



ИСТОРИЯ УСПЕХА



ЮУрГУ внедряет энергоэффективный суперкомпьютер для стратегического развития научного потенциала и дальнейшей модернизации экономики региона

Один из лучших университетов России повысил мощность своего суперкомпьютерного центра, установив «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» — первый в мире суперкомпьютер на базе высокоэффективного жидкостного охлаждения и современных процессоров Intel® Xeon® серии 5500



«За 5 лет работы в Суперкомпьютерном центре ЮУрГУ было решено более 200 значимых научно-технических задач для промышленности и науки нашего региона. Все эти годы мы плодотворно сотрудничаем с компанией Intel в области развития и применения высокопроизводительных технологий. Четыре поколения суперкомпьютеров ЮУрГУ созданы на базе архитектур Intel. Установка нового суперкомпьютера «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» на базе процессоров Intel® Xeon® 5570 с пиковой производительностью 24 TFLOPS открывает нам новые перспективы для проведения более масштабных научных исследований и решения широкого спектра практических социально-экономических задач с целью модернизации экономики не только Уральского региона, но и всей страны».

Александр Шестаков
ректор Южно-Уральского государственного университета

Южно-Уральский государственный университет (ЮУрГУ) — один из лучших университетов России и крупнейшее по количеству обучающихся высшее учебное заведение РФ. ЮУрГУ осуществляет подготовку высококвалифицированных кадров и проводит научные исследования по широкому спектру фундаментальных и прикладных направлений, в апреле 2010 года ему был присвоен статус Национального исследовательского университета (НИУ). ЮУрГУ является лидером по внедрению суперкомпьютерных технологий в Уральском регионе и во всей западной части России. Дальнейшая эффективная модернизация и наращивание мощности суперкомпьютерного центра ЮУрГУ, де-факто являющегося ключевым для всего региона, имеет стратегическое значение как для развития научно-учебного потенциала самого университета, так и для модернизации экономики Уральского федерального округа и России в целом.





ПРОБЛЕМЫ

- **Потребность в большей производительности.** В суперкомпьютерном центре ЮУрГУ решается большое количество исследовательских задач и выполняются сложные проекты в области инженерного моделирования, которые требуют все более высокой производительности. Предыдущий кластер «СКИФ Урал» (фактическая загрузка которого достигла 100%) уже не мог обеспечить необходимую мощность, поэтому университет остро нуждался в новой высокопроизводительной системе, которая позволила бы создать необходимый запас производительности на ближайшее будущее.
- **Высокие требования к компактности, энергоэффективности и низкой TCO.** При этом у университета был целый ряд ограничений к физическим размерам нового суперкомпьютера, высокие требования к его энергоэффективности и низкой стоимости владения (TCO). В таком крупном по численности студентов вузе, как ЮУрГУ, существует огромный дефицит в свободных помещениях, так как практически все площади отданы под учебные аудитории. Кроме того, университет был заинтересован в максимально низких затратах на электроэнергию, необходимую для обеспечения работы нового суперкомпьютера, и в целом в невысоких расходах на его эксплуатацию.

