

Застосування нейронних мереж у двосторонній задачі секретаря

Виконала студентка 4-го курсу спеціальності «Прикладна
математика» Радучич Олеся Сергіївна
Науковий керівник: к. ф.-м.н., доцент Щестюк Н. Ю.

Вступ

Задача секретаря — фундаментальна модель теорії оптимальних зупинок, що описує процес вибору найкращого варіанта в умовах невизначеності та послідовного надходження інформації.

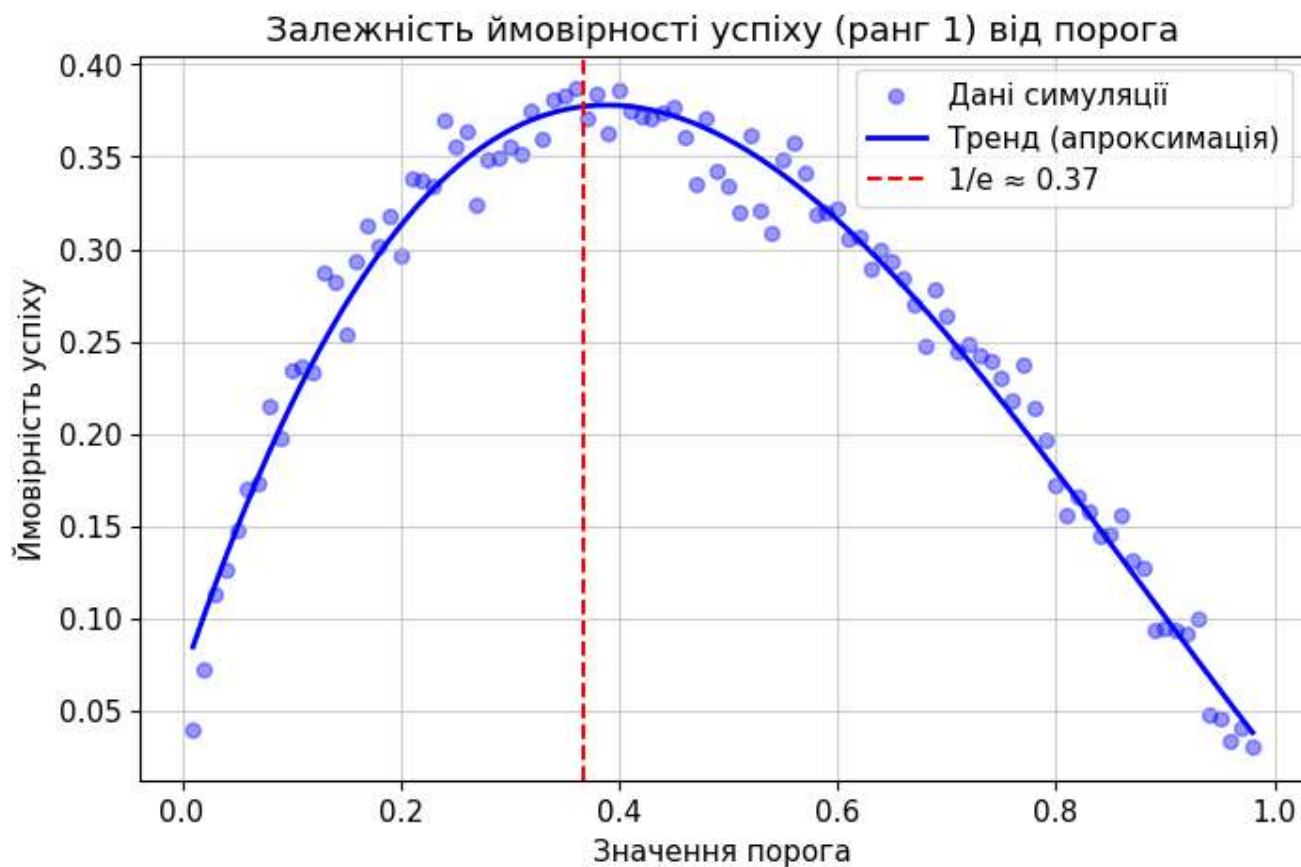
У класичній постановці задача є односторонньою, однак у реальних системах вибір часто має двосторонній характер і супроводжується стохастичними чинниками.

Мета роботи: розробка та аналіз моделей прийняття рішень у задачі секретаря з використанням нейронних мереж для знаходження ефективних стратегій вибору.

Постановка класичної задачі секретаря

- Фіксована кількість кандидатів
- Ранжування за якістю
- Послідовний розгляд
- Миттєве прийняття рішення
- Безповоротність відмови
- Критерій успіху - максимізація оцінки (мінімізація рангу)

Алгоритм оптимальної зупинки



$$\begin{aligned} P\{T\} &= \sum_{i=k+1}^n P\{T_i\} = \sum_{i=k+1}^n P\{A_i\} \times P\{B_i\} = \\ &= \sum_{i=k+1}^n \frac{1}{n} \times \frac{k}{i-1} = \frac{k}{n} \sum_{i=k+1}^n \frac{1}{i-1} = \frac{k}{n} \sum_{i=k}^{n-1} \frac{1}{i-1} \quad (*) \\ &\frac{k}{n} \sum_{i=k}^{n-1} \frac{1}{i-1} = \frac{k}{n} (\log(n) - \log(k)) \\ \frac{d}{dk} \left(\frac{k}{n} (\log(n) - \log(k)) \right) &= \frac{1}{n} \frac{d}{dk} (k \log(n) - k \log(k)) \\ &= \frac{1}{n} (\log(n) - \log(k) - 1) = 0 \\ \log(k) &= \log(n) - 1 \Rightarrow k = \frac{n}{e} \end{aligned}$$

