

# КВАНТОВЫЕ СТРУКТУРЫ И КВАНТОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

## QUANTUM AND MOLECULAR COMPUTING AND QUANTUM SIMULATIONS

### Conference “Quantum Informatics – 2021”

Organized by the Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics of the Lomonosov Moscow State University with the support of the Moscow Center for Fundamental and Applied Mathematics.

Conference was held in March-April of 2021. It focused on computational aspects of quantum mechanics, quantum computers, and quantum communications. Over the past 10 years, quantum computer science has become the most important scientific field that determines progress in micro- and nano-electronics, biotechnologies, complex chemistry, and information security. The special role of quantum cryptographic protocols for protecting information when it is transmitted over communication lines has been proven by the practice of using such protocols in many countries. The quantum computer project, which is being developed in the world's leading centers, is of fundamental importance for science as a whole; for example, it should enable the management of vital processes for both the individual and society. The quantum computer science tool – computer and supercomputer computations and modeling of complex processes at the quantum level – puts the faculty of Computational mathematics and Cybernetics of MSU – VMK, its mathematicians and programmers, in a leading position in this direction.

The main goal of the conference is to consolidate the efforts of scientists working in the quantum field in the different centers of the world, to inform each other about the results of their work and to discuss future plans. This will increase the efficiency of research conducted at the VMK faculty and enhance the effectiveness of both traditional mathematical areas and the use of supercomputing and other super-productive computing methods in the most important applied areas. The development of research in quantum computer science will also give programmers new interesting and important tasks, for example, this applies to the operating system of a quantum computer and its fragments. The conference will strengthen the ties between the different groups in Russia and abroad, which deal with quantum topics, as well as improve the teaching of quantum mechanics.

Key topics of the conference:

- quantum computers, computing, quantum operating system, gates and their implementations;
- quantum cryptography and quantum information theory;
- modeling of quantum systems, solving the Schrödinger equation, direct and inverse problems of scattering of several particles
- Feynman diagrams;
- calculations and modeling of quantum devices: Lasers, photo-detectors, quantum dots, superconducting elements;

- quantum elements and methods in supercomputing and distributed computing, the quantum side of Big Data and artificial intelligence;
- statistical methods of quantum theory, quantum random processes;
- algebraic methods of quantum computer science;
- quantum aspects of biology and biochemistry;
- quantum methods of management and decision-making;
- interdisciplinary applications of quantum mechanics, quantum economics and quantum politics;
- teaching quantum theory.

The main part of papers presented at the conference are published in the preprint archive <http://arxiv.org>, in the quantum section. Articles selected by the program Committee during the review process are also going to be published in journals “Nonlinear Phenomena in Complex Systems”, “Computational Mathematics and Modeling” and “Computational nanotechnology”.

#### PROGRAM COMMITTEE OF THE CONFERENCE “QUANTUM INFORMATICS – 2021”

- F.M. Ablayev* (Kazan University).  
*D.V. Averin* (Stony Brook University, USA).  
*Yu.I. Bogdanov* (Valiev Institute of the Russian Academy of Sciences).  
*Wu Junde* (Zhejiang University, China).  
*A.Yu. Khrennikov* (Linnaeus University, Sweden).  
*S.Ya. Kilin* (B.I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus).  
*S.P. Kulik* (Center for Quantum Technologies, Faculty of Physics, MSU).  
*V.P. Maslov* (MSU Physical Faculty, MIAN).  
*S.A. Moiseev* (Kazan Quantum Center of KNITU-KAI).  
*S.N. Molotkov* (ISSP RAS, VMK MSU).  
*Yu.I. Ozhigov* (VMK MSU, Valiev Institute of the Russian Academy of Sciences).  
*N.N. Popova* (VMK MSU).  
*A.V. Smirnov* (NIVC, VMK MSU).  
*V.A. Trafimov* (South China University of Technology – SCUT, Guangzhou).  
*A. Zeilinger* (University of Vienna, Austria).

Conference program, abstracts of reports and video of the sessions are available from the links at the conference page: <https://vql.cs.msu.ru/QI-2021eng.html>

# Конференция «Квантовая информатика – 2021»

Конференция «Квантовая информатика – 2021», организованная факультетом Вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, при поддержке Московского центра фундаментальной и прикладной математики, состоялась в марте-апреле 2021 г.

