

УДК 004.9

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА «СКИФ-ГРИД»

С.М. Абрамов¹, В.В. Анищенко², В.Ф. Заднепровский¹, А.М. Криштофик²

¹Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН, Переславль-Залесский;

²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск

Дана общая характеристика Национальной грид-сети, рассмотрены два стратегических направления развития высокопроизводительных вычислений и основные направления развития в Республике Беларусь.

Введение

Одним из важных аспектов сотрудничества Республики Беларусь и Российской Федерации, декларированных Договором о создании Союзного государства от 8 декабря 1999 года, является формирование и эффективное функционирование единого научно-технологического пространства в интересах ускоренного использования достижений науки и технологий в инновационной деятельности и последовательного роста на этой основе конкурентоспособности экономики Беларуси и России.

Программа «Разработка и использование программно-аппаратных средств грид-технологий и перспективных высокопроизводительных (суперкомпьютерных) вычислительных систем семейства СКИФ (шифр «СКИФ-ГРИД»)» (далее – Программа) являлась логическим продолжением программы Союзного государства «СКИФ» и была направлена на освоение передовых грид-технологий и развитие суперкомпьютерного направления СКИФ на более высоком технологическом уровне.

1. Общая характеристика программы «СКИФ-ГРИД»

Программа выполнялась в соответствии с постановлением Совета Министров Союзного государства от 26 апреля 2007 года № 7 и рассчитана на 4 года – с 2007 по 2010 гг.

Государственный заказчик-координатор Программы – Национальная академия наук Беларуси, государственный заказчик Программы – Федеральное агентство по науке и инновациям, с 2010 г. – Министерство образования и науки Российской Федерации.

Головные исполнители Программы:

от Республики Беларусь – государственное научное учреждение «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» (ОИПИ НАН Беларуси);

от Российской Федерации – Институт программных систем им. А.К. Айламазяна РАН (ИПС им. А.К. Айламазяна РАН).

Участники программы – более 50 организаций Республики Беларусь и Российской Федерации.

Главная цель Программы – освоение и адаптация передовых наукоемких технологий на перспективных суперкомпьютерных платформах, оптимизация суперкомпьютерных конфигураций семейства СКИФ, ориентированных на построение на их основе компьютерных грид-сетей, что позволит осуществить создание новой технологической базы для обеспечения динамики роста экономического и высокотехнологического потенциала России и Беларуси.

Финансовые средства в объеме 679 681,2 тыс. рублей, предусмотренные бюджетом Союзного государства на 2007–2010 годы на выполнение Программы, выделены в полном объеме и израсходованы по целевому назначению. При этом долевые отчисления Российской Федерации составили 446 500,0 тыс. рублей, долевые отчисления Республики Беларусь – 234 500,0 тыс. рублей.

Белорусскими исполнителями на реализацию Программы из бюджета Союзного государства израсходовано 233 181,2 тыс. рублей, что составляет 99,4 % от плана финансирования Программы. Привлеченные внебюджетные средства составили 126 735,7 тыс. рублей (108 % от плана финансирования Программы из внебюджетных источников).

Российскими исполнителями на реализацию Программы из бюджета Союзного государства израсходовано 446 500,0 тыс. рублей, что составляет 100 % от плана финансирования Программы. Привлеченные внебюджетные средства составили 223 300,0 тыс. рублей (100 % от плана финансирования Программы из внебюджетных источников).

По ходу и результатам реализации Программы проводились проверки Постоянным Комитетом Союзного государства, Комитетом государственного контроля Республики Беларусь, Счетной палатой Российской Федерации, Комиссией Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент).

2. Основные результаты

В результате выполнения Программы получены конструкторско-технологические решения и результаты, соответствующие мировому уровню, а по ряду характеристик и превышающие его. Повышена производительность существующих суперкомпьютерных конфигураций семейства СКИФ. Созданы опытные образцы новых суперкомпьютерных систем семейства СКИФ ряда 3 и ряда 4: СКИФ-МГУ, СКИФ ЮУрГУ, СКИФ-ОИПИ, СКИФ-GPU, СКИФ-ГРИД, ПСК-СКИФ. Необходимо отметить, что четыре российских суперЭВМ семейства СКИФ ряда 3 и 4 девять раз входили во всемирный рейтинг Top500. Белорусские кластеры с графическими процессорами заняли первое место в мировом рейтинге по количеству очков, набранных в вычислениях в течение одного дня (более 2 миллионов очков), в рамках международного проекта в области биоинформатики GPUGRID. Мировое суперкомпьютерное сообщество и разработчики HPC-систем технологию суперкомпьютеров СКИФ признали как собственную технологию Союзного государства.

