

## Лаборатория информационных технологий

Представлены и проанализированы экспериментальные результаты по телепортации двухкубитных максимально запутанных состояний Белла, полученные авторами на промежуточных шумящих квантовых устройствах (ПШКУ) — пятикубитных квантовых процессорах IBM Q Burlington, IBM Essex, IBM London, IBM Ourense, IBM Rome, IBM Santiago, IBM Vigo и IBM Yorktown. Главным препятствием на пути практического использования ПШКУ для реализации квантовых алгоритмов является наличие ошибок оборудования (гейтов и кубитов), суммарная величина которых

зависит от глубины используемой квантовой схемы и ее структуры. С целью уменьшения возникающих ошибок предложены несколько модификаций исходного протокола телепортации, приводящих к оптимизации глубины используемых квантовых схем и связностей между кубитами. Кроме того, произведено сравнение динамики результатов измерения выходных вероятностей, выполненных на процессоре IBM Q Yorktown за последние полтора года. Эти результаты ясно показывают прогресс в улучшении характеристик оборудования рассматриваемого квантового процессора.

*Gerdt V. P., Kotkova E. A. Bell States Teleportation on IBM Q Computers // Lect. Notes Comp. Sci. (Q2) (submitted).*

На базе платформы HybriLIT продолжается активная разработка программного обеспечения и сервисов для совместного проекта ЛИТ и ЛРБ ОИЯИ по созданию информационной системы (ИС) как совокупности ИТ-решений, обеспечивающих хранение, анализ и визуализацию данных, полученных в экспериментах, проводимых в ЛРБ. Внедрение ИС позволит проводить анализ поведенческих и патоморфологических изменений в центральной нервной системе (ЦНС) при исследовании воздействия ионизирующего излучения и других факторов на экспериментальных

Ourense, Rome, Santiago, Vigo, and Yorktown, are presented and analyzed. The main obstacle in the practical implementation of quantum algorithms on NISQ computers is caused by hardware errors, which depend on the depth of the underlying circuit and its gates. In order to reduce the errors, several modifications of the original teleportation protocol, resulting in the optimization of the depth of its circuit and the connectivity of hardware qubits, were proposed. In addition, the dynamics of the results of measuring the output probabilities, performed by the authors on the IBM Q Yorktown processor over the past year and a half, was compared. These results clearly demonstrate significant progress in the hardware of quantum computers.

*Gerdt V. P., Kotkova E. A. Bell States Teleportation on IBM Q Computers // Lect. Notes Comp. Sci. (Q2) (submitted).*

On the basis of the HybriLIT platform, the active development of software and services for the joint project of the JINR Laboratory of Information Technologies and the JINR Laboratory of Radiation Biology on the creation of an information system (IS) as a set of IT solutions providing the storage, analysis, and visualization of data from experiments at LRB, is in progress. The IS implementation

will enable the analysis of behavioral and pathomorphological changes in the central nervous system (CNS) when studying the effects of ionizing radiation and other factors on experimental animals. The IS will allow combining and structuring data of different types, obtained in experiments carried out at LRB, into a unified information space. The services being developed will provide a set of advanced (relevant) algorithmic procedures for automating data analysis to solve tasks related to the diagnosis of different CNS pathologies. The IS under development is based on machine and deep learning methods and neural network approaches. To date, the client and server parts of the web service <https://bio.jinr.ru/> were implemented; a unified storage of all data from experiments was elaborated; the first results of improved tracking of experimental animals in setups designed to study behavioral patterns were obtained; two ways of data marking to test the training options for an artificial neural network were developed.

*Kolesnikova I. et al. Information System for Radiobiological Research // CEUR Workshop Proc. 2020. V. 2743. P. 1–10.*

*Bulatov A., Stadnik A., Streltsova O. Computer Vision Algorithms for Studying the Influence of Various Factors on Biological Objects // CEUR Workshop Proc. 2020. V. 2743. P. 36–44.*

животных. Разрабатываемая ИС позволит объединить и структурировать данные различных типов, полученные в экспериментах, в единое информационное пространство. Развитые сервисы предоставят набор передовых (актуальных) алгоритмических процедур автоматизации анализа данных для решения вопросов, связанных с диагностикой различных патологий ЦНС. Разрабатываемая ИС базируется на методах машинного и глубокого обучения и нейросетевых подходах. К настоящему времени реализована клиентская и серверная части веб-сервиса <https://bio.jinr.ru/>, а также единое хранилище всех данных, полученных в экспериментах; получены первые результаты улучшенного отслеживания экспериментального животного в установках, предназначенных для изучения поведенческих паттернов; разработаны два способа разметки данных для апробации вариантов обучения нейронной сети.

