



# суперкомпьютер СКИФ МГУ

**ДЛЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА МОСКОВСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**



Основанный в 1755 году, Московский университет по праву считается старейшим российским университетом. МГУ является крупнейшим университетом Российской Федерации, одним из ведущих центров отечественного просвещения, науки и культуры. Он осуществляет подготовку студентов по 27 направлениям и 57 специальностям, аспирантов и докторантов по 168 научным специальностям, которые охватывают практически весь спектр современного университетского образования. В настоящее время в МГУ обучается более 40 тысяч студентов, аспирантов, докторантов, а также специалистов в системе повышения квалификации. МГУ — ведущий научный центр страны, в составе которого сформировались крупные научные школы, работали и работают Нобелевские лауреаты, лауреаты Ленинской премии, Государственных премий СССР и России. Из 18 российских лауреатов Нобелевской премии 11 являлись выпускниками или профессорами Московского университета. 12% всех открытий, зарегистрированных в СССР, принадлежат ученым МГУ. В июне 1992 указом Президента Российской Федерации Московский университет получил статус российского самоуправляемого (автономного) высшего учебного заведения.

## ЗАДАЧА

Высокопроизводительные вычислительные системы являются необходимой частью современного научного или образовательного центра. Фундаментальные и прикладные исследования во многих областях физики, химии, математики, биоинженерии либо не представляются возможными, либо затягиваются на годы без использования высокопроизводительных вычислений. Оснащенность мощной современной техникой позволяет университетам выступать в роли центров инновационной активности и обеспечивать конкурентоспособность России на международной арене. Одним из основных требований МГУ к поставщику суперкомпьютерной системы стала поставка решения с наилучшим соотношением цена/производительность. Поставленная система должна была обеспечить вычислительную мощность в 60TFlops в рамках заданного бюджета, а также удовлетворить повышенным требованиям к надежности инфраструктуры суперкомпьютера, продиктованными ограниченными площадями помещения научно-исследовательского вычислительного центра. В открытом конкурсе на поставку суперкомпьютерной системы для МГУ победило предложение компании «Т-Платформы».

## РЕШЕНИЕ



**Суперкомпьютер «Т-Платформы» SKIF МГУ пиковой производительностью 60TFlops стал самым мощным компьютером в СНГ и Восточной Европе в марте 2008г. и занял 36-ую позицию в списке самых мощных компьютеров мира**

*«Целый ряд задач, решаемых находящимися на передовых рубежах науки коллективами Московского университета, требует использования суперкомпьютерных мощностей, как минимум, в несколько десятков триллионов операций в секунду. Сейчас на новом суперкомпьютере работают ведущие группы ученых как Московского университета, так и академических институтов, развивающие фундаментальные основы нанотехнологий, решающие сложнейшие задачи магнитной гидродинамики, гидро- и аэродинамики, квантовой химии, сейсмологии, компьютерного моделирования лекарств, климатологии, криптографии и других областей».*

Ректор МГУ имени М.В. Ломоносова  
академик РАН  
Виктор Садовничий

**19 марта 2008 года** компания «Т-Платформы», Институт Программных Систем РАН, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова и корпорация Intel объявили о завершении строительства самого мощного в России, странах СНГ и Восточной Европы суперкомпьютера **СКИФ МГУ** в рамках суперкомпьютерной Программы СКИФ-ГРИД Союзного государства. Пиковая производительность суперкомпьютера **СКИФ МГУ**, построенного на базе 1250 четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® E5472, составила 60 триллионов операций в секунду (TFlops). Реальная производительность системы на тесте Linpack — 47,17TFlops, составила 78,6% от пиковой, что явилось лучшим показателем эффективности среди всех систем первой сотни списка Top500 на базе четырехъядерных процессоров Intel® Xeon®. **СКИФ МГУ** построен на базе передовых технологических решений суперкомпьютерной отрасли и использует целый ряд российских разработок, созданных в рамках суперкомпьютерных программ СКИФ и СКИФ-ГРИД Союзного государства.