РЕШЕНИЯ

- **Достижение более высокой производительности.** Производительность суперкомпьютера обеспечивается, прежде всего, производительностью процессора и системной сети. Университет изначально сделал выбор в пользу создания новой вычислительной системы на базе высокопроизводительных процессоров следующего поколения — 4-ядерных Intel® Xeon® серии 5500. Высокую производительность системной сети обеспечили использование высокоскоростного отечественного коммутатора и отечественная реализация сети с топологией 3D-Тор.
- **Компактность и сверхвысокая вычислительная плотность.** После оценки всех имеющихся предложений на рынке на соответствие имеющимся требованиям ЮУрГУ сделал выбор в пользу платформы «СКИФ-Аврора», разработанной в рамках реализации суперкомпьютерной программы «СКИФ-ГРИД» Союзного государства России и Белоруссии, в тесной кооперации с Институтом программных систем им. Айламазяна РАН, компанией «РСК СКИФ» при поддержке и участии корпорации Intel и целого ряда других компаний и организаций. Самая высокая вычислительная плотность в индустрии на базе стандартных процессоров архитектуры x86 (10 процессоров в 1U), применение жидкостного охлаждения на уровне системных плат позволили разместить все решение (вычислитель, системы питания и охлаждения, коммуникационное оборудование, система хранения данных) на площади 30 кв. м. (для сравнения — аналогичный по производительности кластер с традиционным воздушным охлаждением занял бы как минимум в 3 раза больше пространства). Высочайшая производительность отечественной сети с топологией 3D-Тор требует высокой плотности упаковки вычислительных узлов — до 512 процессоров в одной стойке. От плотности упаковки зависит максимальная производительность системы, которую можно построить на базе сети с топологией 3D-Тор (все кабели, с помощью которых строится такая сеть — короткие, длиной до 1 метра). Используя этот подход, можно построить систему практически любой производительности — более 1 PFLOPS. Применение сетей стандартных архитектур не позволяет создавать системы с такой высокой вычислительной мощностью, какой можно достичь, используя суперкомпьютерную платформу «СКИФ-Аврора». Высокая вычислительная плотность требует передовых методов жидкостного охлаждения, которые впервые в России были разработаны и применены в суперкомпьютере «СКИФ-Аврора ЮУрГУ».
- **Высокая энергоэффективность и рекордный PUE.** Благодаря использованию процессоров Intel® Xeon® серии 5500 в сочетании с передовым жидкостным охлаждением среднегодовые затраты на электроэнергию могут быть сокращены на 60%. При этом достигнут рекордный для индустрии уровень Power Usage Effectiveness (PUE) — 1,2. Энергопотребление нового суперкомпьютера составляет всего 96 кВт.
- **Повышение надежности.** Жидкостное охлаждение обеспечивает прецизионное отведение тепла, что увеличивает срок службы электронных компонентов, а также повышает отказоустойчивость всего решения. Отсутствие подвижных элементов конструкции — вентиляторов и обычных жестких дисков (вместо них используются твердотельные диски Intel SSD), делает суперкомпьютер практически бесшумным и исключает вибрацию, что существенно повышает надежность системы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

- **Один из самых высокопроизводительных суперкомпьютеров в СНГ.** Установка вычислительной стойки «СКИФ-Аврора ЮУрГУ», состоящей из 256 блейд-модулей — всего 512 процессоров Intel® Xeon® X5570, 2048 ядер. Уже на этапе предварительного тестирования суперкомпьютер «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» вошел в список Top50 и сразу занял 8-е место среди 50 мощнейших суперкомпьютеров СНГ согласно 12-ой редакции рейтинга, опубликованного 30 марта 2010 г. Максимальная производительность суперкомпьютера «СКИФ-Аврора ЮУрГУ», полученная в тесте Linpack, составляет 21,86 TFLOPS, а пиковая производительность — 24 TFLOPS. Применение передового метода жидкостного охлаждения позволяет обеспечить столь высокую производительность, а также значительно повысить отказоустойчивость и энергоэффективность.
- **3-кратный рост производительности.** Система «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» показала высокую вычислительную эффективность на реальных промышленных задачах, решаемых на базе суперкомпьютерного центра ЮУрГУ, продемонстрировав более чем 3-кратный прирост производительности при выполнении ряда задач по сравнению с кластером предыдущего поколения «СКИФ Урал».
- **Перспективы роста.** Возможность замены четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® серии 5500 на шестиядерные Intel® Xeon® серии 5600 с тактовой частотой 3,33 ГГц (с сохранением всей текущей инфраструктуры) позволит нарастить производительность суперкомпьютера «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» с 24 до 40,7 TFLOPS.

ЛУЧШИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЙ ЦЕНТР В РОССИИ ПОМОГАЕТ МОДЕРНИЗИРОВАТЬ МЕСТНУЮ ЭКОНОМИКУ

В ЮУрГУ создан самый мощный на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке (вся восточная часть России) суперкомпьютерный центр (суммарная пиковая производительность — порядка 40 TFLOPS), который успешно используется для решения фундаментальных научных, прикладных и социально-экономических задач не только в Челябинской области и во всем Уральском федеральном округе, но и в ряде случаев в масштабе всей страны — с его помощью уже выполнено более 200 проектов. СКЦ ЮУрГУ предоставляет высокоуровневые программные сервисы для инженерного проектирования и анализа, доступные через Интернет и используемые промышленными предприятиями и коммерческими структурами, а также в учебном процессе и научных исследованиях.

Южный Урал является регионом с высоким уровнем концентрации промышленных предприятий, особенно в области металлургии и машиностроения. Это определило основной вектор развития суперкомпьютерного центра ЮУрГУ — использование высокопроизводительных вычислений для решения индустриальных задач. Применение суперкомпьютерного моделирования позволяет существенно сократить расходы на разработку новых видов продукции и технологий.

«Сначала создаются компьютерная модель нового изделия и виртуальный испытательный стенд, проводятся вычислительные эксперименты по поиску эффективных проектных решений. И только потом, когда на суперкомпьютере выполнены все необходимые расчеты, на основе проведенного моделирования создается реальное изделие».

Леонид Соколинский, профессор, директор Суперкомпьютерного центра ЮУрГУ, заведующий кафедрой системного программирования, доктор физико-математических наук

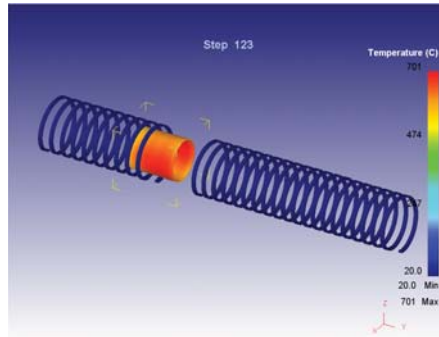


«В единую сеть огромной мощности объединены суперкомпьютеры МГУ, ЮУрГУ, Нижегородского государственного университета, Уфимского государственного авиационного технического университета для решения задачи создания лекарства против повышенной свертываемости крови. Такой препарат создан, причем он в два-три раза более эффективен по сравнению с известным зарубежным аналогом».

Леонид Соколинский,
 профессор, директор
 Суперкомпьютерного
 центра ЮУрГУ, заведующий
 кафедрой системного
 программирования,
 доктор физико-
 математических наук



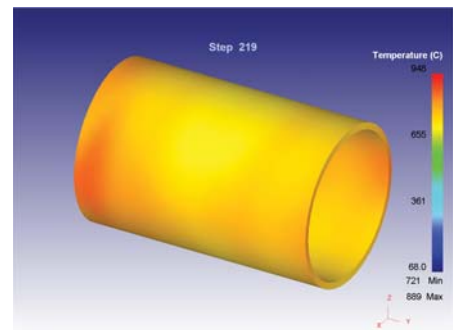
Основные заинтересованные отрасли экономики, для которых рассчитываются проекты в суперкомпьютерном центре университета — это машиностроение, металлургия и металлообработка, топливно-энергетический комплекс, легкая промышленность, производство суперкомпьютеров и программного обеспечения.



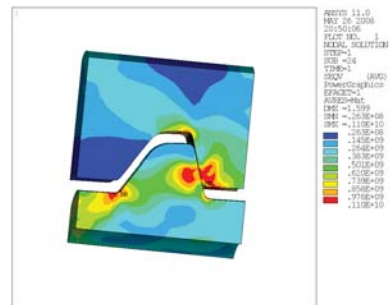
Структура загрузки суперкомпьютерного центра ЮУрГУ выглядит следующим образом: 54% — задачи инженерного моделирования, 42% — расчетные проекты в области естественных наук, 4% — социально-экономические задачи (для моделирования и прогнозирования экономических ситуаций, исследования в области автоматического принятия решений в экономической и управленческой деятельности).

