

## СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТЫ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В ВЕДУЩИЕ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В. Е. КОСТЮКОВ, В. П. СОЛОВЬЕВ, Р. М. ШАГАЛИЕВ

В настоящее время во всем мире идет стремительное развитие суперкомпьютерных технологий. Программы по данному направлению во всех промышленно развитых странах входят в число наиболее приоритетных, и их реализация осуществляется под контролем и мощной государственной поддержке. Такие программы ставят своей задачей достижение лидерства в различных направлениях как развития компонент самих суперкомпьютерных технологий, так и достижения с использованием лидирующих позиций в высокотехнологичных отраслях, а также вытеснение конкурентов с мировых рынков (например, монополия США на рынке строительства АЭС). Отставание России в данной области грозит серьезными последствиями для развития отечественных высокотехнологичных отраслей промышленности.

Учитывая сказанное, академиком РАН В. Б. Бетелиным была выдвинута инициатива об ускоренном развитии отечественных суперкомпьютерных технологий с акцентом на активное внедрение достижений по данному направлению в наукоемкие отрасли.

Ключевой задачей суперкомпьютерных технологий является имитационное моделирование на высокопроизводительных вычислительных комплексах сложных инженерных систем. Имитационное моделирование — это комплексный подход, объединяющий во времени и организационно этапы жизненного цикла изделия, учитывающий во взаимосвязи процессы выбора материалов, конструирования, изготовления, испытаний, производства, утилизации и др. Широкое использование имитационного моделирования является наиболее эффективным и, по существу, безальтернативным решением, направленным на улучшение технико-экономических характеристик разрабатываемых изделий за счет сокращения сроков разработки, сокращения количества испытаний, снижения себестоимости.

В Госкорпорации «Росатом» методы имитационного моделирования находят очень широкое применение в работах Российских федеральных ядерных центров (РФЯЦ). Это обусловлено сложностью и многообразием процессов физики высоких плотностей энергии. В частности, в РФЯЦ-ВНИИЭФ накоплен огромный опыт в области имитационного моделирования на высокопроизводительных вычислительных системах.

В Российском федеральном ядерном центре ВНИИЭФ в настоящее время продолжают активные работы в области разработки и практического применения суперкомпьютерных технологий. В нашем ядерном центре реализуется комплексный подход в развитии суперкомпьютерных технологий. Он опирается на наличие коллективов высококвалифицированных специалистов, уникальной базы по всем направлениям развития суперкомпьютерных технологий, в том числе созданию и применению методов математического моделирования, ориентированных на ЭВМ с массовым параллелизмом.

Работы по основной тематике института всегда существенно опирались на результаты компьютерного моделирования. С этой целью на каждом этапе развития РФЯЦ-ВНИИЭФ, как и ядерные центры других стран, оснащались самой современной для того периода вычислительной техникой.

Учитывая уникальность таких вычислительных систем, необходимость наличия дорогостоящих инженерных систем и высококвалифицированного персонала для их эффективной эксплуатации, нам представляется целесообразным концентрировать такие вычислительные системы в выделенных крупных вычислительных центрах (ВЦ) таких, как ВЦ РФЯЦ-ВНИИЭФ, с одновременным внедрением технологии выделения вычислительных ресурсов различными организациями для проведения расчетов в удаленном режиме.

В последние годы в РФЯЦ-ВНИИЭФ организованы работы по созданию базовых пакетов программ для имитационного моделирования, ориентированных на решение задач гражданских отраслей. В основу этих пакетов программ заложены математические подходы и алгоритмы, обеспечивающие эффективный счет в режиме массовых параллельных вычислений. Создание данных пакетов программ выведет на качественно новый уровень проведение наукоемких расчетов, что, в частности, позволит дать более детальное описание проектируемых изделий и обеспечит проведение полномасштабного моделирования в приемлемые календарные сроки.

Учитывая, что в РФЯЦ-ВНИИЭФ накоплен богатый опыт создания высокопараллельных эффективных программ, есть основания рассчитывать на широкое применение данных разработок при создании отечественной наукоемкой продукции.

Для развития отечественных суперкомпьютерных технологий и внедрения их в ведущие отрасли промышленности в период 2010–2012 гг. планируется организовать работы по различным направлениям.

