

## Лаборатория информационных технологий им. М. Г. Мещерякова

В совместной работе сотрудников ОИЯИ и МГУ им. М. В. Ломоносова дан обзор концептуальной основы теории спиновых стекол. Приведено описание математического аппарата, разработанного для спиновых стекол и модели ограниченной машины Больцмана (ОМБ). Рассмотрена оптимизация алгоритма обучения ОМБ неградиентными методами. Описан и использован способ извлечения гиперпараметра алгоритма обучения — температуры. Исследованы критические явления в ОМБ — энтропийный кризис, различие в температурах создания и обработки обучающей выборки. Экспериментально продемонстрирована возможность уменьшения вычислительной сложности алгоритма передачи сообщений. Полученные результаты могут помочь ускорить процесс обучения ОМБ, избежать режима расхождения работы алгоритма и описать предоставленный набор обучающих данных с точки зрения репрезентативности.

*Перепелкин Е. Е., Садовников Б. И., Иноземцева Н. Г., Рудаменко Р. А., Тарелкин А. А., Сысоев П. Н., Полякова Р. В., Садовникова М. Б.* От спиновых стекол к обучению нейронных сетей // ЭЧАЯ. 2022. Т. 53, вып. 4. С. 904–930.

*Perpelkin E. E., Sadovnikov B. I., Inozemtseva N. G., Rudamenko R. A., Tarelkin A. A., Sysoev P. N., Polyakova R. V., Sadovnikova M. B.* From Spin Glasses to Learning of Neural Networks // Part. Nucl. 2022. V. 53, No. 4. P. 904–930 (in Russian).

After decades of development, quantum computing has made tangible progress in hardware and algorithms. However, modern quantum devices are seriously limited in the number of qubits, the circuit depth and, at the same time, have strong noise processes that make it difficult to attain a correct result. Therefore, the area related to software quantum simulators for calculations on classical computers is of particular interest. Although the development and testing of quantum algorithms on simulators are limited by computer memory, they enable their application in solving a number of problems in different areas: quantum chemistry, the study of the chemical properties of heavy elements, quantum deep machine learning in robotics, etc.

At MLIT, a series of computational experiments was carried out on the “Govorun” supercomputer using several quantum simulators, such as QuEST, Qiskit, CuQuantum, and the Circ quantum circuit generator, which are capable

of operating on different computing architectures. As a result, the current limiting capacities of the “Govorun” supercomputer were defined when simulating such quantum algorithms as Grover’s algorithm, the quantum phase estimation algorithm, quantum Fourier transform and test synthetic algorithm, using quantum circuits of different classes. The experiments show that at present, the capacities of simulating quantum algorithms are limited to 38 qubits for calculations on the CPU and 34 qubits for calculations on the GPU; when simulating on the GPU, one can achieve greater speedup in comparison with calculations on the CPU.

После десятилетий развития квантовых вычислений удалось добиться ощутимого прогресса как в аппаратном обеспечении, так и в алгоритмах. Однако современные квантовые устройства имеют серьезные ограничения в количестве кубитов, глубине квантовой схемы, одновременно имеют сильные шумовые процессы, которые затрудняют получение корректного результата. Поэтому направление, связанное с программными квантовыми симуляторами для вычислений на компьютерах классической архитектуры, представляет особый интерес. Разработка и тестирование квантовых алгоритмов на симуляторах хотя и ограничены памятью компьютера, но позволяют применять их для решения ряда задач в самых различных областях: квантовой химии, исследовании химических свойств тяжелых элементов, квантовом глубоком машинном обучении в робототехнике и т. д.

В ЛИТ на суперкомпьютере (СК) «Говорун» проведена серия вычислительных экспериментов с использованием целого ряда квантовых симуляторов, таких как QuEST, Qiskit, CuQuantum, и генератора квантовых схем Circ, способных работать на различных вычислительных архитектурах. В результате определены предельные на сегодня возможности СК «Говорун» при моделировании таких квантовых алгоритмов, как

of operating on different computing architectures. As a result, the current limiting capacities of the “Govorun” supercomputer were defined when simulating such quantum algorithms as Grover’s algorithm, the quantum phase estimation algorithm, quantum Fourier transform and test synthetic algorithm, using quantum circuits of different classes. The experiments show that at present, the capacities of simulating quantum algorithms are limited to 38 qubits for calculations on the CPU and 34 qubits for calculations on the GPU; when simulating on the GPU, one can achieve greater speedup in comparison with calculations on the CPU.

