

Laboratory of Information Technologies

The problem of describing an N-level quantum system in terms of the quasiprobability distributions is investigated. Following the statistical interpretation of quan-

Лаборатория информационных технологий

Исследуется проблема описания N -уровневой квантовой системы в терминах квазивероятностных распределений. В соответствии со статистической интерпретацией квантовой теории состояние квантово-механической системы определяется оператором плотности ρ , задающим квантовый статистический ансамбль $\{p_k, \psi_k\}$, и каждая наблюдаемая величина ассоциируется с неким эрмитовым оператором \hat{A} , действующим на гильбертовом пространстве H посредством математического ожидания, $E(\hat{A}) = \text{tr}[\hat{A}\rho]$.

С другой стороны, математическое ожидание функции $A(q, p)$ на фазовом пространстве классической механической системы с заданной функцией распределения вероятностей $\rho(q, p)$ записывается в виде свертки $E(A) = \int d\Omega A(q, p)\rho(q, p)$. Отображение Вейля–Вигнера между операторами N -мерной квантовой системы и квазивероятностными распределениями Вигнера на соответствующем фазовом пространстве устанавливает связь данных квантовых и классических представлений наблюдаемых. В работе [1] изучается вопрос о классификации квазивероятностных распределений Вигнера на фазовом пространстве, реализованном

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка, 10–12 октября.
Монгольская делегация в составе руководителей Монатома и журналистов на экскурсии в лаборатории



The Frank Laboratory of Neutron Physics, 10–12 October. The Mongolian delegation including leaders of the Mongolian State Company on Atomic Energy and journalists on an excursion in the laboratory

tum theory, the state of a quantum mechanical system is determined by the density operator ρ , which defines the quantum statistical ensemble $\{p_k, \psi_k\}$, and each observable quantity is associated with a certain Hermitian operator \hat{A} acting on the Hilbert space H by means of its mathematical expectation, $E(\hat{A}) = \text{tr}[\hat{A}\rho]$. On the other hand, the mathematical expectation of any function $A(q, p)$ on the phase space of a classical mechanical system with a given probability distribution function can be written in the form of convolution $E(A) = \int d\Omega A(q, p)\rho(q, p)$. The Weyl–Wigner map between the operators of an N -dimensional quantum system and the quasiprobability Wigner distributions on the corresponding phase space establishes a

connection between the quantum and classical representations of the observables. In the paper [1], we study the question of the classification of quasiprobability Wigner distributions on the phase space, realized as a symplectic flag manifold. The Wigner quasiprobability distribution is constructed in the form of a dual convolution of the density matrix and the Stratonovich–Weil kernel [2]. We have shown that the moduli space of the Stratonovich–Weyl kernel is given by the intersection of the coadjoint orbit space of the $SU(N)$ group and the unit $(N-2)$ -dimensional sphere. The general approach is illustrated by a detailed description of the module space of 2-, 3-, and 4-dimensional systems.

в виде симплектического флагового многообразия. Квазивероятностное распределение Вигнера строится в форме дуальной свертки матрицы плотности и ядра Стратоновича–Вейля [2]. Показано, что пространство модулей ядра Стратоновича–Вейля задается пересечением пространства орбит коприсоединенного действия группы $SU(N)$ и единичной $(N-2)$ -мерной сферы. Общий подход иллюстрируется подробным описанием пространства модулей 2-, 3- и 4-мерных систем.

1. *Abgaryan V., Khvedelidze A., Torosyan A.* On the Family of Wigner Functions for N -Level Quantum System // *Zap. Nauchn. Sem. POMI* (to be published).

2. *Khvedelidze A., Abgaryan V.* On the Family of Wigner Functions for N -Level Quantum System. <https://arxiv.org/abs/1708.05981>.