1. «Отечественное многофункциональное программное обеспечение для имитационного моделирования на высокопроизводительных вычислительных системах».

Работы по данному направлению планируется организовать в рамках отдельного проекта.

Цели проекта — создание базовых конкурентоспособных пакетов программ для имитационного моделирования сложных инженерных систем; опытная эксплуатация созданных пакетов программ в ведущих предприятиях базовых отраслей.

В рамках реализации данного проекта планируется:

- разработка программного обеспечения для моделирования газодинамических процессов с учетом прочности, аэродинамики, многокомпонентной, многофазной фильтрации; гидродинамики, турбулентного перемешивания, упругопластического деформирования, разрушения; тепломассопереноса.

Созданные программные продукты для комплексного имитационного моделирования (ЛОГОС, ЛЭГАК-ДК, ДАНКО, ГЕПАРД, НИМФА) будут переданы в ряд предприятий базовых отраслей для внедрения.

2. Внедрение суперкомпьютерных технологий предлагается проводить в рамках четырех проектов.

2.1. Проект «Разработка суперкомпьютерных технологий создания ядерных энергетических установок».

Цель проекта — создание инструмента для обеспечения нового качества при проектировании, сооружении и эксплуатации ядерных энергетических установок и АЭС в целом.

В рамках реализации данного проекта планируется:

- адаптация базовых пакетов программ имитационного моделирования и их внедрение в работы ряда предприятий атомной энергетики;

- разработка специализированных программных пакетов;

- создание методов комплексного имитационного моделирования сложных технических объектов и систем атомной энергетики.

2.2. Проект «Разработка суперкомпьютерной технологии проектирования новой авиационной техники».

Цели проекта — разработка и внедрение суперкомпьютерной технологии проектирования нового поколения конкурентоспособной отечественной авиационной техники.

В рамках реализации данного проекта планируется:

- создание пилотной версии имитационного моделирования штатных режимов;

- разработка программного обеспечения для моделирования проблем безопасности и надежности, внедрение пакетов программ в ряд предприятий авиационной промышленности;

- создание «Основы виртуального самолета» (в частности, аэродинамики, прочности, двигателя, моделирования шумов).

2.3. Проект «Разработка суперкомпьютерной технологии проектирования новой автомобильной техники».

Цели проекта — создание инструмента для виртуального проектирования и имитационного моделирования перспективных изделий автомобильной промышленности нового поколения; разработка методологии анализа и оптимизации характеристик разрабатываемых перспективных автомобилей на основе комплексной интеграции расчетных и экспериментальных исследований, в том числе оптимизация характеристик используемых материалов.

В рамках реализации данного проекта планируется:

- разработка специализированных пакетов программ моделирования штатных режимов;

- разработка специализированных пакетов виртуального моделирования, внедрение в автомобильную промышленность (на примере ОАО «КамАЗ»);

- полное электронное описание изделия — «Виртуальный автомобиль».

2.4. Проект «Информационные технологии с использованием высокопроизводительных вычислительных систем для отработки новых образцов ракетно-космических систем».

Цель проекта — создание инструмента для виртуального проектирования и компьютерного моделирования, обеспечивающих повышение надежности, качества и технико-экономической эффективности разработки, испытаний и эксплуатации перспективных образцов ракетно-космической техники двойного назначения (на примерах ряда предприятий космической индустрии).

Кроме указанного, в рамках отдельных проектов планируется организация работ по направлениям «Кадровое обеспечение суперкомпьютерных технологий» (МГУ им. М. В. Ломоносова) и «Создание системы доступа (грид-системы) предприятий к выделенным суперкомпьютерным центрам» (Минкомсвязи России).

**КОСТЮКОВ Валентин Ефимович** —  
директор РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор техн. наук,  
лауреат Государственной премии

**СОЛОВЬЕВ Вячеслав Петрович** —  
первый заместитель директора РФЯЦ-ВНИИЭФ,  
и. о. директора ИТМФ, доктор физ.-мат. наук,  
лауреат Государственной премии

**ШАГАЛИЕВ Рашид Мирзагалиевич** —  
начальник математического отделения ВНИИЭФ,  
доктор физ.-мат. наук, лауреат Государственной премии  
и премии Правительства РФ