*Zrellov P. V., Ivantsova O. V., Korenkov V. V., Ryabov N. V., Ulyanov S. V.* Efficient Simulation of Quantum Algorithms on Simulators of a Classical Architecture // System Analysis in Science and Education. 2022. No. 1. P. 42–54 (in Russian).

A monograph “New Developments of Newton-Type Iterations for Solving Nonlinear Problems” was published at Kurs Publishing House, co-authored by MLIT Deputy Director Academician of the Mongolian Academy of Sciences O. Chuluunbaatar and JINR Honorary Doctor,

алгоритм Гровера, алгоритм квантовой оценки фазы, квантовое преобразование Фурье и тестовый синтетический алгоритм, с применением квантовых схем различного класса. Проведенные эксперименты продемонстрировали, что в настоящее время возможности моделирования квантовых алгоритмов ограничены 38 кубитами при расчетах на CPU и 34 кубитами при расчетах на GPU; при моделировании на GPU можно достичь большего ускорения по сравнению с расчетами на CPU.

*Зрелов П. В., Иванцова О. В., Кореньков В. В., Рябов Н. В., Ульянов С. В.* Эффективное моделирование квантовых алгоритмов на симуляторах классической архитектуры // Системный анализ в науке и образовании. 2022. Вып. 1. С. 42–54.

В издательстве «Курс» вышла в свет монография «Новые разработки итерационных методов Ньютона для решения нелинейных задач», написанная в соавторстве заместителем директора ЛИТ академиком Монгольской академии наук О. Чулуунбаатаром и почетным доктором ОИЯИ академиком Монгольской академии наук Т. Жанлавом.

В ньютоновских методах параметры итерации играют ключевую роль. Подходящий выбор этих параметров не только ускоряет сходимость, но и расширяет область сходимости. За последние два десятилетия было опубликовано много работ по этой теме. В монографии авторов систематизированы результаты, полученные в этой области, включая результаты совместных исследований авторов. Книга будет полезна



Academician of the Mongolian Academy of Sciences  
T. Zhanlav.

In Newton-type methods, iteration parameters play a key role. Suitable choices of these parameters not only speed up convergence, but also extend the convergence domain. Over the last two decades, many papers on this topic have been published. The monograph systemizes the results obtained in this area, including the results of the authors' joint studies obtained in collaboration with co-authors. The book will be useful to readers, graduate students

and researchers interested in applied mathematics, numerical analysis and applied sciences.

Every year, different groups of people, namely, international delegations, students, teachers, journalists, etc., visit JINR. The organizers of such visits are usually the UC, the International Cooperation Department and the laboratories. Until April 2022, there was no centralized system for obtaining information about these visits. MLIT, together with the UC, developed a service for planning and

читателям, аспирантам и исследователям, интересующимся прикладной математикой, численным анализом и прикладными науками.

Ежегодно ОИЯИ посещают разные группы людей: международные делегации, студенты, учителя, журналисты и т.д. Организаторами таких посещений обычно являются УНЦ, Департамент международного сотрудничества и лаборатории. До апреля 2022 г. не существовало централизованной системы получения информации об этих визитах. ЛИТ совместно с УНЦ разработали сервис планирования и учета экскурсий в ОИЯИ — <https://jinrex.jinr.ru>. Основные функции этого сервиса: сохранение информации об экскурсиях, координация экскурсий, демонстрация загруженности точек посещения, сбор аналитики и демонстрация статистики. УНЦ был первым пользователем системы, и в настоящее время ее активно используют во всех лабораториях. На сегодня в системе зарегистрировано более 100 человек, которые связаны с проведением экскурсий. За период с апреля по август 2022 г. в ОИЯИ было проведено 160 экскурсий. Сервис предоставляет сводную информацию о текущих, запланированных и завершенных экскурсиях и автоматически отправляет уведомления по электронной почте обо всех важных событиях.

logging excursions at JINR — <https://jinrex.jinr.ru>. The main functions of the service are saving information about excursions, coordination of excursions, demonstration of the workload of the visit points, collection of analytics and visualization of statistics. The UC was the first user of the system, and it is now actively used in all laboratories. More than 100 people who are related to excursions are registered in the system. During the period from April to August 2022, 160 excursions were held at JINR. The service provides summary information about all ongoing, planned and completed excursions, and automatically sends email notifications about all important events.