

М.В. АЛТАЙСКИЙ*, **Н.С.ДАТТАНИ†**, **Н.Н.ЗОЛЬНИКОВА***,
Н.Е.КАПУТКИНА‡, **В.А.КРЫЛОВ+**, **Ю.Е.ЛОЗОВИК[§]**

*Институт космических исследований РАН, Москва, Россия
altaisky@rssi.ru, nzolnik@rssi.ru

†Гарвард-Смитсоновский Центр Астрофизики, США
nike.dattani@gmail.com

‡Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,
Москва, Россия
kaputkina.ne@misis.ru

+Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия
kryman@jinr.ru

§Институт спектроскопии РАН, Троицк и ВШЭ, Москва, Россия
lozovik@isan.troitsk.ru

КВАНТОВЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

Рассматриваются современные направления развития квантовых нейронных сетей. В докладе дается обзор как теоретических моделей, обобщающих функционирование искусственной нейронной сети на системы квантовых битов, так и новых идей в области аппаратной реализации квантовых симуляторов на основе сквидов, оптических сетей и квантовых точек. Приведены результаты моделирования открытых квантовых систем, состоящих из нескольких кубитов, диполь-дипольно взаимодействующих друг с другом и соединенных с общим термостатом.

This talk is devoted to modern trends in the development of quantum neural networks. Both theoretical models generalizing the functioning of artificial neural network to a system of quantum bits, and new hardware implementations of quantum simulators based on squids, optical networks, and quantum dots are considered. The simulation results of the dynamics of few-qubit system with dipole-dipole interaction to each other and common heat bath are presented.

Ключевые слова: квантовые нейронные сети, адиабатические квантовые компьютеры, открытые квантовые системы

Концепция квантового искусственного интеллекта (КИИ) сочетает в себе классические методы машинного обучения с идеями квантовой обработки информации. Последние должны обеспечить экспоненциальное ускорение процессов обучения и распознавания за счет квантового параллелизма в обработке информации. В данном докладе рассматриваются как теоретические результаты в области обобщения методов машинного обучения на квантовый случай, так и существующие экспериментальные технологии построения квантовых нейронных сетей (КНС) на основе скиндов. Наряду с этим рассматриваются модели КНС на основе оптических параметрических резонаторов и оптических сетей. Если современные КНС, производимые компанией D-wave на основе скиндов, имеют рабочую температуру меньше 0.1К, и систему охлаждения мощностью более 10кВт, то создание будущих систем КИИ, способных работать при комнатной температуре, предполагает широкое использование теории открытых квантовых систем, взаимодействующих с флуктуирующим окружением. В докладе представлены некоторые теоретические модели построения КНС на основе массива квантовых точек, диполь-дипольно взаимодействующих друг с другом и имеющих общий фононный термостат, выполненного на основе полупроводниковой гетероструктуры. Теоретическое описание такой системы было ранее предложено в работах авторов. Обсуждаются также вопросы применимости теории открытых квантовых систем к описанию термодинамических аспектов работы мозга.

Данная работа является развитием исследований [1-3].

Список литературы

1. Алтайский М.В., Капуткина Н.Е., Крылов В.А. Квантовые нейронные сети: Современное состояние и перспективы развития // ЭЧАЯ. 2014. Т. 45. № 5-6. С. 1825-1864.
2. Altaisky M.V., Zolnikova N.N., Kaputkina N.E., Krylov V.A., Lozovik Yu.E., Dattani N.S. Towards a feasible implementation of quantum neural networks using quantum dots // Applied Physics Letters. 2016. V. 108. P. 103108.
3. Алтайский М.В., Капуткина Н.Е., Крылов В.А. Динамика квантовых состояний системы трех квантовых точек с диполь-дипольным взаимодействием // Письма в ЭЧАЯ. 2019. Т. 16. № 6. С. 1-8.