На основе платформы СКИФ ряда 4 открылась для Беларуси и России возможность по развертыванию вычислительных систем вплоть до петафлопсного уровня производительности с использованием оригинальных отечественных разработок. Примером является создание суперкомпьютера «Ломоносов» с использованием конструкторско-технологических решений, полученных в рамках выполнения Программы.

При освоении грид-технологий выполнены работы по разработке технологий объединения ресурсов путем создания компьютерной инфраструктуры нового типа, обеспечивающей глобальную интеграцию информационных и вычислительных ресурсов на основе сетевых технологий и специального программного обеспечения промежуточного уровня, а также набора стандартизованных служб для обеспечения надежного совместного доступа к географически распределенным информационным и вычислительным ресурсам: отдельным компьютерам, кластерам, хранилищам информации и сетям.

На основе проведенных исследований выбрана платформа для построения опытного участка грид-сети Союзного государства, учеными и специалистами в части

гид-технологий для программного обеспечения промежуточного уровня разработаны новые сервисы, обеспечивающие построение и эффективное использование гид-инфраструктуры.

В результате выполнения Программы создан опытный участок гид-сети Союзного государства СКИФ-Полигон, который объединил суперкомпьютерные ресурсы, сервера и рабочие станции, и является базисом для построения интегрированного научно-образовательного пространства и основой для освоения и разработки новых технологий, повышения конкурентоспособности стран-участниц. Разработаны и созданы практически действующие участки гид-сетей на уровне корпоративных и локальных информационных вычислительных систем (ИВС), а также для решения конкретных прикладных задач. Более 50 организаций Беларуси и России (вузы, научные центры, высокотехнологические предприятия) являются пользователями гид-сети СКИФ-Полигон для проведения необходимых расчетов.

Результаты выполнения Программы обеспечили создание Национальной гид-сети Республики Беларусь, которая является полноправным членом в общеевропейской гид-сети и в EGI (европейской гид-инициативе).

В рамках Программы разработан ряд программных средств, технологий и методик виртуального проектирования особо сложных изделий, например, машиностроительного профиля, смоделированы отдельные процессы в атомных энергетических установках, реализован ряд проектов, направленных на решение задач в различных областях науки и техники, таких как инженерное моделирование в гид-среде, решение задач аэро-гидродинамики и молекулярной биологии, проведены расчеты в области физики ионосферы, смоделированы системы передачи цифровой информации, проведено моделирование устойчивого развития регионов и т. д.

Ряд разработанных программных средств, технологий и методик внедрены в производство на таких предприятиях как ОАО «МЗКТ», ОАО «ММЗ», ОАО «Белкард», ОАО «Челябинский трубопрокатный завод», ЦКБ МТ «Рубин», ОАО «Силовые машины», ЛМЗ, завод «Звезда», ОАО «Пролетарский завод» (г. Санкт-Петербург), ЗАО «ФОРТ Технология» и ряде других предприятий.

Созданы рабочие места для высококвалифицированных специалистов на промышленных предприятиях (ОАО «МЗКТ», РУП «ММЗ», Научно-технический центр ОАО «Белкард», НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «Интеграл», ЦКБ МТ «Рубин», ОАО «Силовые машины», ЛМЗ, завод «Звезда», ОАО «Пролетарский завод» и др.), на которых установлено требуемое программное обеспечение для подготовки исходных данных и решения задач в гид-среде, подготовлены специалисты для решения практических задач.

В области медицины получены результаты, соответствующие лучшим мировым научным достижениям, позволяющие существенно повысить, в частности, точность и качество диагностирования онкобольных, ускорить разработку и оценку эффективности новых лекарственных средств.

Обеспечена информационная безопасность при решении прикладных задач с использованием гид-технологий и высокопроизводительных вычислений на опытном участке гид-сети Союзного государства.

В результате выполнения работ по Программе белорусскими и российскими исполнителями разработано:

– программных средств и программной документации для построения и обеспечения безопасности гид-инфраструктуры – 24;

– программных средств и программной документации для суперкомпьютерных систем – 23;

- прикладных программных средств и программной документации для решения практических задач с использованием суперкомпьютеров и грид-среды – 31;
- конструкторской документации на суперкомпьютерные системы – 9.

Вся созданная в результате выполнения Программы собственность Союзного государства поставлена на учет в странах-участницах и находится на ответственном хранении в организациях-исполнителях и пользователей. Программные средства зарегистрированы в государственных фондах, получены патенты на изобретения и полезные модели.

3. Научные результаты

Авторы, участвовавшие в разработке теории, методов и практического использования параллельных вычислений на суперкомпьютерных архитектурах семейства СКИФ, за достигнутые выдающиеся научные результаты в 2009 году удостоены премии Российской академии наук и Национальной академии наук Беларуси, в 2010 году – межгосударственной премии «Звезды Содружества».