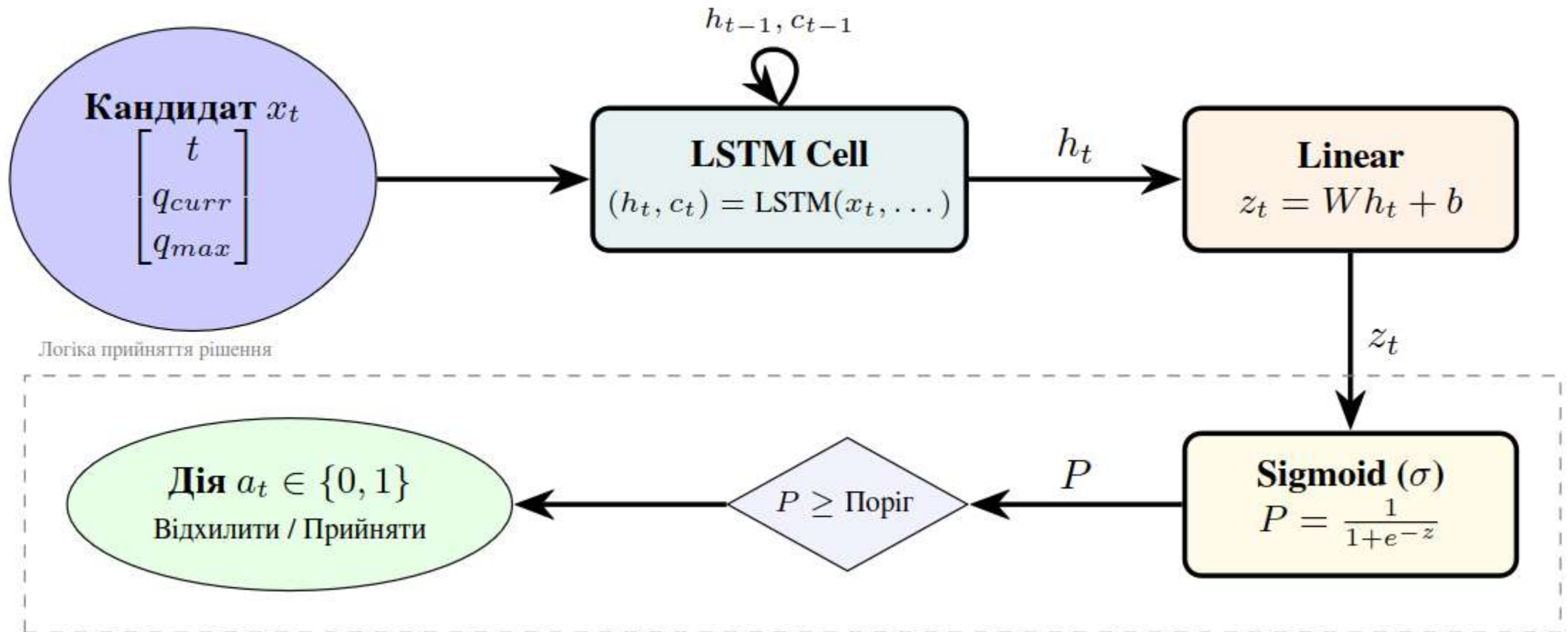
Постановка двосторонньої задачі секретаря

- **Двосторонній вибір (взаємна згода сторін)**
- **Критерій успіху - мінімізація рангу протилежної сторони**
- Ранжування обох сторін за якістю
- Послідовний розгляд обома сторонами
- Миттєве прийняття рішення сторонами
- Безповоротність відмови
- Фіксована кількість альтернатив для двох сторін

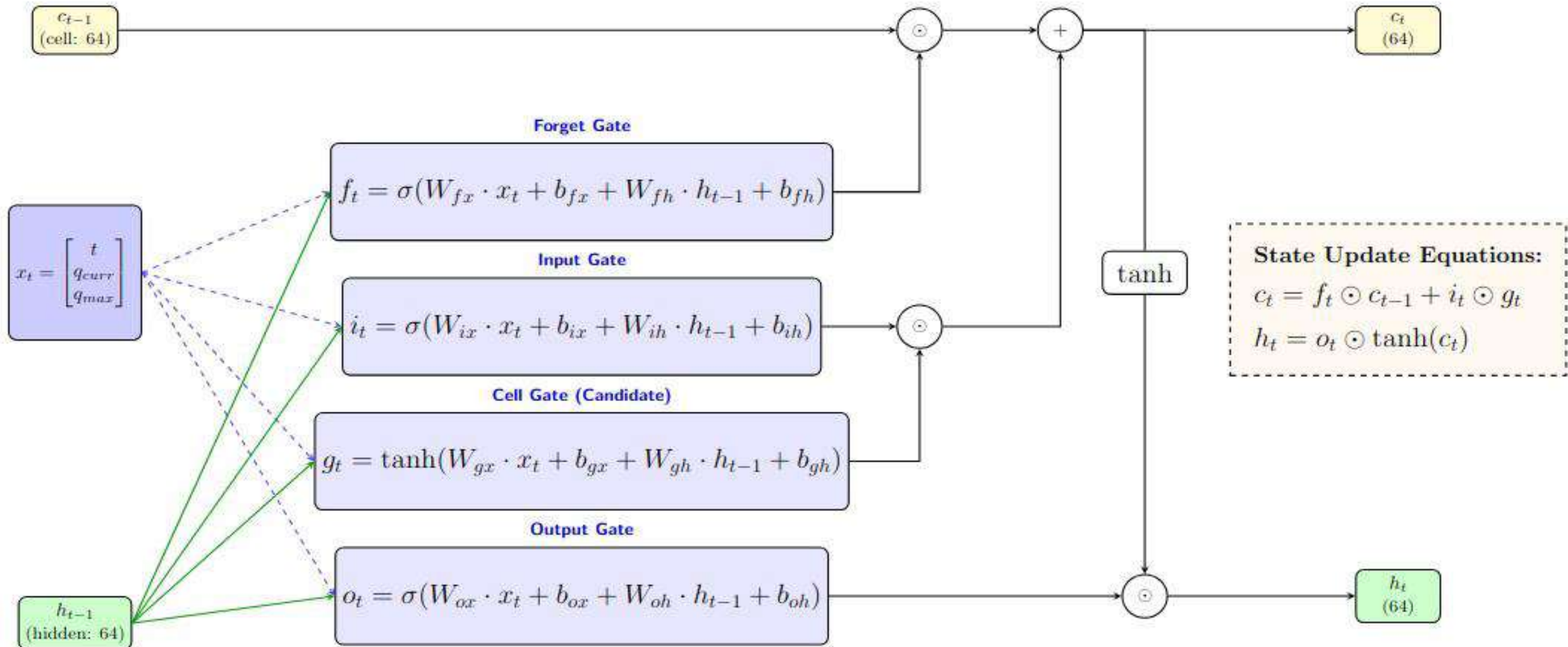
Обмеження класичного підходу в практичному застосуванні