В рамках коллаборации с ЛТФ, в сотрудничестве с коллегами из Болгарии, Словакии и Японии проведен численный анализ фазовой динамики стека длинных джозефсоновских переходов с учетом индуктивной и емкостной связи между соседними джозефсоновскими переходами. Изучено влияние параметров модели на структуру вольт-амперной характеристики, мощность излучения и динамику флюксонов в отдельных джозефсоновских переходах внутри стека. Продемонстрировано сосуществование зарядовой бе-

гущей волны с флюксонными состояниями. Такое состояние можно рассматривать как новое коллективное возбуждение в системе связанных джозефсоновских переходов. Показано, что наблюдаемое коллективное возбуждение приводит к уменьшению мощности излучения из системы.

Rahmonov I. et al. Simulation of Collective Excitations in Long Josephson Junction Stacks // *EPJ Web Conf.* 2018. V. 173. P. 06011.

Описывается новый алгоритм разложения на неприводимые компоненты перестановочных представлений конечных групп над полями нулевой характеристики. Алгоритм основан на том, что компоненты инвариантного скалярного произведения в инвариантных подпространствах являются операторами проектирования в эти подпространства, что позволяет свести проблему к решению систем квадратных уравнений. В нулевой характеристике предложенный алгоритм существенно превосходит наиболее известный в вычислительной теории групп алгоритм, называемый *MeatAxe*. Текущая реализация алгоритма позволяет расщеплять представления размерностей до сотен тысяч. Приводятся результаты вычислений с помощью этой реализации для представлений групп

1. *Abgaryan V., Khvedelidze A., Torosyan A.* On the Family of Wigner Functions for N -Level Quantum System // *Zap. Nauchn. Sem. POMI* (to be published).

2. *Khvedelidze A., Abgaryan V.* On the Family of Wigner Functions for N -Level Quantum System. <https://arxiv.org/abs/1708.05981>.

In the framework of collaboration with BLTP, in cooperation with coauthors from Bulgaria, Slovakia and Japan, numerical simulation of the phase dynamics of a stack of long Josephson junctions has been carried out. Both inductive and capacitive couplings between Josephson junctions have been taken into account in the calculations. The IV-curve, the dependence on the bias current of the radiation power and dynamics of each JJ of the stack have been investigated. The coexistence of the charge traveling wave and fluxon states has been observed. This state can be considered as a new collective excitation in the system of coupled Josephson junctions. It has been shown that the observed collective excitation leads to the decrease of radiation power from the system.

Rahmonov I. et al. Simulation of Collective Excitations in Long Josephson Junction Stacks // *EPJ Web Conf.* 2018. V. 173. P. 06011.

A new algorithm is described for decomposition of permutation representations of finite groups over fields of characteristic zero into irreducible components. The algorithm is based on the fact that the components of the invariant inner product in invariant subspaces are operators of projection into these subspaces. This allows us to reduce the problem to solving systems of quadratic equations. In the zero characteristic, the proposed algorithm significantly exceeds the most well-known algorithm in computational group theory, called *MeatAxe*. The current implementation of the proposed algorithm allows us to split representations of dimensions up to hundreds of thousands. The results of computations using this implementation for representations of groups and their extensions from all families and generations of sporadic simple finite groups are presented.

Kornyak V.V. Algorithm for the Decomposition of Representations of Finite Groups Using Invariant Projectors // *Zap. Nauchn. Sem. POMI.* 2018. V. 468. P. 228–248.

Modern cosmic geodesy, as well as precise spacecraft observation, uses complicated calculations which include smoothing and averaging over time and thus does

и их расширений из всех семейств и поколений спорадических простых конечных групп.

Корняк В.В. Алгоритм разложения представлений конечных групп с помощью инвариантных проекторов // Зап. науч. семинаров ПОМИ. 2018. Т. 468. С. 228–248.