### Специализированное программное обеспечение

**СКИФ МГУ** впервые использует российские программные средства для кластерных систем, разработанные в рамках программы СКИФ-ГРИД и включающие отечественный кластерный дистрибутив ОС Linux, интегрирующий весь необходимый для работы кластера набор системного ПО, а также систему мониторинга и управления. Полнофункциональная программно-аппаратная система мониторинга разработки ИПС РАН позволяет удаленно управлять системой на всех уровнях через единый иерархический веб-интерфейс. Инновационные программные разработки ИПС РАН и НИВЦ МГУ (OpenTS и X-Com) позволили существенно упростить разработку параллельных приложений и организовать распределенные вычисления с использованием разнородных вычислительных ресурсов.

## Вычислительное ядро

Основу суперкомпьютера составляют blade-модули **T-Blade** производства «Т-Платформы», позволяющие разместить 20 четырехъядерных процессоров Intel® Xeon® с частотой 3.0ГГц на базе 45-нм техпроцесса в шасси высотой всего 5U и обеспечивающие наибольшую вычислительную плотность среди всех представленных на рынке blade-решений на базе Intel. Это первые blade-решения в отрасли, интегрирующие поддержку нового чипсета Intel 5400, что обеспечивает выигрыш в производительности реальных приложений до 30% и поддержку следующего поколения процессоров Intel. Модули **T-Blade** также совместимы с любыми стандартными видами интерконнекта и других внешних устройств благодаря слоту расширения PCI-Express 2.0. В качестве системной сети использована технология DDR InfiniBand с микросхемами компании Mellanox четвертого поколения. Архитектура этой новейшей реализации InfiniBand не только позволяет сократить время задержки при передаче сообщений до 1.2 микросекунд и улучшить масштабируемость приложений, но обеспечивает совместимость с новым, вдвое более производительным стандартом QDR InfiniBand.

## Система хранения данных

Система хранения данных **T-Platforms ReadyStorage ActiveScale Cluster**, разработанная специально для кластерных систем, обеспечивает прямой параллельный доступ всех вычислительных узлов к данным, устраняя узкие места традиционных сетевых хранилищ. Объем системы хранения суперкомпьютера СКИФ МГУ составил 60ТБ. Уникальная особенность **T-Platforms ReadyStorage ActiveScale Cluster** заключается в великолепной масштабируемости: при подключении новых модулей хранения возрастает не только объем хранилища, но и пропускная способность всей системы. **T-Platforms ReadyStorage ActiveScale Cluster** значительно упрощает задачу управления системой хранения за счет того, что доступ к данным осуществляется через единое глобальное пространство имен. Таким образом, **T-Platforms ReadyStorage ActiveScale Cluster** позволяет практически неограниченно увеличивать объем хранилища, не создавая дополнительных сложностей администрирования. Сбалансированное программно-аппаратное решение не содержит единой точки отказа и обеспечивает высокую отказоустойчивость, простоту резервного копирования и восстановления данных.

## Инженерная инфраструктура

Инженерная инфраструктура **СКИФ МГУ** проектировалась с учетом существенных ограничений, накладываемых выделенными помещениями и связанными с общей энергетической инфраструктурой МГУ. Исходя из общей ситуации, для обеспечения энергоснабжения были использованы пять модульных источников бесперебойного питания Symmetra PX мощностью 80 кВт с резервированием N+1. В связи с высоким удельным тепловыделением (до 26 кВт на одну стойку) охлаждение обеспечивается внутрирядными прецизионными кондиционерами, использующими в качестве теплоносителя раствор этиленгликоля. Также была использована система «герметизации» горячего коридора для обеспечения контроля воздушных потоков. Для охлаждения теплоносителя были установлены три водоохлаждающие машины внешнего моноблочного исполнения. Такой вариант размещения позволил при низких температурах воздуха на улице обеспечить охлаждение помещения без использования компрессоров, что позволяет почти в два раза снизить годовое энергопотребление системы охлаждения. Кроме того, в гидравлическом контуре установлены накопительные баки для обеспечения охлаждения в случае отключения внешнего энергоснабжения. Также обеспечивается общий контроль климата в помещении, параметров работы кондиционеров и ИБП с единой консоли управления.