В суперкомпьютерном центре ЮУрГУ решается широкий круг задач фундаментального и прикладного характера в таких областях, как материаловедение и нанотехнологии, моделирование синтеза новых материалов, создание новых лекарственных препаратов и анализ последствий различных чрезвычайных ситуаций, поиск и оценка запасов полезных ископаемых и многое другое. Из наиболее интересных задач, имеющих реальное значение для Челябинской области и всего Уральского региона, можно

отметить моделирование тонких турбулентных слоев в щелевых уплотнениях питательных насосов тепловых электростанций, расчет давления зданий на почву, расчет воздействия электрических полей на человека (при работе вблизи линий электропередач), моделирование деформационных изменений структуры трикотажных полотен на различных участках фигуры человека, расчет последствий различных аварий и стихийных бедствий, а также моделирование деформирования и разрушения тканевых бронежилетов при локальных пулевых ударах, моделирование процессов газофазной конденсации металлических наночастиц.



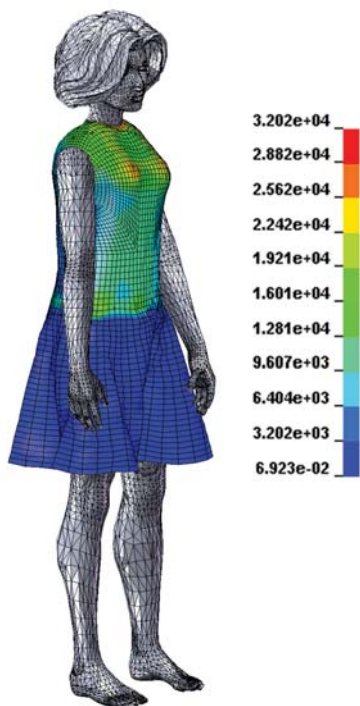
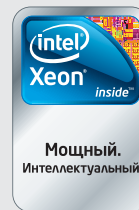
Еще один путь решения больших вычислительных задач — объединение нескольких суперкомпьютеров в единую грид-сеть. Суперкомпьютерный центр ЮУрГУ имеет и такой опыт работы.



Очевидно, что для решения такого класса и количества задач необходимы мощные вычислительные ресурсы. С самого начала создания собственного вычислительного центра (в 2000 г.) университет сделал выбор в пользу архитектуры Intel. С 2004 г. в вузе появился первый вычислительный кластер на базе серверных процессоров Intel® Xeon®. В 2008 г. в ЮУрГУ был установлен один из самых высокопроизводительных на тот момент в России суперкомпьютеров семейства «СКИФ» — «СКИФ Урал» на базе процессоров Intel® Xeon® E5472 с пиковой производительностью 16 TFLOPS. Его фактическая загрузка уже в конце 2009 года составила 100%, при этом среднее время простоя задачи в очереди составляло 10 часов, что обусловило необходимость дальнейшего наращивания мощностей суперкомпьютерного парка университета.

ЗАКОНОМЕРНЫЙ ПЕРЕХОД НА СЛЕДУЮЩИЕ ПОКОЛЕНИЯ ПРОЦЕССОРОВ INTEL® XEON®

Для исследования эффективности выполнения приложений на вычислительной системе со следующим поколением процессоров Intel® Xeon® — серии 5500 — группой сотрудников университета были отобраны несколько основных задач. Результаты их выполнения анализировались с точки зрения возможности масштабирования и оптимизации при участии специалистов подразделения по НРС-проектам компании Intel в Нижнем Новгороде (Россия). При запуске ряда задач на системе с процессорами Intel® Xeon® серии 5500 скорость их выполнения возрастала в 1,5-3 раза по мере увеличения числа узлов с 1 до 8 по сравнению с результатами, полученными ранее на предыдущем кластере «СКИФ Урал» на основе процессоров Intel® Xeon® серии 5400. Тем самым, на практике было подтверждено, что более высокая производительность подсистемы «процессор-память» на платформе с процессорами Intel® Xeon® серии 5500 значительно повышает кластерную масштабируемость задачи.