В современной космической геодезии, так же как и при прецизионном наблюдении космических аппаратов, используются вычисления, которые включают сглаживание и усреднение по времени и, таким образом, не предоставляют точной информации о мгновенных пространственно-временных координатах космических объектов. Между тем имеются физические аргументы, говорящие о том, что эта информация может

быть недоступной в принципе. Явный пример дает теория квантового пространства Снайдера. Подобно тому, как Ю. Вигнер определил физические частицы в форме неприводимых представлений группы симметрии пространства Минковского, рассмотрим в качестве места пребывания физических объектов деситтеровское импульсно-энергетическое пространство. Тогда генераторы группы де Ситтера приобретают смысл физических наблюдаемых, описывающих данный физический объект. Получены соотношения неопределенностей для одновременного наблюдения двух различных пространственных координат объекта, а также для точности синхронного измерения времени и одной из его пространственных координат. Например, нео-

Лаборатория информационных технологий. Открытие семинара для студентов РЭУ им. Г.В. Плеханова. Лекцию «Высокопроизводительные вычисления в ОИЯИ» читает В.В. Кореньков



The Laboratory of Information Technologies. Opening of the seminar for students of the Plekhanov Russian University of Economics. V.Korenkov delivers a lecture “High Performance Computing at JINR”

not furnish precise information about instantaneous space-time coordinates of cosmic objects. Meanwhile, there are general physical reasons saying that this information may not be accessible in principle. An explicit example gives us Snyder’s theory of quantum space. Just as E. Wigner defined physical particles as irreducible representations of Minkowski space group symmetry, let us consider de Sitter energy-momentum space playing the role of physical objects’ residence. Then generators of de Sitter group obtain meaning of physical observables describing a physical object under consideration. Uncertainty relations for simultaneous observations of two different space coordinates

of an object and for a precision of synchronous measurements of time and one of the object’s space coordinates were obtained. For example, uncertainties of the Earth center-of-mass coordinates lying in the plane perpendicular to the axis of its daily rotation are 8.5 cm. Analogous value for the Sun equals 1 km. Survey of data available to the author and discussing this subject with some experts did not reveal any disagreements between this conclusion and cosmic bodies’ observations.

Kostenko B. F. On Application of the Snyder Theory to Macroscopic Objects // Phys. Part. Nucl. 2018. V. 49, No. 1. P. 7–8.

пределенности координат центра масс Земли, лежащих в плоскости, перпендикулярной оси ее суточного вращения, составляют 8,5 см. Аналогичная величина для Солнца равна 1 км. Обзор доступных автору наблюдательных данных, а также обсуждение данного вопроса с некоторыми экспертами не выявили никаких противоречий этого вывода с результатами наблюдений космических объектов.

Kostenko B. F. On Application of the Snyder Theory to Macroscopic Objects // Phys. Part. Nucl. 2018. V. 49, No. 1. P. 7–8.

С 15 по 16 ноября в Лаборатории информационных технологий для 13 студентов 2–4-го курсов Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова был проведен семинар «Облачные и суперкомпьютерные технологии в экономике». Директор ЛИТ В.В. Кореньков познакомил студентов с основными направлениями работы лаборатории, провел экскурсию, в том числе продемонстрировал центры Tier-1 и Tier-2, суперкомпьютер «Говорун», control room. И.С. Пелеванюк прочитал практический курс по Python. И.А. Филозова провела практические занятия по базам данных. Преподаватель университета «Дубна» П.П. Сычев прочитал лекцию по программированию «Алгоритмы и структуры данных». Т.Н. Заикина и Е.М. Мажитова провели экскурсию по городу.

The seminar “Cloud and Supercomputer Technologies in Economy” was held from 15 to 16 November at the Laboratory of Information Technologies. The seminar was attended by 13 second to fourth year students from the Plekhanov Russian University of Economics. LIT Director V. Korenkov introduced the students to the activities of LIT and gave them a tour of the laboratory. Tier 1 and Tier 2 centres, the “Govorun” supercomputer, and the control room were shown to the participants. I. Pelevanyuk gave a practical course of Python. I. Filozova led practical classes on Databases. P. Sychev from Dubna State University gave a lecture on programming “Algorithms and Data Structures”. T. Zaikina and E. Mazhitova organized a city tour.