- Число альтернатив невідоме
- Нехтування кількісними характеристиками
- Нехтування статистичною історичною інформацією (апріорною інформацією)
- Ігнорування витрат ресурсів на очікування
- Ігнорування нестаціонарності середовищ та змін розподілів у часі

Огляд архітектури спроектованої рекурентної нейронної мережі

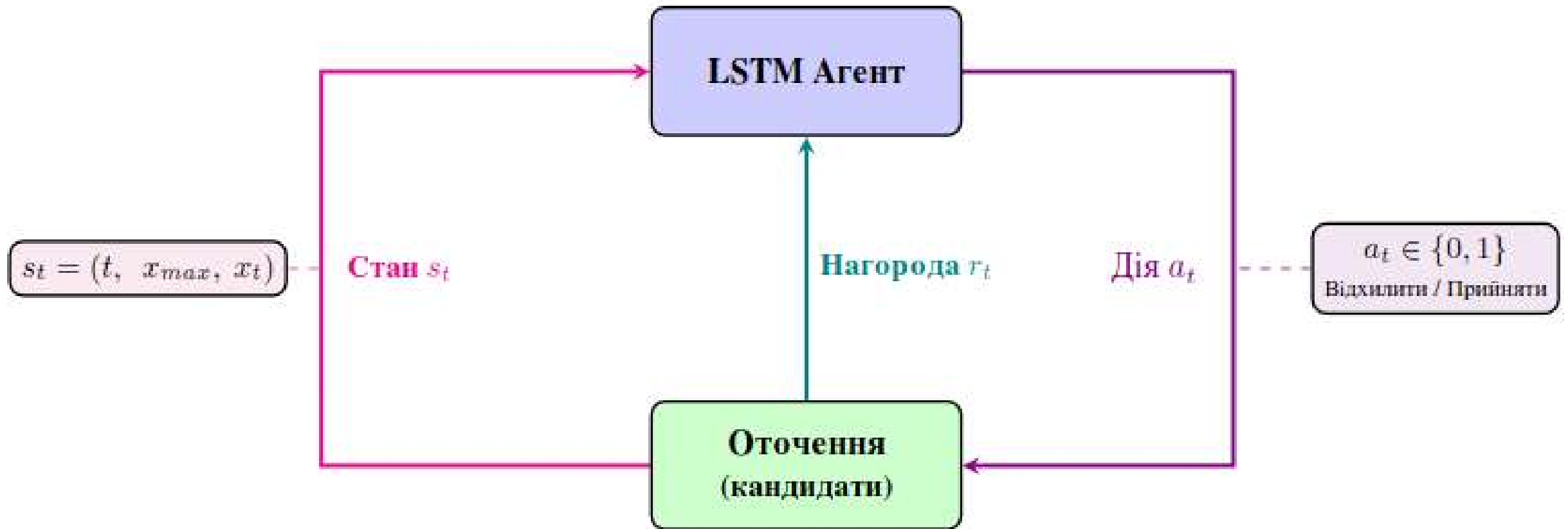


Огляд структури обчислювального блоку LSTM з 64 прихованими параметрами



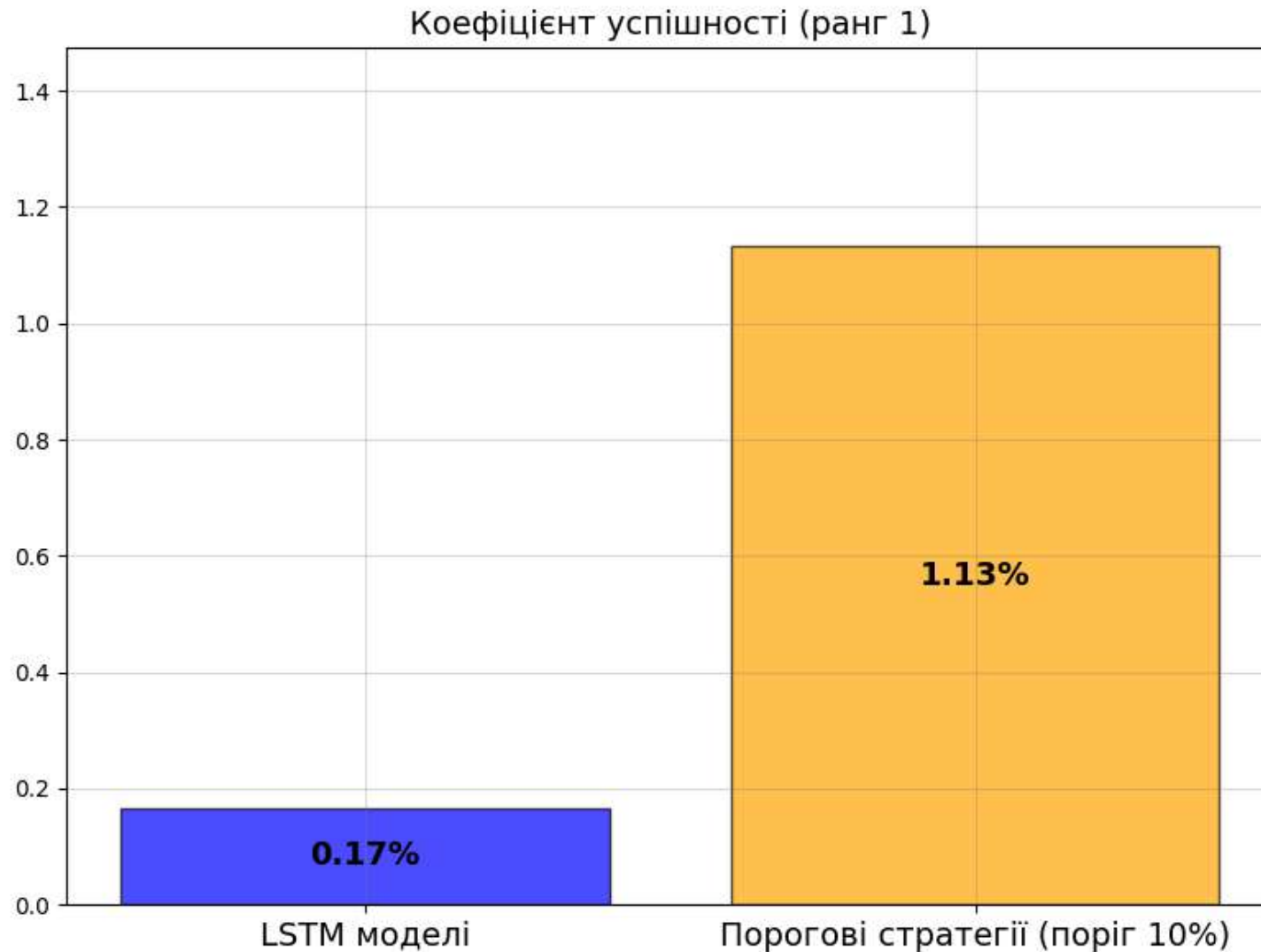
Навчання з підкріпленням у задачі секретаря