Кроме того, ЮУрГУ планирует дальнейшее наращивание производительности суперкомпьютера, и сейчас серьезно рассматривается вариант создания нового решения на базе самых современных процессоров Intel® Xeon® серии 5600. Проведенное ЮУрГУ тестирование показало, что при переходе с процессоров Intel® Xeon® 5500 на линейку Intel® Xeon® 5600 наблюдается 30-50% прирост производительности на различных задачах при том же количестве узлов. Путем замены 4-ядерных процессоров Intel® Xeon® серии 5500 на 6-ядерные Intel® Xeon® серии 5600 с тактовой частотой 3,33 ГГц (с сохранением всей текущей инфраструктуры) можно будет нарастить производительность суперкомпьютера «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» с 24 до 40,7 TFLOPS.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА «СКИФ-АВРОРА ЮУРГУ»:

- Число вычислительных узлов/процессоров/ядер: 256/512/2048
- Тип процессора: Intel® Xeon® X5570 (4 ядра с тактовой частотой 2,93 ГГц)
- Суммарная оперативная память вычислительных узлов: 3 ТБ (DDR3)
- Суммарная дисковая память вычислительных узлов: 60 ТБ, твердотельные накопители
- Тип системной сети: 3D-Тор, 60 Гбит/с, макс. задержка 1 мкс (русская разработка)
- Тип вспомогательной сети: InfiniBand QDR, 40 Гбит/с, макс. задержка 2 мкс
- Сервисная сеть: три независимые сенсорные и управляющие сети, включая SKIF-Servnet v.4 (русская разработка)
- Выделенная сеть глобальной синхронизации
- Программируемые FPGA-ускорители в каждом вычислительном узле. Связь FPGA-ускорителя со стандартными процессорами: 80 Гбит/с

«СКИФ-АВРОРА ЮУРГУ» — УНИКАЛЬНЫЙ СУПЕРКОМПЬЮТЕР С РОССИЙСКИМИ НОУ-ХАУ

ЮУрГУ было принято решение для создания нового суперкомпьютера использовать платформу «СКИФ-Аврора» (СКИФ ряда 4), разработанную в рамках реализации суперкомпьютерной программы «СКИФ-ГРИД» Союзного государства России и Белоруссии в широкой кооперации с целым рядом научных и коммерческих организаций. Один из соразработчиков этого решения, компания «РСК СКИФ» реализовала «под ключ» интеграционный проект инсталляции суперкомпьютерной системы «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» в Южно-Уральском государственном университете в кооперации с другими исполнителями программы «СКИФ-ГРИД», при активной технической поддержке корпорации Intel и участии других западных партнеров.

«СКИФ-Аврора ЮУрГУ» — это первый в мире суперкомпьютер на базе высокоэффективного жидкостного охлаждения и процессоров Intel® Xeon® серии 5500, содержащий в себе целый ряд уникальных российских ноу-хау.

Суперкомпьютерную платформу «СКИФ-Аврора», которая стала основой для создания вычислительного комплекса «СКИФ-Аврора ЮУрГУ», отличает высочайшая производительность, сверхвысокая плотность монтажа вычислительных узлов, повышенная надежность и управляемость. Отсутствие шума и вибрации в вычислительной системе достигается за счет применения жидкостного охлаждения всех компонентов вычислителя и использования твердотельных накопителей Intel SSD. Благодаря такому «зеленому дизайну» решение «СКИФ-Аврора» демонстрирует наилучшие в индустрии показатели энергоэффективности, что обеспечивает среднегодовую экономию затрат на электроэнергию

до 60% по сравнению с другими решениями. Применение передового жидкостного охлаждения в «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» позволяет обеспечить, прежде всего, сверхвысокую производительность и в дополнение значительно повысить отказоустойчивость и энергоэффективность.

