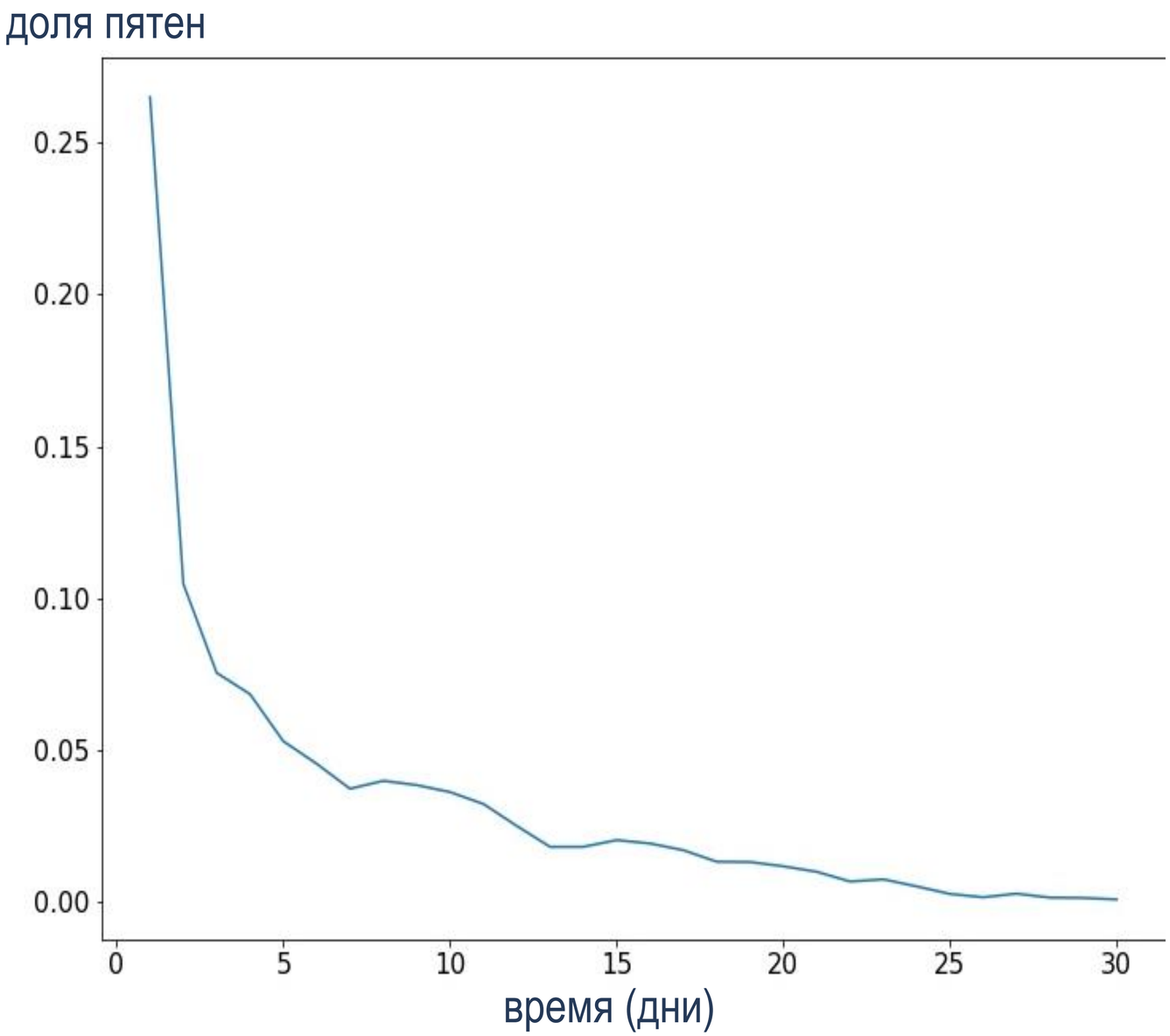


Параметры:

