

Лаборатория информационных технологий

В последние десятилетия был сформулирован ряд свидетельств и мер неклассичности квантовых систем. Большинство из них основаны на принципиальной невозможности классического статистического описания квантовых систем. В частности, функция Вигнера обладает всеми свойствами правильного статистического распределения, за исключением свойства неотрицательности. С физической точки зрения положительность распределения вероятности является фундаментальным элементом классической статистической парадигмы. Следовательно, несуществование положительно определенных распределений вероятности служит некоторым индикатором неклассичности физической системы.

Функция Вигнера принимает отрицательные значения, поэтому возникает необходимость измерения отклонения квазивероятностного распределения Вигнера квантового состояния от истинно статистического распределения. Для количественной оценки степени соответствия «классичности-квантовости» в виде функционала, заданного на пространстве орбит $O[P_N]$ присоединенного действия группы $SU(N)$ на пространстве состояний P_N N -уровневой квантовой системы, вводится глобальный индикатор Q_N .

Laboratory of Information Technologies

Over the past decades, a number of witnesses and measures of nonclassicality of quantum systems have been formulated. Most of them are based on the primary impossibility of a classical statistical description of quantum systems. Particularly, the Wigner function possesses all the properties of a proper statistical distribution except for the non-negativity of the latter. From a physical point of view, the positiveness of probability distributions is a fundamental element of the classical statistical paradigm. Therefore, the non-existence of positive definite probability distributions serves as a certain indication of nonclassicality of a physical system.

Since the Wigner function attains negative values, one should measure the deviation of the Wigner quasiprobability distribution of a quantum state from a proper statistical distribution. So we introduce the global indicator Q_N for quantification of the “classicality–quantumness” correspondence in the form of a functional on the orbit space $O[P_N]$ of the $SU(N)$ group adjoint action on the state space P_N of the N -dimensional quantum system.

Индикатор Q_N определен как относительный объем подпространства $O[P_N^{(+)}] \subset O[P_N]$, где квазивероятностное распределение Вигнера положительно. Алгебраическая структура $O[P_N^{(+)}]$ раскрывается и иллюстрируется на примере кубита ($N=2$) и кутрита ($N=3$). Для ансамбля кутритов Гильберта–Шмидта найдена зависимость глобального индикатора Q_N от параметра пространства модулей квазивероятностного распределения Вигнера.

Abgaryan V., Khvedelidze A., Torosyan A. The Global Indicator of Classicality of an Arbitrary N -Level Quantum System // *Zap. Nauch. Sem. POMI.* 2019 (in press); <https://arxiv.org/abs/1910.11220>.

Как было показано коллаборацией NA61/SHINE, экспериментальные данные о рождении ρ^0 -, ω - и K^{0*} -мезонов в π -C-взаимодействиях при $P_{\text{lab}} = 158$ и 350 ГэВ/с плохо описываются существующими монте-карловскими генераторами событий. Сотрудниками ЛИТ и ЛФВЭ предложено улучшение монте-карловской оценки, что может быть реализовано в монте-карловских генераторах, таких как Los Alamos QGSM, QGSJet-II и модели QGS (пакета Geant4), а также позволит улучшить описание экспериментальных данных в моделях и, в частности, описание последних данных коллаборации.

The indicator Q_N is defined as a relative volume of the subspace $O[P_N^{(+)}] \subset O[P_N]$, where the Wigner quasiprobability distribution is positive. An algebraic structure of $O[P_N^{(+)}]$ is revealed and exemplified by a single qubit ($N=2$) and a single qutrit ($N=3$). For the Hilbert–Schmidt ensemble of qutrits, the dependence of the global indicator Q_N on the moduli parameter of the Wigner quasiprobability distribution has been found.

Abgaryan V., Khvedelidze A., Torosyan A. The Global Indicator of Classicality of an Arbitrary N -Level Quantum System // *Zap. Nauch. Sem. POMI.* 2019 (in press); <https://arxiv.org/abs/1910.11220>.

As shown by the NA61/SHINE collaboration, the experimental data on ρ^0 , ω and K^{0*} meson productions in π -C interactions at $P_{\text{lab}} = 158$ and 350 GeV/c are badly described by existing Monte Carlo event generators. Scientists from LIT and VBLHEP proposed an improvement of Monte Carlo simulations, which can be implemented in Monte Carlo event generators, such as Los Alamos QGSM, QGSJet-II and QGS models (Geant4 package), and will also improve the description of experi-

Ужинский В., Галоян А. // Письма в ЭЧАЯ. 2019. Т. 16, №6. С. 985.