Отличительными особенностями суперкомпьютера «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» являются:

- **Высочайший уровень плотности** вычислительной мощности — 32 двухпроцессорных узла (64 процессора Intel® Xeon® X5570) в одном шасси высотой 6U, что составляет 24 TFLOPS в одной стойке. Это в два раза превышает типичную плотность упаковки других суперкомпьютеров.
- **Жидкостное охлаждение всех компонентов вычислителя** является на сегодня самым инновационным и эффективным подходом в суперкомпьютерной индустрии по сравнению с традиционным воздушным или жидкостно-воздушным охлаждением и позволяет строить высокопроизводительные вычислительные системы с высочайшим уровнем плотности, а также снижает расход энергоресурсов системой охлаждения и электропитания. Высокая вычислительная плотность требует передовых методов жидкостного охлаждения, которые впервые в России и в мире на базе стандартных процессорных архитектур были применены в суперкомпьютере «СКИФ-Аврора ЮУрГУ». Жидкостное охлаждение обеспечивает прецизионное отведение тепла, что увеличивает срок службы электронных компонентов, а также повышает отказоустойчивость всего решения. Отсутствие вентиляторов делает суперкомпьютер практически бесшумным и исключает вибрацию, что существенно повышает надежность системы.

- **Гибридные вычислительные узлы.** Каждый узел включает два четырехъядерных 64-битных процессора Intel® Xeon® X5570 и FPGA-ускоритель для спецвычислений.
- **Твердотельные накопители Intel Solid State Disk** не имеют механических движущихся частей — данные хранятся в высокоскоростных микросхемах памяти.
- **Системная сеть с топологией 3D-Тор** (русская разработка). Масштабируемая системная сеть с топологией 3D-Тор и пропускной способностью 60 Гб/с, а также вспомогательная сеть InfiniBand QDR (40 Гб/с) создают единую сетевую архитектуру, обеспечивающую автоматическую или настраиваемую пользователем маршрутизацию сообщений MPI и ускорение специализированных протоколов. Задержка память-память составляет менее 1 мкс. Применение сетей стандартных архитектур не позволяет создавать системы с такой высокой вычислительной мощностью, какой можно достичь, используя суперкомпьютерную платформу «СКИФ-Аврора».
- **Выделенные сети глобальных прерываний и синхронизации** позволяют оптимизировать обмен данными между узлами, что существенно увеличивает производительность суперкомпьютера.
- **Уникальная иерархическая система управления** позволяет существенно уменьшить время простоя оборудования, упростить и сократить периоды выполнения сервисных операций по обновлению ПО и изменению режимов работы комплекса в целом.

Все эти новшества обеспечивают очень высокую производительность, компактность, повышенную надежность и управляемость системы, а также невысокую стоимость владения (ТСО).

ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Для максимально быстрого внедрения новой системы специалисты суперкомпьютерного центра ЮУрГУ уже с ноября 2009 года адаптировали ПО для «СКИФ-Аврора ЮУрГУ», используя для этого два вычислительных модуля суперкомпьютера, установленных в университете. Такой подход позволил обеспечить полноценную загрузку нового суперкомпьютера сразу же после его ввода в тестовую эксплуатацию в июне 2010 г. «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» уже используется для создания самого современного математического обеспечения, которое позволит моделировать на суперкомпьютере самые сложные экономические, физические, биохимические и технические процессы. Новую вычислительную систему также предполагается интенсивно использовать для решения сложных исследовательских задач в области нанотехнологий.

