**Предсказание характеристик квантовой системы с помощью регрессии на квантовом компьютере с использованием нейроных сетей.**

***Пембек А.А.***

*студент*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
физический факультет, Москва, Россия
E–mail*: apembek@bk.ru

 Квантовые вычисления представляют собой одно из самых перспективных направлений в области вычислительных технологий, способное значительно изменить подходы к решению задач машинного обучения. Особое внимание следует уделить тому, что квантовые компьютеры могут обрабатывать данные с квантовыми свойствами, что делает их особенно полезными в контексте квантовой информации и квантовой статистики.

Одна из наиболее актуальных и сложных задач в данной области — задача регрессии. Цель заключается в предсказании непрерывных показателей, которые характеризуют свойства квантовых состояний. Например, степень запутанности, определяемая как мера коррелированности между частицами в квантовой системе, является ключевой характеристикой для понимания поведения многочастичных систем и их потенциального применения в квантовых вычислениях и квантовой криптографии. Целью данного исследования является оценка эффективности предложенного подхода, основанного на квантово-аналоговых операциях.

Задача регрессии на квантовом компьютере с использованием квантовых измерений на основе различных квантовых схем подробно описана в исследовании [1]. В данной работе предлагается, для достижения наибольшей точности и снижения затрат ресурсов квантовой системы, использовать «смешанный» алгоритм, основанный на квантово-аналоговых операциях. В этом подходе сначала выполняется квантовое измерение, аналогично работе [1], а затем его результаты обрабатываются с помощью классических нейронных сетей на аналоговом компьютере. Методика направлена на идентификацию наблюдаемой величины, математическое ожидание которой позволяет получать точные прогнозы интересующих свойств при минимальных колебаниях.

В работе проводится численное исследование для предсказания свойств двухкубитных систем. В качестве моделей для квантовых измерений используется квантовая схема, называемая HEA (hardware-efficient ansatz) [2], которая является наиболее часто применяемой в задачах квантового машинного обучения. В качестве моделей классических нейронных сетей используются архитектура полносвязной нейронной сети и смеси экспертов, как наиболее актуальные и эффективные модели. Кроме того, сравнивается эффективность предложенного подхода с чисто квантовым методам из работы [1].

Результаты исследования подтверждают, что метод демонстрирует успешные прогнозы свойств не только для одного класса состояний, но и для случайных состояний.

**Литература**

1. Kardashin A. et al. Predicting properties of quantum systems by regression on a quantum computer //Physical Review Research. – 2025. – Т. 7. – №. 1. – С. 013201.
2. Kardashin A. et al. Numerical hardware-efficient variational quantum simulation of a soliton solution //Physical Review A. – 2021. – Т. 104. – №. 2. – С. L020402.