Суперкомпьютер **СКИФ МГУ** стал седьмым по мощности среди всех суперкомпьютеров, использующихся в мировой системе образования.

**СКИФ МГУ** занял 36-ое место в опубликованной 14 июня 2008 г. 31-ой редакции мирового рейтинга Top500, что являлось абсолютным рекордом для системы российского производства. Использование **СКИФ МГУ** позволяет моделировать изменения климатических условий, вызванные антропогенными факторами; проводить исследования во многих областях современной химии, науки о материалах, нанотехнологий; решать сложнейшие задачи магнитной гидродинамики, квантовой химии, сейсмологии, компьютерного моделирования лекарств, климатологии, криптографии. Огромный научный потенциал ученых Университета в совокупности с уникальными возможностями суперкомпьютера **СКИФ МГУ** позволяют проводить исследования на качественно новом уровне.

## Применение

Суперкомпьютер **СКИФ МГУ** дал возможность Московскому государственному университету получить ряд значимых результатов по целому ряду направлений уже в первые месяцы эксплуатации. Ученые МГУ и РАН разработали уникальный комплекс моделей для прогнозирования наиболее значимых изменений климатических условий. При использовании этих моделей удалось увеличить точность расчетов со 100 до 10 км. В моделировании газодинамического обтекания тел удалось достичь высокой точности расчетов обтекания кузова автомобиля на тетраэдральных сетках (более 1,2 миллиарда тетраэдров). С использованием **СКИФ МГУ** ведется разработка нового лекарства от СПИДа, а также соединений, способных останавливать деление раковых клеток. **СКИФ МГУ** используется для решения ключевых задач водородной и метанольной энергетики, а также расчетов атомных реакторов малой мощности.



## РЕЗУЛЬТАТ



*«Сегодня мы можем независимо от Запада производить отечественные суперкомпьютеры, мощность которых позволяет ставить перед собой самые сложные задачи».*

Председатель Государственной думы Федерального Собрания Российской Федерации  
Борис Грызлов

**Компания «Т-Платформы»** — ведущий российский разработчик и производитель комплексных решений для высокопроизводительных вычислений и центров обработки данных. По данным аналитического агентства IDC компания «Т-Платформы» занимает более 20% рынка высокопроизводительных решений СНГ. «Т-Платформы» является единственной отечественной компанией, пять собственных решений которой вошли в число самых мощных компьютеров мира Top500. Компания «Т-Платформы» специализируется на разработке готовых программно-аппаратных вычислительных комплексов любой сложности с предустановленными специализированными и прикладными программными продуктами, оптимизированные под конкретные задачи заказчика. «Т-Платформы» — единственная российская компания, имеющая собственные разработки в области суперкомпьютинга и ведущая разработку собственных электронных компонентов для суперкомпьютерных систем.

**Компания «Т-Платформы»** предлагает широкий спектр продуктов и сервисов для высокопроизводительных вычислений и центров обработки данных, включая кластерные системы и суперкомпьютеры с общей памятью, «персональные суперкомпьютеры», серверы, системы хранения данных, специализированное и прикладное программное обеспечение, услуги аренды машинного времени и оборудованных площадей, а также консалтинговые, образовательные и другие услуги **Центра Кластерных Технологий**. Кластерные решения компании «Т-Платформы» имеют лучшее на российском рынке соотношение «цена/производительность», отвечая самым высоким мировым требованиям к мощности и отказоустойчивости. Технологическое партнерство с ведущими производителями и высокий профессиональный уровень команды позволяют компании в сжатые сроки реализовывать технологические решения любой сложности и обеспечивать эффективный контроль качества на всех этапах, от разработки до внедрения суперкомпьютерных систем.

---

**Компания «Т-Платформы»**  
117198, г. Москва, Ленинский пр-т  
д. 113/1, офис Е-520

тел. +7 (495) 956-54-90  
факс +7 (495) 956-54-15

sales@t-platforms.ru  
<http://www.t-platforms.ru>

2008 г.