

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

В издательстве «Springer Nature Switzerland» вышла в свет монография сотрудников ЛИТ и ЛТФ в соавторстве с монгольскими учеными «Методы ко-нечных разностей и конечных элементов высокого порядка для решения некоторых уравнений в частных производных», посвященная построению методов конечных разностей и конечных элементов высокого порядка для численного решения многомерных краевых задач, в частности, для уравнения Гельмгольца и волнового уравнения, уравнения Бюргерса и уравнения Шрёдингера. Несмотря на то, что за последние два десятилетия было опубликовано множество работ по этой тематике, остаются открытыми вопросы реализации этих методов при численном решении многомер-

**Meshcheryakov Laboratory of
Information Technologies**

Springer Nature Switzerland published a monograph “High-Order Finite Difference and Finite Element Methods for Solving Some Partial Differential Equations” by MLIT and BLTP researchers in collaboration with Mongolian scientists. It is devoted to the construction of high-order finite difference and finite element methods for the numerical solution of multidimensional boundary-value problems (BVPs), in particular, for the Helmholtz and wave equations, Burgers’ equation, and the Schrödinger equation. Despite the long history, especially in the development of the theoretical background of these methods, there remain open questions about their constructive implementation in the numerical solution of multidimensional BVPs that have additional requirements on the physical parameters or desirable properties of approximate solutions.

ных краевых задач, имеющих дополнительные требования к физическим параметрам или особенностям приближенных решений.

Монография основана на результатах исследований авторов и содержит новые конструктивные подходы к численному решению многомерных краевых задач.

Книга будет полезна читателям, аспирантам и исследователям, интересующимся вычислительной физикой, прикладной математикой, численным анализом и прикладными науками.

Vandandoo U., Zhanlav T., Chuluunbaatar O., Gusev A., Vinitsky S., Chuluunbaatar G. High-Order Finite Difference and Finite Element Methods for Solving Some Partial Differential Equations. Springer Nature Switzerland AG, 2024.

Технология контейнерной виртуализации приобретает все большее распространение как в промышленности, так и в науке. Сообщество ЛФВЭ также проявляет значительный интерес к внедрению контейнерных технологий для распространения программного обеспечения. Инкапсулирование программного обеспечения внутри контейнеров помогает ученым создавать портативные и воспроизводимые исследовательские среды. Однако масштабное выполнение контейнеризированных рабочих нагрузок с помощью

распределенных вычислительных инфраструктур сопряжено с некоторыми проблемами, одной из которых является эффективная доставка контейнеров. В типичном сценарии тысячи копий пользовательских контейнеров должны быть доставлены на рабочие узлы одновременно, что создает чрезмерную нагрузку на реестр контейнеров. В статье описывается, как можно построить реестр контейнеров, способный справиться с такими высокими нагрузками, дается обзор основных существующих публичных сервисов на базе CVMFS, а также приводится пример реализации подобного сервиса в ОИЯИ с использованием GitLab.

Balashov N. JINR Container Distribution Service // Phys. Part. Nucl. 2024. V. 55, No. 3. P.625.

Активные исследования возможных применений систем, основанных на джозефсоновских переходах, сверхпроводниковой электронике и спинтронике, обуславливают необходимость разработки эффективного инструментария для математического моделирования таких систем. В рамках совместного проекта ЛИТ и ЛТФ развивается экосистема на базе среды Jupyter с использованием Python-библиотек с размещением материалов в виде Jupyter Book. Отличительной особенностью такого представления является воз-

The monograph is based on the results of the authors' research and contains new constructive approaches to the numerical solution of multidimensional BVPs.

The book will be useful to readers, graduate students and researchers interested in computational physics, applied mathematics, numerical analysis, and applied sciences.

Vandandoo U., Zhanlav T., Chuluunbaatar O., Gusev A., Vinitsky S., Chuluunbaatar G. High-Order Finite Difference and Finite Element Methods for Solving Some Partial Differential Equations. Springer Nature Switzerland AG, 2024.

Container virtualization technology is gaining more and more traction in both industry and science. The VBLHEP community has also shown significant interest in adopting container technologies for software distribution. Encapsulating software inside containers helps scientists create portable and reproducible research environments. However, running containerized workloads at scale via distributed computing infrastructures has some challenges, one of which is efficient container delivery. In a typical scenario, thousands of copies of user containers need to be delivered to worker nodes simultaneously, posing an excessive load on the container registry. The paper describes

how to build a container registry able to cope with such high loads, reviews existing major public services based on CVMFS and shows an example of such a service implementation at JINR using GitLab.

Balashov N. JINR Container Distribution Service // Phys. Part. Nucl. 2024. V. 55, No. 3. P.625.

Active investigations into possible applications of systems based on Josephson junctions, superconducting electronics and spintronics necessitate the elaboration of effective tools for the mathematical modeling of such systems. Within a joint project between MLIT and BLTP, an ecosystem on top of the Jupyter environment using Python libraries and publishing materials in the form of Jupyter Book is being developed. A distinctive feature of this representation is the ability to accompany the computing code with a description of the problem being solved with formulas and graphs. It is noteworthy that a number of tasks entail numerous resource-intensive calculations, which leads to the need for the significant speedup of computational circuits implemented in Python and to the development of parallel algorithms.

возможность сопроводить вычислительный код описанием решаемой задачи с формулами и графиками. При этом ряд задач требует проведения многочисленных ресурсоемких расчетов, что приводит к необходимости существенного ускорения вычислительных схем, реализованных на Python, и разработке параллельных алгоритмов.