Найден набор параметров модели HIJING (Heavy Ion Jet Interaction Generator), широко используемой для моделирования ядро-ядерных соударений, и предложены изменения модели, которые позволяют описать экспериментальные данные коллабораций NA49 и NA61/SHINE по протон-протонным взаимодействиям при импульсах налетающих протонов в системе покоя протонов мишени от 20 до 158 ГэВ/с. Модифицированная модель применена к анализу данных о ядро-ядерных соударениях при высоких энергиях, и показано, что модель позволяет описать основные характеристики этих взаимодействий.

Ужинский В., Галоян А. // Изв. РАН. Сер. физ. 2020. Т. 84, №4. С. 577–581.

Презентация модернизированного суперкомпьютера «Говорун»

14 ноября в Лаборатории информационных технологий ОИЯИ состоялись презентация и демонстрация модернизированного суперкомпьютера «Говорун». Обновленный суперкомпьютер, названный в честь Н.Н.Говоруна, обладает совокупной теоретической

mental data in models and, in particular, the description of the latest collaboration data.

Uzhinsky V., Galoyan A. // *Phys. Part. Nucl. Lett.* 2019. V. 16, No. 6. P. 985.

A set of parameters of the HIJING (Heavy Ion Jet Interaction Generator) model widely used for simulations of nucleus–nucleus collisions is found, and some improvements, which allow one to describe the NA49 and NA61/SHINE collaborations data on proton–proton interactions at momenta of projectile protons in the rest frame of target protons from 20 up to 158 GeV/c, are proposed. The modified model is applied to analyze nucleus–nucleus collisions at high energies, and it is shown that the model can describe the main characteristics of these interactions.

Uzhinsky V., Galoyan A. // *Izv. Akad. Nauk, Ser. Fiz.* 2020. V. 84, No. 4. P. 577–581.

Presentation of the Modernized “Govorun” Supercomputer

On 14 November, a presentation and a demonstration of the modernized “Govorun” supercomputer took place at

пиковой производительностью 860 Тфлопс для операций с двойной точностью, что позволило ему занять 10-е место в списке топ-50 самых мощных суперкомпьютеров России и стран СНГ.

В презентации приняли участие сотрудники лабораторий Института, а также российских вычислительных центров — МСЦ РАН, ИВМиМГ СО РАН, СПбПУ, ИЦиГ СО РАН, ИВТ СО РАН, специалисты компаний Intel и «РСК Технологии». С приветственным словом к участникам презентации, проходившей в машинном зале Многофункционального информационно-вычислительного комплекса (МИВК), обратился директор ЛИТ В.В. Кореньков, который отметил, что эксплуатация первой очереди суперкомпьютера в течение прошедших полутора лет позволила провести целый ряд сложнейших ресурсоемких вычислений в области квантовой хромодинамики на решетках, провести расчеты радиационной безопасности экспериментальных установок ОИЯИ, существенно ускорить исследования в области радиационной биологии и других научно-прикладных задач, решаемых в ОИЯИ.

С вводом второй очереди суперкомпьютера коллектив ЛИТ поздравил вице-директор ОИЯИ Р. Ледницки: «Без больших вычислительных мощностей сегодня немислим прогресс науки. Анализ данных с нового

коллайдера без суперкомпьютера будет невозможен». Координатор проекта МРД (ЛФВЭ) О.В. Рогачевский отметил, что вычислительные ресурсы суперкомпьютера уже активно используются коллаборацией МРД в рамках мегасайенс-проекта NICA для генерации и реконструкции событий, а введение второй очереди позволит качественно повысить оперативность моделирования динамики столкновений релятивистских тяжелых ионов и ускорить процесс генерации и реконструкции событий для экспериментов на NICA. В своем выступлении ректор университета «Дубна» Д.В. Фурсаев поздравил коллектив ОИЯИ с этим большим успехом и отметил важность обучения студентов технологиям высокопроизводительных вычислений на самых современных вычислительных архитектурах. С техническими характеристиками обновленного суперкомпьютера собравшихся познакомил Ю. Мигаль (РСК, Москва), а Н.С. Местер (Intel) рассказал о новых гиперконвергентных подходах, внедренных во вторую очередь суперкомпьютера и позволяющих существенно ускорить работу с большими объемами данных.