$$p = \frac{1}{7}, \alpha = \frac{1}{3}$$

$$S_{min} = 20$$

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ

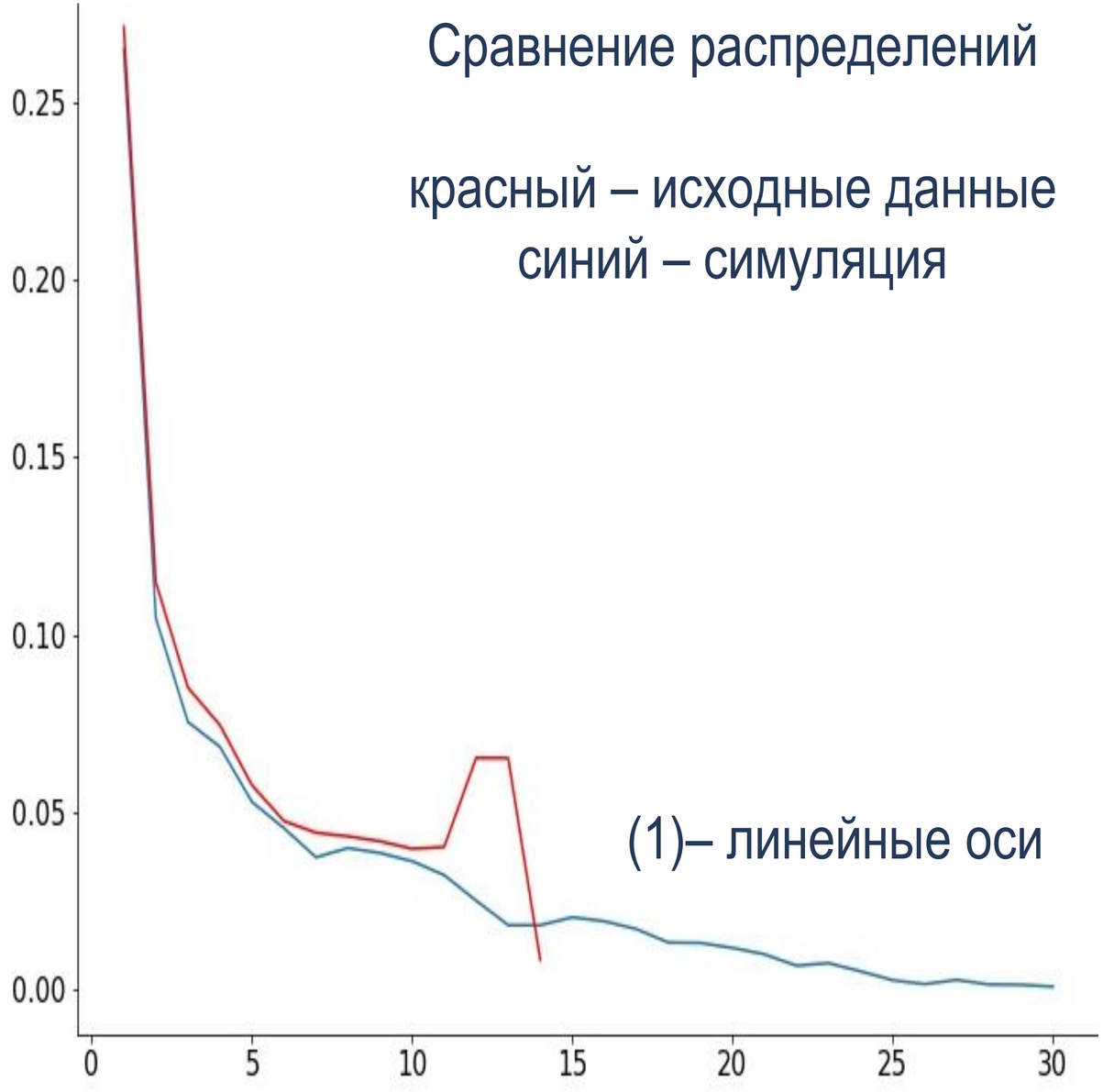


Скорректированное распределение времени жизни

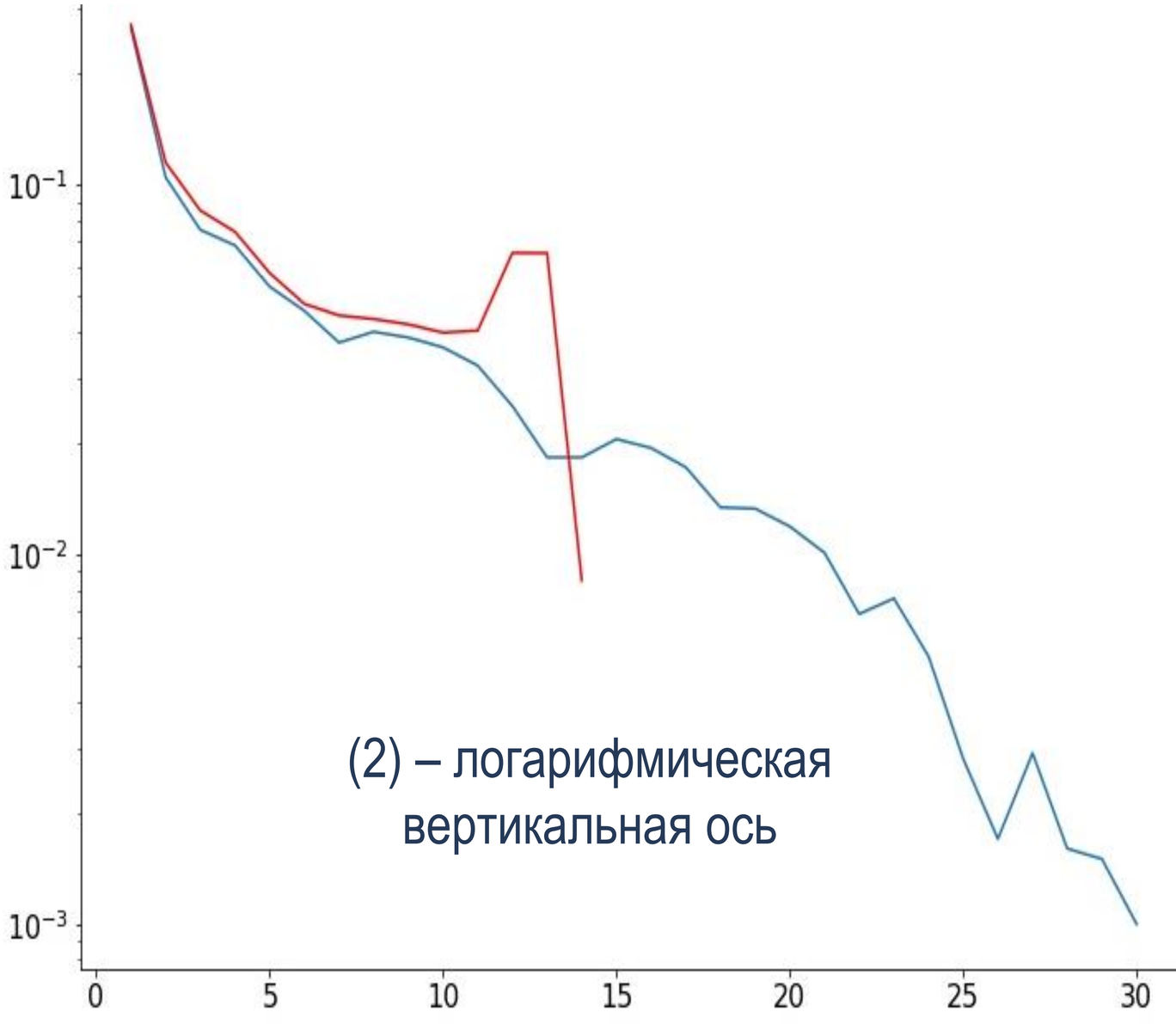
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ

Сравнение распределений

красный – исходные данные
синий – симуляция



(1)– линейные оси



(2) – логарифмическая вертикальная ось

ИТОГИ

1. С помощью метода k-ближайших соседей получен алгоритм, с хорошей точностью предсказывающий площади солнечных пятен на несколько дней вперед.
2. Разработана модель, в рамках которой симулируется развитие солнечных пятен.
3. Построено распределение времени жизни солнечных пятен, достоверность которого опирается на точность алгоритма предсказания площадей и естественные процессы развития солнечных пятен.
4. Устранен «горб» на графике распределения времени жизни солнечных пятен.
5. Продемонстрирована эффективность применения метода k-ближайших соседей для решения задач в области изучения солнечной активности.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СПАСИБО!

irsartdinov@edu.hse.ru