Она была посвящена вычислительным аспектам квантовой механики, квантовым компьютерам и квантовым коммуникациям. Квантовая информатика в последние 10 лет стала важнейшим научным направлением, определяющим прогресс в микро- и наноэлектронике, биотехнологиях, сложной химии, и защите информации. Особая роль квантовых криптографических протоколов для защиты информации при ее передаче по линиям связи проверена практикой использования таких протоколов как в нашей стране, так и за рубежом. Проект квантового компьютера, разрабатываемый в ведущих мировых центрах, имеет принципиальное значение для науки в целом; например, он должен дать возможность управления жизненно важными процессами как для отдельного человека, так и для общества. Инструмент квантовой информатики – компьютерные и суперкомпьютерные вычисления и моделирование сложных процессов на квантовом уровне – выдвигают факультет Вычислительной математики и кибернетики, его математиков и программистов, на ведущие позиции в этом направлении.

Главная цель конференции – консолидация усилий российских ученых, работающих в квантовой области, взаимное информирование о результатах работы и обсуждение планов на будущее. Это позволит повысить эффективность ведущихся в России научных исследований и усилить результативность как традиционных математических направлений, так и применения суперкомпьютерных и иных сверхпроизводительных методов вычислений в важнейших прикладных областях. Развитие исследований по квантовой информатике даст также новые интересные и важные задачи программистам, например, это относится к операционной системе квантового компьютера и ее фрагментам. Конференция способствовала укреплению связей ученых России, занимающихся квантовой тематикой, а также усовершенствованию преподавания квантовой механики.

Важнейшие темы конференции:

- квантовые компьютеры, вычисления, квантовая операционная система, гейты и их реализации;
- квантовая криптография и квантовая теория информации;
- моделирование квантовых систем, решение уравнения Шредингера, прямой и обратной задач рассеяния нескольких частиц
- фейнмановские диаграммы;

- расчеты и моделирование работы квантовых приборов: лазеров, фотодетекторов, квантовых точек, сверхпроводящих элементов;
- квантовые элементы и методы в суперкомпьютерных и распределенных вычислениях, квантовая сторона Big Data и искусственного интеллекта;
- статистические методы квантовой теории, квантовые случайные процессы;
- алгебраические методы квантовой информатики;
- квантовые аспекты биологии и биохимии;
- квантовые методы управления и принятия решений;
- междисциплинарные приложения квантовой механики, квантовая экономика и квантовая политика;
- преподавание квантовой теории.

## ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ «КВАНТОВАЯ ИНФОРМАТИКА – 2021»

*Аблаев Ф.М.* (Казанский университет).

*Аверин Д.В.* (Stony Brook University, USA).

*Богданов Ю.И.* (ФТИАН им. К.А. Валиева РАН).

*Ву Джунд* (Университет Жеджанга Zhejiang, КНР).

*Кулин С.Я.* (Институт физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси).

*Кулик С.П.* (Центр Квантовых технологий физического факультета МГУ).

*Маслов В.П.* (МГУ, физфак, МИАН).

*Моисеев С.А.* (Казанский квантовый центр КНИТУ-КАИ).

*Молотков С.Н.* (ИФТТ РАН, ВМК МГУ).

*Ожигов Ю.И.* (ВМК МГУ, ФТИАН им. К.А. Валиева РАН).

*Попова Н.Н.* (ВМК МГУ).

*Смирнов А.В.* (НИВЦ, ВМК МГУ).

*Трофимов В.А.* (Южно-Китайский Университет Технологий – SCUT, Guangzhou).

*Хренников А.Ю.* (Университет им. Карла Линя, Швеция).

*Цайлингер А.* (Университет Вены, Австрия).

Большинство работ, представленных на конференции, можно найти в архиве препринтов <http://arxiv.org>, в разделе quant-ph с аффилиацией QI-2021. Избранные программным комитетом в процессе рецензирования статьи приняты к публикации в журналах «Nonlinear Phenomena in Complex Systems», «Computational Mathematics and Modeling» и «Computational nanotechnology» в соответствии с правилами этих журналов. Программа конференции, абстракты статей, а также видеозаписи сессий можно найти, следуя по ссылкам на сайте Виртуальной квантовой лаборатории факультета ВМК МГУ: <https://vql.cs.msu.ru>