После презентации состоялся семинар, посвященный новым программно-аппаратным решениям суперкомпьютера «Говорун» и итогам его эксплуатации. На семинаре выступил вице-директор ОИЯИ,

the Laboratory of Information Technologies of JINR. The updated supercomputer has a joint theoretical peak performance of 860 TFlops of double precision, which allowed it to take the 10th place in the Top-50 list of the most powerful supercomputers in Russia and the CIS.

LIT staff members and employees of other JINR laboratories, as well as Russian computing centres such as ISC RAS, ICM&MG SB RAS, SPbPU, ICG SB RAS, ICT SB RAS, specialists of the “Intel” and “RSC Technologies” companies, participated in the presentation. In the first part of the presentation, which was held in the computer room of the Multifunctional Information and Computing Complex, LIT Director V. Korenkov addressed the participants of the event. He noted that over the past year and a half, the JINR supercomputer named after N. Govorun in its first modification had made it possible to carry out a number of complex resource-intensive calculations in the field of lattice quantum chromodynamics, to calculate radiation safety of the JINR experimental facilities and to significantly accelerate research in the field of radiation biology and other scientific and applied problems solved at JINR.

JINR Vice-Director R. Lednický congratulated LIT team on the launch of the second modification of the supercomputer: “Nowadays the progress of science is unthinkable without great computing power. The analysis of data obtained at the collider will be impossible without a supercomputer”. O. Rogachevsky, the coordinator of the MPD project (VBLHEP), observed that the computing resources of the supercomputer were already actively used by the MPD collaboration of the NICA megascience project to generate and reconstruct events, and the given modernization would qualitatively increase the speed of modeling the dynamics of collisions of relativistic heavy ions and accelerate the process of generating and reconstructing events for the NICA experiments. In his speech, Rector of Dubna University D. Fursaev congratulated the Laboratory staff on this huge success and paid attention to the importance of students’ training of high-performance computing technologies on the latest computing architectures. Yu. Migal (RSC, Moscow) introduced the technical characteristics of the updated supercomputer to the audience, and N. Mester (Intel) talked about novel hyperconverged approaches implemented in the second modification of the supercomputer allowing one to significantly

директор ЛФВЭ В.Д.Кекелидзе, который отметил важность суперкомпьютера «Говорун» для всех задач, решаемых в ОИЯИ, особенно для мегасайенс-проекта NICA. В.В.Кореньков познакомил собравшихся с тенденциями развития МИВК как базовой установки ОИЯИ. В своем докладе Д.В.Подгайный рассказал об опыте эксплуатации суперкомпьютера и, в частности, отметил, что результаты научных исследований, полученных с использованием вычислительных ресурсов суперкомпьютера, были опубликованы в более чем

50 ведущих мировых научных изданиях. Н.С.Местер (Intel) познакомил участников семинара с современными тенденциями развития новейших вычислительных архитектур от Intel. Сотрудники компании «РСК Технологии» А.Шмелев и П.Лавренко представили обзор решений для HPC-платформ на контактном жидкостном охлаждении, а также новых подходов к работе с большими объемами данных, реализованных в том числе на суперкомпьютере «Говорун».

Лаборатория информационных технологий, 14 ноября.
Презентация второй очереди суперкомпьютера «Говорун» в машинном зале ЛИТ



The Laboratory of Information Technologies, 14 November.
The demonstration of the second modification of the JINR “Govorun” supercomputer in the LIT computer room

speed up work with large amounts of data, which is particularly relevant for the NICA megascience project.

After the presentation, a seminar on novel software and hardware solutions of the “Govorun” supercomputer and on the results of its operation was held. JINR Vice-Director, VBLHEP Director V.Kekelidze, who noted the importance of the “Govorun” supercomputer for all tasks solved at JINR, especially for the NICA megascience project, opened the seminar. V.Korenkov enlarged upon the development trends of the Multifunctional Information and Computing Complex as the basic facility of JINR. In his report, D.Podgainy spoke about the experience of operating the supercomputer. He noted in particular that the results of scientific research using the computing re-

sources of the supercomputer had been published in more than 50 leading world scientific journals. N. Mester (Intel) introduced the current trends in the development of the latest computing architectures from Intel. Representatives of the “RSC Technologies” company A.Shmelev and P.Lavrenko presented an overview of solutions for HPC platforms on contact liquid cooling, as well as novel approaches to working with large amounts of data implemented on the “Govorun” supercomputer.