

**П. А. Новиков**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
pnovi@mail.ru*

**БИБЛИОТЕКА ЭМУЛЯЦИИ КВАНТОВЫХ  
ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Несмотря на убедительные успехи в развитии вычислительной техники на протяжении последних десятилетий, до сих пор существует множество задач, решение которых лежит за пределами возможностей современных компьютеров. В их числе многочисленные задачи моделирования разнообразных химических, биологических, социальных, экономических и даже механических процессов, задачи распознавания, построения искусственного интеллекта, решение которых представляло бы неоспоримую ценность для научной и экономической деятельности человека.

Оптимизм вызывает тот факт, что производительность вычислительной техники растет экспоненциально. Вместе с тем, такие темпы роста производительности в скором времени приведут к уменьшению структурных элементов вычислительной машины до размеров, при которых преобладающими станут законы квантовой физики. Это требует коренного пересмотра принципов работы компьютера.

В настоящее время в мире ведется активная научно-исследовательская работа как в области физической реализации квантового компьютера, так и в области обеспечения теоретических основ квантовой информатики (см. [1]). Среди прочих можно выделить задачу создания средств разработки программного обеспечения для квантового компьютера (см. [2]).

Разумным было бы иметь инструментарий разработки про-

грамм для квантового компьютера уже на текущем технологическом этапе. Это поможет внести вклад в разработку новых квантовых алгоритмов, позволит лучше понять особенности квантовых вычислений более широкому кругу лиц, возможно, даст импульс к решению каких-либо научно-технических проблем, связанных с квантовыми вычислениями. В случае же успешного физического построения квантового компьютера указанная задача не теряет своей актуальности, поскольку следует ожидать, что программы для квантового компьютера будут проходить этапы написания, отладки и тестирования по большей части на классическом компьютере в режиме эмуляции и лишь затем выполняться на реальном квантовом компьютере.

Настоящая работа представляет собой попытку создания подобного инструментария. Созданная автором библиотека эмуляции квантовых вычислений позволяет разрабатывать программное обеспечение для квантового компьютера в привычной современному разработчику среде – на языке C++.

В основу работы библиотеки положена эмуляция квантовых схем (см. [1], гл. 4). В библиотеке реализованы эмуляция квантового регистра, основные операции с квантовыми битами (NOT, элементы Адамара, Паули,  $\pi/8$ , Тоффולי и пр.), условные операторы, операторы измерений. Естественно, пользователь библиотеки имеет возможность задавать свои операторы и квантовые схемы. Предусмотрен контроль состоятельности производимых операций.

Библиотека находится в свободном доступе на интернет-странице автора: <http://novikov.amikeco.ru>.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Нильсен М., Чанг И. *Квантовые вычисления и квантовая*

*информация.* – М.: Мир, 2006. – 824 с.

2. Svore K., Cross A., Aho A., Chuang I., Markov I. *Toward a software architecture for quantum computing design tools* // Proc. of Quantum Programming Languages (QPL). – July 2004. – P. 127–144.

**А. Н. Нуриев**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет,  
Artem.Nuriev@ksu.ru*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИФУРКАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИДРОДИНАМИКИ**

В работе представлены методы бифуркационного анализа для систем большой размерности, возникающих при дискретизации стационарных уравнений Навье – Стокса для несжимаемой жидкости.

Бифуркационный анализ проводится в рамках классического подхода (описанного, например, в [1]) для анализа однопараметрических нелинейных систем. Он состоит из следующих этапов: 1. выбор исследуемого диапазона изменения параметра; 2. локализация решений при фиксированном значении параметра; 3. построение ветвей решения; 4. анализ устойчивости и исследование точек бифуркации.

На первом этапе выбор исследуемого диапазона изменения параметра системы (числа Рейнольдса) полностью зависит от рассматриваемой задачи и целей исследования. Следует отметить, что небольшой диапазон в области умеренных чисел Рейнольдса может содержать большое количество различных ветвей решения.