Концептуальна схема навчання з підкріпленням у задачі секретаря

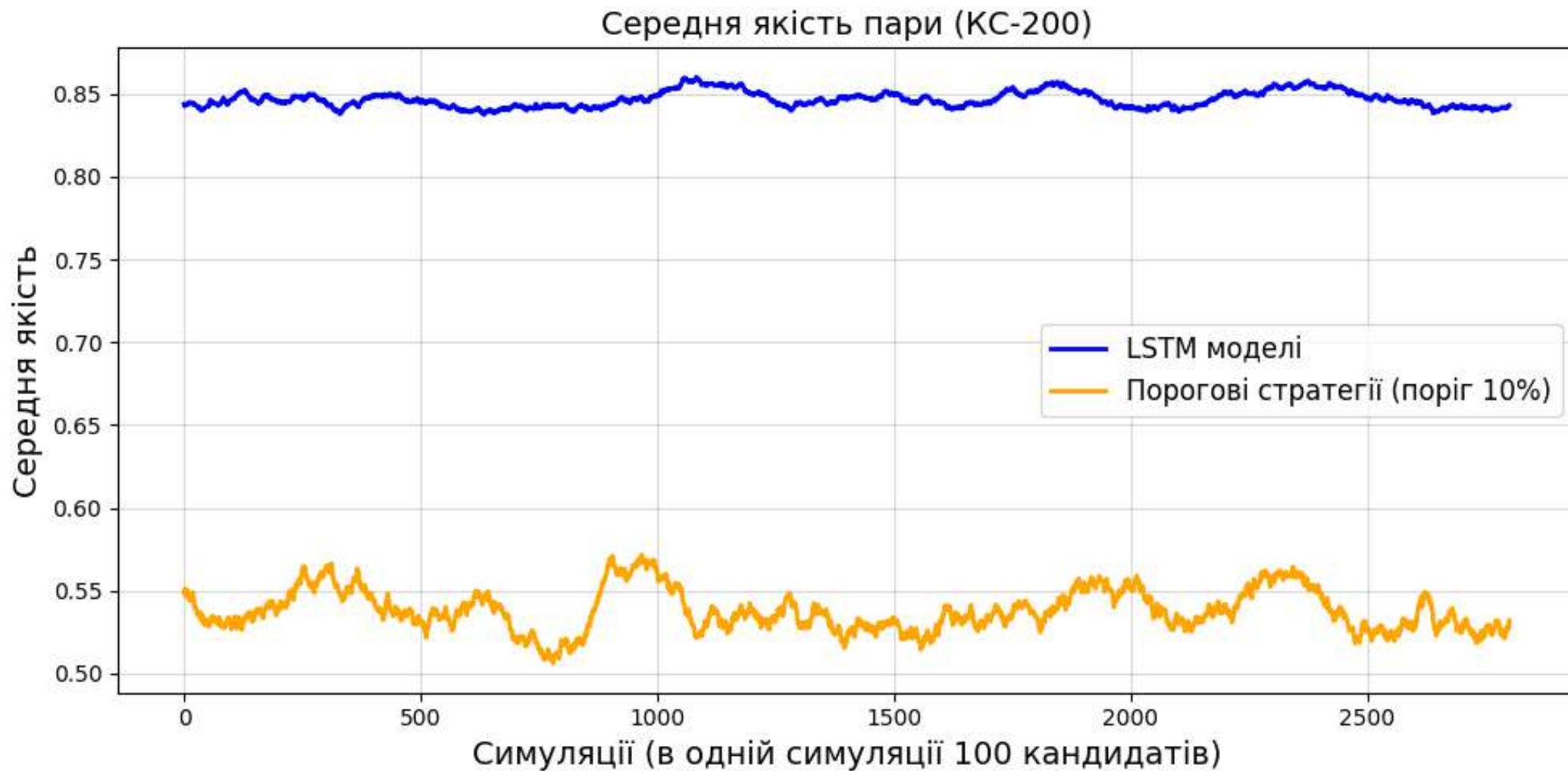


Порівняльний аналіз ефективності
порогових стратегій
та спроєктованої нейронної моделі