По тематике выполняемых работ подготовлено и сделано более 100 научных докладов на международных конференциях, проводимых в России, странах Балтии, Швеции, Европы, Америки. В зарубежных изданиях по результатам опубликовано более 50 научных статей и докладов.

Результаты работ по созданию образцов суперкомпьютеров семейства СКИФ и белорусско-российской грид-инфраструктуры представлялись на 10 выставках и конгрессах, в том числе зарубежных.

В ходе выполнения Программы проведены две международные конференции «Суперкомпьютерные системы и их применение», в работе которых приняло участие около 260 представителей Беларуси, России, Армении, Молдовы, Казахстана, Латвии, Литвы, Эстонии, Польши, Швеции, Германии. На пленарных и секционных заседаниях, стендовой сессии было заслушано и обсуждено более 140 докладов ученых, специалистов и практических работников в области грид и суперкомпьютерных технологий и их практического использования. Прошли обучение 36 молодых специалистов организаций и вузов по курсу начальной подготовки пользователей в грид-среде gLite на ресурсах Познаньского суперкомпьютерного центра, выданы сертификаты.

4. Эффективность выполнения Программы

Реализация Программы дала ощутимый эффект в политической, экономической, научно-образовательной и социальной сферах.

В политической сфере чрезвычайно повысился статус стран – участниц Союзного государства на международной арене как государств с высоким потенциалом науки, так и возможных надежных партнеров для проведения совместных научных исследований.

В экономической сфере:

- прямые зарубежные инвестиции составили 29 816 150 рос. рублей; прямые инвестиции в инфраструктуру – 3 830 000 рос. рублей;
- экономия бюджетных средств за счет выполнения российскими и белорусскими специалистами работ по программе в области высокопроизводительных вычислений и грид-технологий – 64 000 000 рос. рублей;
- снижение затрат на создание высокопроизводительных вычислительных систем по отношению к закупке у зарубежных производителей – не менее 10 %;
- стоимость построенных суперЭВМ, рассчитанная исходя из средневзвешенной стоимости на мировом рынке 1 Тфлопс производительности, за время выполнения Программы (см. часть 2 раздела 7) – 502 млн рублей;

– стоимость машинного времени, полученного пользователями системы СКИФ-Полигон – 54,9 млн рублей;

– стоимость импортированной интеллектуальной собственности (по оценке ФГУП «Лицензионторг») – 440,66 млн рублей;

– стоимость зарегистрированных программ для ЭВМ – приблизительно 170 млн. рублей. Эта сумма существенно увеличится по завершении государственной регистрации всех разработанных программных средств и оформлении патентов;

– экономический эффект от внедрения разработанных программ в производстве на данный момент уточняется, так как для точной оценки экономического эффекта требуется некоторый период эксплуатации;

– разработано более 10 конструкторско-технологических решений для создания кластерных вычислительных установок нового поколения (суперкомпьютеров ряда 3 и ряда 4 семейства СКИФ) и более 20 новых технологий эффективного решения прикладных задач для промышленности;

– создано более 200 рабочих мест для высококвалифицированных специалистов в организациях и на предприятиях Российской Федерации и Республики Беларусь;

– подготовлены специалисты промышленных предприятий для решения практических задач.

В целом в Беларуси и России создана определенная база для развития инфраструктуры по освоению новых технологий в различных отраслях национальных экономик. Складывается позитивное отношение руководства промышленных предприятий к вопросам внедрения методов виртуального проектирования промышленных изделий в целях разработки наукоемкой конкурентоспособной продукции.

В оборонной сфере созданы условия для использования инфраструктуры и технологий для решения задач обороноспособности и безопасности, в научно-образовательной – для развития науки и образования с использованием разработанных технологий, получения эффекта практически во всех отраслях экономики. В социальной сфере создана базовая инфраструктура и условия для использования новых информационных технологий для диагностики заболеваний и создания новых лекарственных форм.

В целом бюджетные затраты Союзного государства на финансирование Программы на сегодняшний день полностью окупились. Доходы от реализации Программы превысили расходы в 2–2,25 раз. При этом созданное оборудование, грид-сеть и программные средства продолжают работать и будут работать, принося доход национальным экономикам.

Заключение

Развитие современной инновационной, конкурентоспособной экономики, создание новых научных знаний, новых технологий, новых товаров и услуг невозможно без применения суперкомпьютерных и грид-систем. Это понимание сложилось и в науке, и в реальной экономике, и на уровне государственного управления. Цели и задачи программы выполнены в полном объеме, получены результаты в соответствии с техническими заданиями и календарными планами. В результате выполнения Программы в Беларуси и России создана база для развития и использования инфраструктуры по освоению новых вычислительных технологий в различных отраслях экономик Беларуси и России, таких как машиностроение, био- и нанотехнологии, природопользование и добыча полезных ископаемых и т. д.