Разработаны и размещены в открытом доступе в экосистеме ML/DL/HPC платформы HybriLIT (ЛИТ ОИЯИ) электронные книги Jupyter Book для задач моделирования динамики гибридных структур, состоящих из джозефсоновских переходов и магнетиков [1], а также моделирования динамики джозефсоновского перехода под воздействием внешнего излучения [2]. Результаты, представленные в [3], основаны на разработанных алгоритмах для вычисления вольт-амперной характеристики джозефсоновского перехода под воздействием внешнего излучения и расчета зависимости ширины ступеньки Шапиро от амплитуды внешнего излучения. Все детали проведенных исследований представлены в [2], где также описаны подходы по ускорению вычислительных схем с использованием специализированных библиотек Python.

1. Башашин М.В., Бутенко Ю.А., Куликов К.В., Нечаевский А.В., Рахмонов И.Р., Рахмонова А.Р., Стрельцова

О.И., Зувев М.И. Инструментарий для моделирования гибридных наноструктур сверхпроводник/магнетик. <http://studhub.jinr.ru:8080/books> (2022–2024).

2. Рахмонова А.Р., Стрельцова О.И., Зувев М.И., Рахмонов И.Р. Python-инструментарий для моделирования динамики джозефсоновского перехода под воздействием внешнего излучения. <http://studhub.jinr.ru:8080/jjbook> (2023–2024).

3. Rahmonova A., Rahmonov I., Streltsova O., Zuev M. Toolkit in Python for the Simulation of a Shapiro Step on the Current-Voltage Characteristic of a Josephson Junction // Phys. Part. Nucl. Lett. 2024. V.55, No.3.

Предлагается принципиальная схема реализации аналоговых универсальных квантовых вентилей, основанных на физических квантовых точках. Квантовые точки выделяются как привлекательные кандидаты для квантовых вычислений благодаря своей масштабируемости, универсальным механизмам управления, простоте производства и накопленным обширным знаниям в области квантовых наноструктур. Обсуждаются состояния кубита, основанные на локализации электронов в системе вертикально связанных цилиндрических квантовых точек, и предлагается использовать для их манипуляции интенсивный бесселевский лазер. На основании вышеизложенного

Jupyter Book electronic books for the tasks of simulating the dynamics of hybrid structures that comprise Josephson junctions and magnets [1], as well as of simulating the dynamics of a Josephson junction under the influence of external radiation [2], are developed and publicly available in the ML/DL/HPC ecosystem of the HybriLIT platform (MLIT JINR). The findings presented in [3] are based on developed algorithms for calculating the current-voltage characteristic of a Josephson junction under the influence of external radiation and for computing the dependence of the Shapiro step width on the amplitude of external radiation. All details of conducted investigations are given in [2], where approaches to speed up computational circuits using specialized Python libraries are also described.

1. Bashashin M., Butenko Yu., Kulikov K., Nechaevskiy A., Rahmonov I., Rahmonova A., Streltsova O., Zuev M. Toolkit for the Simulation of Superconductor/Magnetic Hybrid Nanostructures. <http://studhub.jinr.ru:8080/books> (2022–2024).

2. Rahmonov I., Rahmonova A., Streltsova O., Zuev M. Python Toolkit for the Simulation of the Josephson Junction Dynamics under the Influence of External Radiation. <http://studhub.jinr.ru:8080/jjbook> (2023–2024).

3. Rahmonova A., Rahmonov I., Streltsova O., Zuev M. Toolkit in Python for the Simulation of a Shapiro Step on the Current-Voltage Characteristic of a Josephson Junction // Phys. Part. Nucl. Lett. 2024. V.55, No.3.

A schematic diagram for the implementation of analog universal quantum gates based on physical quantum dots is proposed. Quantum dots stand out as compelling candidates for quantum computing due to their scalability, versatile control mechanisms, ease of production, and extensive knowledge in the field of quantum nanostructures. In this work, we discuss qubit states based on the electron localization in a system of vertically coupled cylindrical quantum dots and propose to use intense Bessel laser beams for their manipulation. Based on the above, we describe experimental setup schemes for the possible implementation of single-qubit rotations, two-qubit (on the example of CNOT) and multi-qubit (on the example of Toffoli) quantum gates. Considering that single-qubit rotations in conjunction with a CNOT gate constitute a universal set of quantum gates, the findings of this study hold high importance.

описываются схемы экспериментальных установок для возможной реализации однокубитных вращений, двухкубитных (на примере CNOT) и многокубитных (на примере Тоффоли) квантовых вентилях. Поскольку однокубитные вращения в сочетании с вентилем CNOT составляют универсальный набор квантовых вентилях, результаты этого исследования имеют большое значение.

Sargsian T. A., Mantashya P. A., Abgaryan V. S., Vinnichenko M. Ya., Hayrapetyan D. B. Single-Qubit Rotations and Multi-Qubit Quantum Gates Controlled by Intense Bessel Laser Beams in a System of Vertically Coupled Cylindrical Quantum Dots // IEEE Access (in press).

Sargsian T. A., Mantashya P. A., Abgaryan V. S., Vinnichenko M. Ya., Hayrapetyan D. B. Single-Qubit Rotations and Multi-Qubit Quantum Gates Controlled by Intense Bessel Laser Beams in a System of Vertically Coupled Cylindrical Quantum Dots // IEEE Access (in press).