у розв'язанні двосторонньої
задачі оптимальної зупинки на
основі статистичного моделювання
Монте-Карло

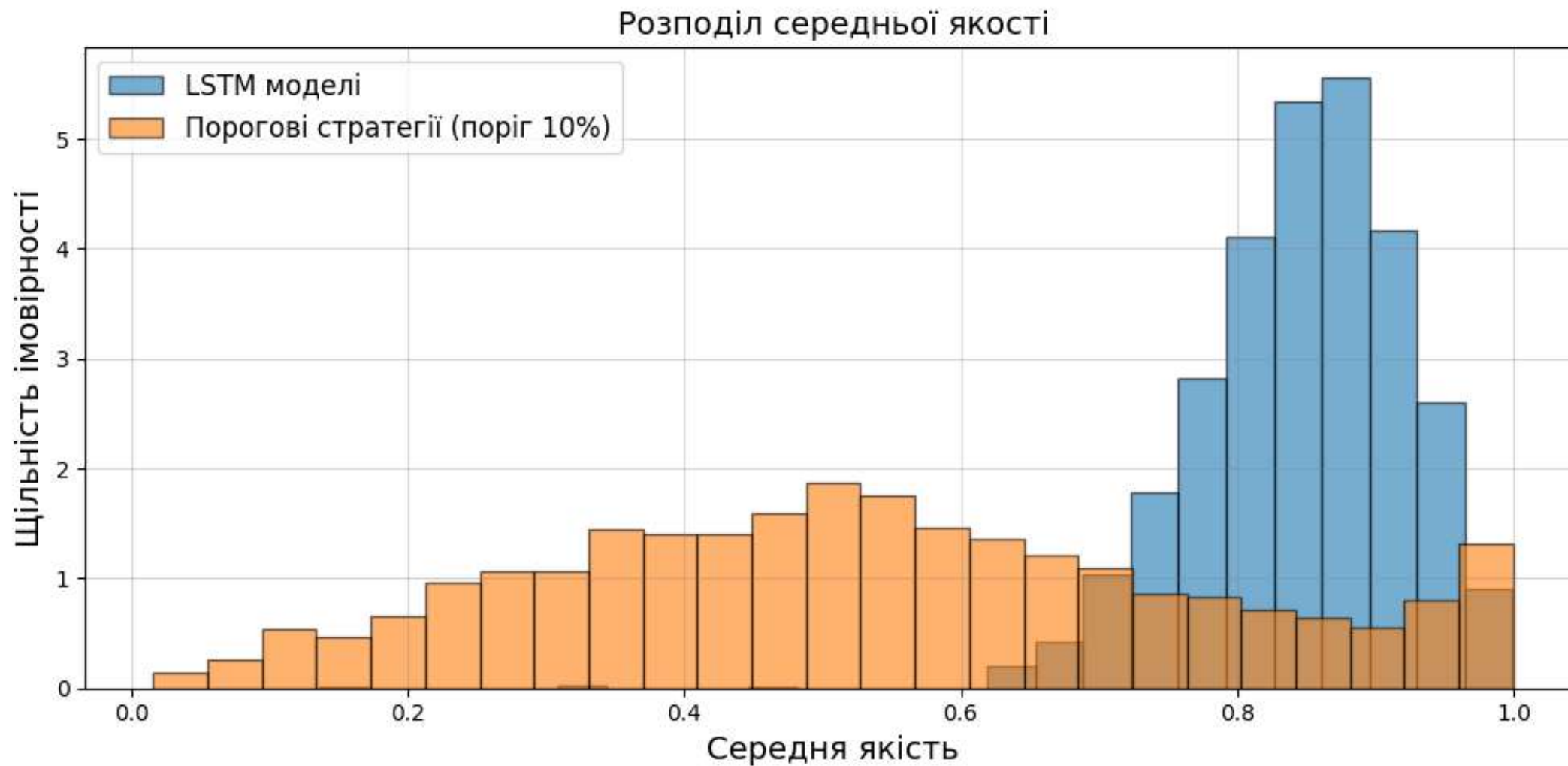
Коефіцієнт успішності пар (вибрано ранг 1)