*Kolesnikova I. et al. Information System for Radiobiological Research // CEUR Workshop Proc. 2020. V. 2743. P. 1–10.*

*Bulatov A., Stadnik A., Streltsova O. Computer Vision Algorithms for Studying the Influence of Various Factors on Biological Objects // CEUR Workshop Proc. 2020. V. 2743. P. 36–44.*

В рамках соглашения о сотрудничестве между ОИЯИ и DESY (Германия) совместно с участниками

проекта JOIN<sup>2</sup> в ОИЯИ создан институциональный репозиторий JINR Document Server (JDS), предназначенный для хранения научных информационных ресурсов Института (статей, препринтов, аудио- и видеолекций, презентаций и других материалов, отражающих исследовательскую деятельность) и обеспечения эффективного доступа к ним.

JOIN<sup>2</sup> (<https://join2.de>) — это общая инфраструктура репозитория (хранилища) научных публикаций, объединяющая 8 исследовательских институтов, на основе свободно распространяемого программного обеспечения Invenio v1.1, разработанного в ЦЕРН специально для крупномасштабных цифровых библиотек и репозиториях. Участниками проекта JOIN<sup>2</sup> являются библиотеки DESY (Гамбург/Цойтен), DKFZ (Гейдельберг), DZNE (Бонн), ОИЯИ (Дубна), GSI (Дармштадт), Научный нейтронный центр им. Х. Майера-Лейбница (Гархинг), Музей Цитадели (Юлих) и RWTH (Аахен).

При переходе JDS на платформу JOIN<sup>2</sup> были проведены работы для корректного отображения авторитетных записей (справочников): персоналий, организаций, грантов, экспериментов и т. д. на кириллице. Были настроены веб-формы для ввода публикаций с учетом типов научных документов ОИЯИ. Загружены



Лаборатория информационных технологий. Монтажные работы на суперкомпьютере «Говорун»

The Laboratory of Information Technologies. The assembly operations on the “Govorun” supercomputer

авторитетные записи Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международно-го сотрудничества ОИЯИ, чтобы связать публикации с источниками финансирования (темой, грантом). Также в JDS была реализована поддержка единого входа (Single Sign-On) для сотрудников ОИЯИ. Опытная версия системы с использованием программного обеспечения JOIN<sup>2</sup> доступна по адресу <http://publications.jinr.ru/>. В 2021 г. планируется начать ввод репозитория JDS в эксплуатацию.

*Филозова И. А. и др.* Репозиторий открытого доступа ОИЯИ на платформе JOIN<sup>2</sup> // CEUR Workshop Proc.: Тр.

конф. «Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных», 13–16 окт. 2020 г., Воронеж, Россия (в печати).

Within the framework of the cooperation agreement between JINR and DESY (Germany), together with the participants of the JOIN<sup>2</sup> project, an institutional repository JINR Document Server (JDS) was created at JINR to store scientific information resources of the Institute (articles, preprints, audio and video lectures, presentations and other materials that reflect and promote the research activity) and to provide effective access to them.

JOIN<sup>2</sup> (<https://join2.de>) is a shared repository infrastructure of scientific publications, which brings together eight research institutes, on the basis of the Invenio v1.1 open-source software developed at CERN specifically for large-scale digital libraries and repositories. JOIN<sup>2</sup> partners are the libraries of DESY (Hamburg/Zeuthen), DKFZ (Heidelberg), DZNE (Bonn), JINR (Dubna), GSI (Darmstadt), Maier-Leibnitz-Zentrum (Garching), Museum Zitadelle (Jülich), and Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen University, Aachen).

During the migration of JDS to the JOIN<sup>2</sup> platform, work to handle the Cyrillic script for the correct display

of authority records (directories), namely, *Personalities, Organizations, Grants, Experiments*, etc., was performed. Web forms to input publications were improved taking into account the types of JINR publications. The authority records of the Topical plan for JINR research and international cooperation were downloaded to link publications with funding sources (theme, grant). Support of JINR SSO (Single Sign-On) for the JINR staff was implemented in JDS. The pre-production version based on the JOIN<sup>2</sup> project software is available at <http://publications.jinr.ru/>. In 2021, it is planned to start putting the JDS repository into operation.

*Filozova I. et al.* JINR Open Access Repository Based on the JOIN<sup>2</sup> Platform // CEUR Workshop Proc.: Proc. of the XVII Intern. Conf. “Data Analytics and Management in Data Intensive Domains”, Oct. 13–16, 2020, Voronezh, Russia (submitted).