После получения статуса Национального исследовательского университета в ЮУрГУ выделены следующие приоритетные направления для развития научных исследований, которые потребуют активного использования мощных вычислительных ресурсов:

- Энергосбережение в социальной сфере
- Рациональное использование ресурсов и энергии в металлургии
- Суперкомпьютерные и грид-технологии в решении проблем энерго- и ресурсосбережения

Для создания необходимого вычислительного потенциала Южно-Уральский государственный университет планирует дальнейшее наращивание производительности суперкомпьютера. Среди стратегических задач суперкомпьютерного центра ЮУрГУ — попадание в первую сотню рейтинга TOP500 мощнейших суперкомпьютеров мира.

«Без преувеличения можно назвать проект «СКИФ-Аврора ЮУрГУ» настоящим прорывом, который приведет к комплексному развитию экономики Уральского региона. Суперкомпьютерные вычисления — это новые возможности для развития инновационной экономики в нашем регионе и всей стране, и ЮУрГУ готов быть катализатором для этого развития».

Александр Шестаков,
ректор Южно-Уральского
государственного
университета



СПРАВКА О ЮУрГУ

Южно-Уральский государственный университет основан в 1943 году и традиционно занимает почетное место в первой десятке лучших университетов России. ЮУрГУ — крупнейшее по количеству обучающихся (около 56 тыс. студентов) высшее учебное заведение РФ. В составе университета — 38 факультетов, два специальных факультета по переподготовке и повышению квалификации специалистов с высшим образованием, институт дополнительного образования, 3 техникума и колледжа, 13 филиалов в городах России. В 2007–2008 гг. ЮУрГУ в рамках Национального проекта «Образование» на конкурсной основе получил федеральный грант на реализацию своей инновационной образовательной программы «Энерго- и ресурсосберегающие технологии», по результатам выполнения которой был признан одним из лучших университетов в России. Одним из значимых результатов программы явилось создание в университете самого мощного на Урале Суперкомпьютерного центра. ЮУрГУ является соучредителем Суперкомпьютерного консорциума университетов России. 26 апреля 2010 года Южно-Уральскому государственному университету после участия в конкурсе среди 128 вузов РФ присвоен статус Национального исследовательского университета.



РСК СКИФ

О КОМПАНИИ «РСК СКИФ»

Компания «РСК СКИФ» — единственный в России и СНГ разработчик и интегратор суперкомпьютерных решений на основе архитектур и технологий корпорации Intel, передового жидкостного охлаждения и целого ряда собственных ноу-хау. Существующий потенциал компании позволяет: реализовать на практике самую высокую вычислительную плотность в индустрии на базе стандартных процессоров архитектуры x86, использовать полностью «зеленый» дизайн, обеспечить высочайшую надежность решения, полную бесшумность работы вычислительных модулей, 100% совместимость и гарантированную масштабируемость (подтвержденную сертификатом Intel Cluster Ready), при этом достигается беспрецедентно низкая стоимость владения и невысокий уровень энергопотребления. В 2009 году был заключен научно-технологический и бизнес-альянс между «РСК СКИФ», Институтом программных систем имени А. К. Айламазяна РАН (головным исполнителем от России суперкомпьютерной программы «СКИФ-ГРИД» Союзного государства) и итальянской компанией Eurotech Group (разработчиком и интегратором промышленных компьютерных решений — класса встраиваемых систем и НРС). Дополнительную информацию можно найти на веб-сайте www.rsc-skif.ru.



О КОРПОРАЦИИ INTEL

Корпорация Intel, ведущий мировой производитель инновационных полупроводниковых компонентов, разрабатывает технологии, продукцию и инициативы, направленные на постоянное повышение качества жизни людей и совершенствование методов их работы. Дополнительную информацию можно найти на веб-сайте www.intel.com/pressroom, на русскоязычном веб-сервере компании Intel www.intel.ru, а также на сайте blogs.intel.com.