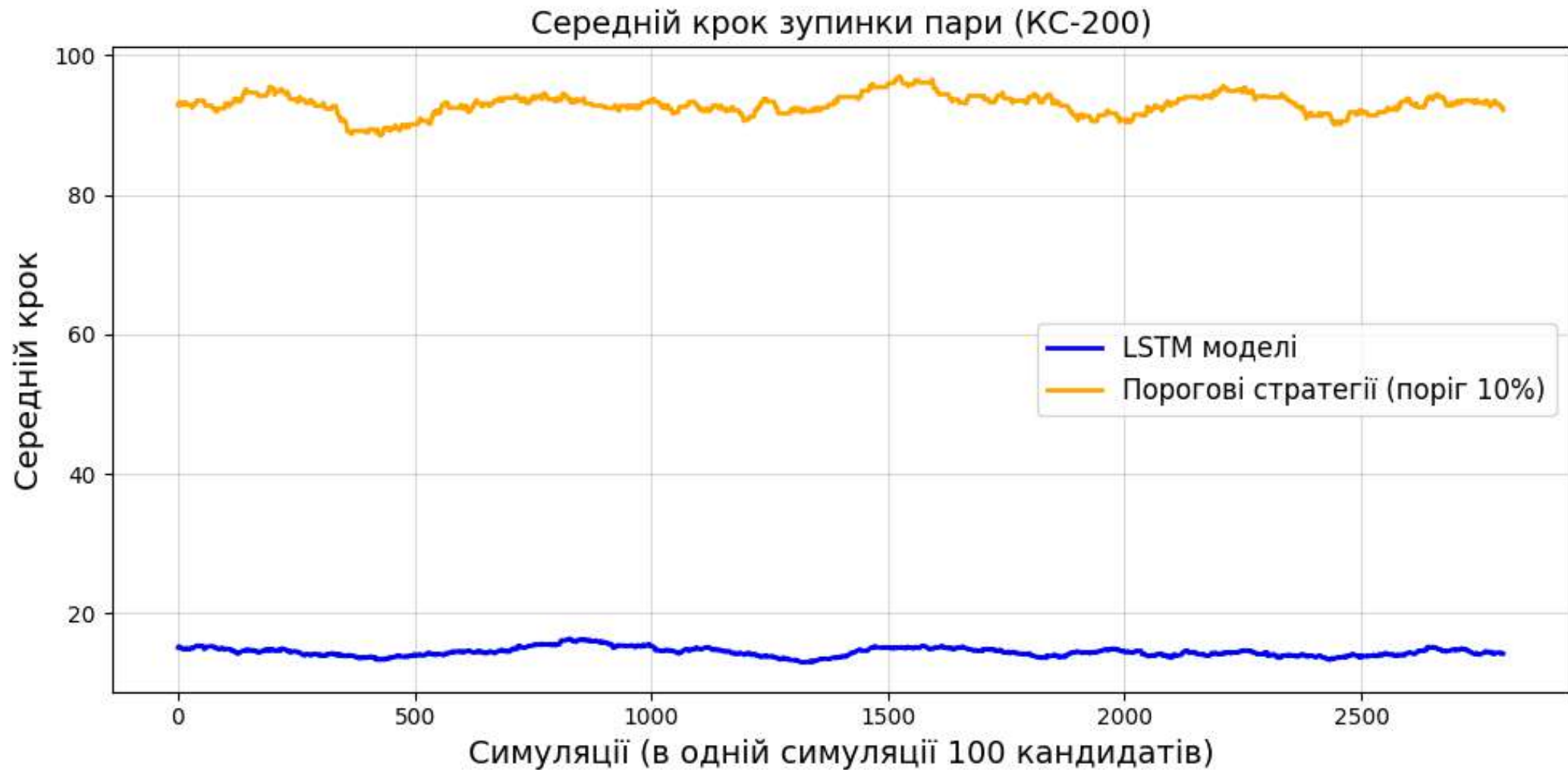
Середня якість пари



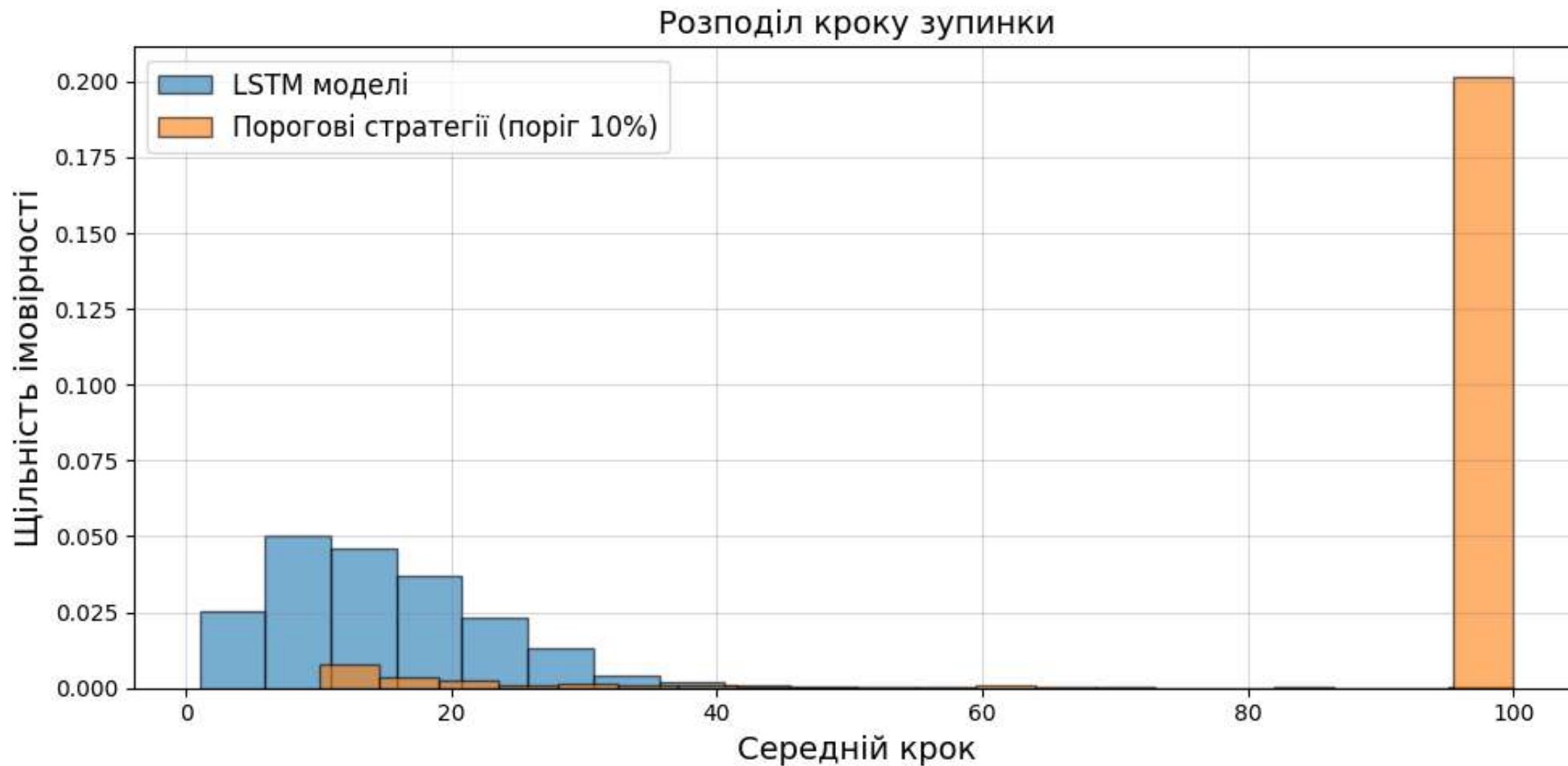
Розподіл середньої якості



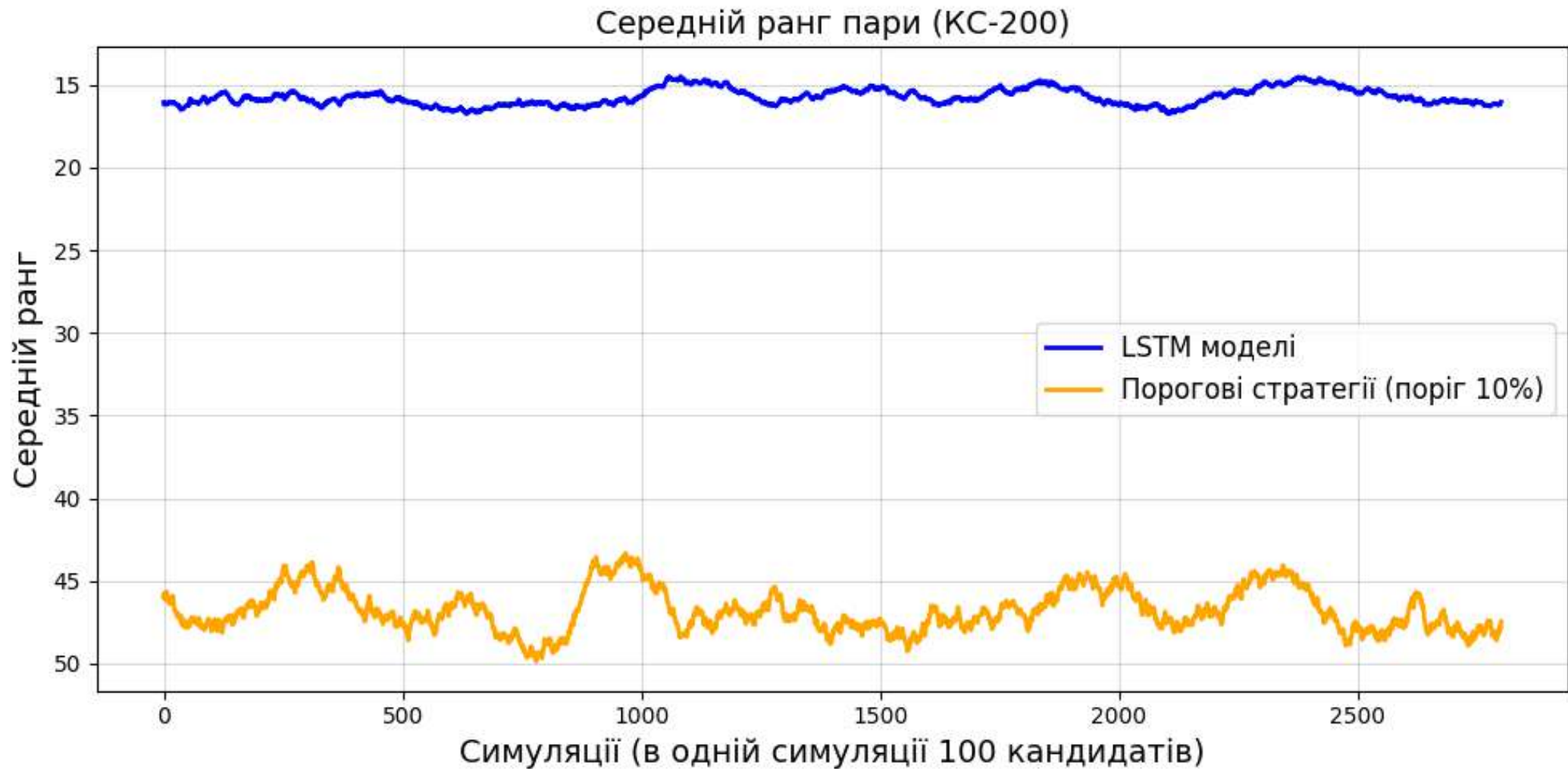
Середній крок зупинки пари



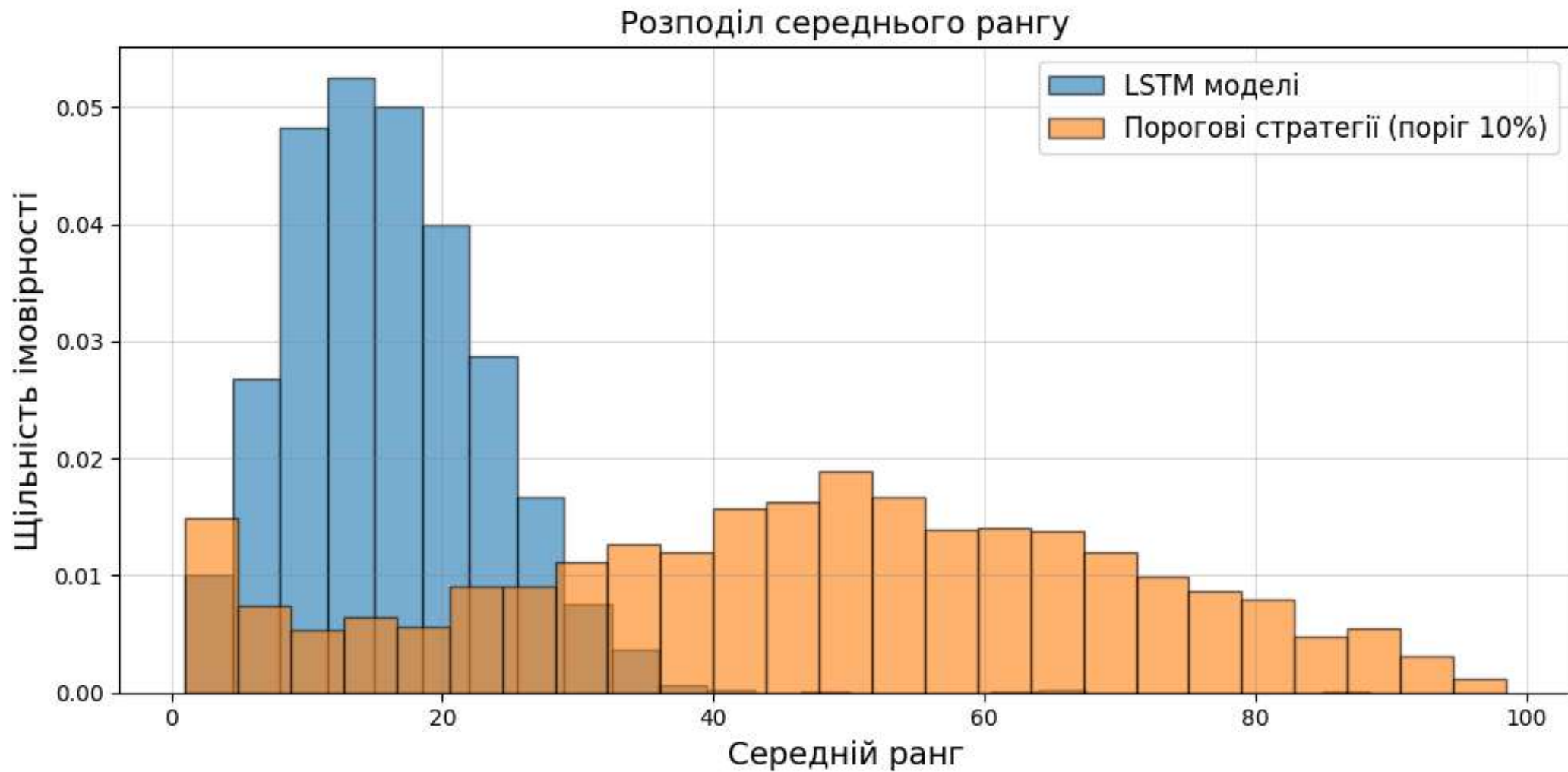
Розподіл кроку зупинки



Середній ранг пари



Розподіл середнього рангу



Висновки

- LSTM перевершує порогову стратегію за середньою якістю, середніми рангами та швидкістю вибору, проте програє в ймовірності вибору найкращого кандидати
- Нейромережева модель ефективна у двосторонній постановці задачі
- Компактна модель на базі LSTM забезпечує стабільні результати
- RNN і навчання з підкріпленням є перспективними для задач оптимальної зупинки

Використані джерела

- Eriksson K., Sjöstrand J., Strimling P. Optimal Expected Rank in a Two-Sided Secretary Problem. *Operations Research*. 2007. Vol. 55, No. 5. P. 921–931.
- Todd P. M., Miller G. F. From Pride and Prejudice to Persuasion: Satisficing in Persuasion: Satisficing in Mate Search. *Simple Heuristics That Make Us Smart /*

Дякую за увагу!