

суперкомпьютер МИИТ Т-4700

**ДЛЯ ЦЕНТРА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

Центр обработки данных Московского Государственного Университета путей сообщения

Единая инфраструктура для решения бизнес-задач и высокопроизводительных вычислений



МИИТ — старейший и ведущий транспортный вуз России. В составе университета действуют 10 институтов и более 20 научных школ, ведущих исследования по таким направлениям как повышение экономической эффективности работы железнодорожного транспорта, создание энерго- и ресурсосберегающих технологий, разработка транспортных средств, обеспечение безопасности движения подвижного состава,



решение экологических проблем на железнодорожном транспорте, создание эффективных систем управления перевозочным процессом, экономикой, финансами, инфраструктурой на основе развития телекоммуникаций и информатизации. Научные исследования в университете носят прежде всего практическую направленность — почти все разработанные проекты были воплощены в жизнь.

Основным партнером университета по научно-исследовательской работе является ОАО «Российские железные дороги».

Сегодня на базе МИИТа строится крупный образовательный холдинг: в результате присоединения к структуре вуза более 40

профильных филиалов количество студентов вырастет до 125 тысяч. В условиях укрупнения структуры проблема управления бизнес-процессами встала перед вузом особенно остро.

Перед МИИТом остро встала проблема управления бизнес-процессами

■ На сегодняшний день в большинстве российских вузов преобладает так называемая «лоскутная» автоматизация бизнес-процессов управления, где отдельные программно-аппаратные модули не интегрированы в единую систему. В итоге разные подразделения, такие как отдел кадров, договорной отдел, учебные отделы, библиотека, бухгалтерия, общежития или приемная комиссия, ведут собственные базы данных, никак не связанные друг с другом. Незрелость автоматизации делает управление крайне непрозрачным и во многих случаях ведет к низкой эффективности и финансовым потерям. Для нового холдинга на базе МИИТа, включающего филиалы в разных городах, отсутствие единой информационной системы привело бы к неуправляемости структуры в целом.

Незрелость автоматизации делает управление крайне непрозрачным

■ Для повышения эффективности и прозрачности процесса управления руководство вуза в 2002 году приняло генеральное решение: отказаться от «островковых» модулей автоматизации и разработать собственную единую корпоративную систему управления, интегрирующую данные всех подразделений. Типичную для российских вузов ситуацию, когда разными подразделениями в локальные системы заново вводятся по сути одни и те же данные, необходимо было исправить. Внедрение готовой ERP-системы было признано неэффективным ввиду отсутствия на рынке решений, обладающих полной функциональностью и учитывающих при этом многочисленные особенности, присущие крупному вузу.

В МИИТе была создана единая корпоративная система управления вузом

■ В результате работы Информационно-аналитического центра МИИТа была создана единая корпоративная система управления вузом, в которой содержится информация по учету кадров, движению студентов, учебным планам, рейтингам успеваемости, оценкам и задолженностям студентов, учету платного обучения и расчетам стипендий, финансовому планированию, учёту проживающих, а также библиотечная информация. Например, благодаря интеграции данных информация об абитуриенте, заведенная в базу сотрудниками приемной комиссии, становится доступна всем отделам университета. Внедренная в вузе система электронной очереди не только сделала процесс подачи заявлений более комфортным и быстрым, но и сильно упростила ввод информации о будущих студентах, которых в приемной комиссии бывает до пятисот человек в день. Двадцать операторов легко справляются с таким потоком, размещая в электронной базе полные данные об абитуриентах, включая фотографии.

Интеграция данных поставила перед университетом новые задачи

■ Требовалось организовать авторизованный доступ к корпоративной базе данных с удобным интерфейсом, а также обеспечить бесперебойную работу системы управления в условиях возросшего числа обращений пользователей к базе. Например, абитуриенты могут легко получить доступ к результатам вступительных экзаменов через интернет, но возникающие при этом пиковые нагрузки предъявляют повышенные требования к аппаратной части системы.

Помимо оптимизации процесса управления университет поставил перед собой задачу внедрения технологий высокопроизводительных вычислений, позволяющих многократно сократить сроки реализации инновационных

ЗАДАЧА

- **создание отказоустойчивой инфраструктуры для единой системы управления университетом, интегрирующей данные всех подразделений**
- **интеграция суперкомпьютерного комплекса в общее информационное пространство для коллективной работы**

проектов МИИТа по разработке новых инженерных сооружений и транспортных средств. Новый суперкомпьютерный комплекс было необходимо интегрировать в общее информационное пространство вуза и обеспечить удобный доступ исследователей к мощным вычислительным ресурсам.

■ В качестве поставщика комплексного программно-аппаратного решения, обеспечивающего работу единого информационного пространства для учебной, научной и деловой активности университета, в ходе конкурса была выбрана компания «Т-Платформы».

РЕШЕНИЕ

- оригинальное решение «Т-Платформы» позволило объединить общей высокоскоростной сетевой инфраструктурой компоненты для решения разнородных задач

Компания «Т-Платформы», благодаря огромному опыту построения высокопроизводительных конфигураций, оптимизированных для решения самых разных пользовательских задач, смогла предложить вузу инновационное и универсальное решение. Оригинальная концепция позволила объединить общей высокоскоростной сетевой инфраструктурой и подключить к единой системе хранения компоненты для решения разнородных задач: отказоустойчивый кластерный комплекс для обработки базы данных и суперкомпьютер для высокопроизводительных вычислений.

Инфраструктура на основе кластерных технологий

■ Последние версии СУБД Oracle дают возможность эффективно использовать кластерные технологии для работы с базами данных. Бесперебойная работа системы управления МИИТа обеспечивается с помощью кластера баз данных **T-Forge DataBase** на базе 2-х четырехпроцессорных узлов **Taurus** с четырехъядерными процессорами AMD Opteron™ 8356 (Barcelona), на котором установлена СУБД Oracle 11g с опцией Oracle Real Application Cluster. Дублированная сетевая инфраструктура на основе высокоскоростной сети InfiniBand объединяет кластер базы данных с 4-узловым кластером серверов приложений на базе 2-процессорных узлов **Discus** с четырехъядерными процессорами AMD Opteron 2356 и 32 ГБ оперативной памяти на узел.

Благодаря дублированию всех компонентов инфраструктура корпоративной системы управления МИИТа не содержит единой точки отказа. Высочайшая степень надежности работы обеспечивается в первую очередь использованием кластерных технологий.

■ Двухузловой кластер на базе Oracle Web Cache служит для кэширования запросов пользователей в оперативной памяти и уменьшения времени реакции системы. Для интеллектуального распределения нагрузки между узлами кластера Oracle Web Cache предусмотрен комплект из двух коммутаторов контента Cisco 11503. Эти устройства помимо интеллектуального распределения нагрузки

способны обнаружить «отказ» любого из узлов, за доступ к которым они отвечают, и перевести подключение на работоспособный узел. Инфраструктуру дополняют дублированные устройства обеспечения безопасности и маршрутизаторы Cisco. Высокопроизводительная система хранения данных с интерфейсом Fiber Channel **T-Platforms ReadyStorage SAN 6998** и полезным объемом около 60 ТБ, а также система резервного копирования на базе ленточной библиотеки объемом 30 ТБ подключены к кластеру баз данных с помощью дублированной сети InfiniBand. Инфраструктуру дополняют 6 вспомогательных двухпроцессорных серверов с четырехъядерными процессорами AMD Opteron.

■ На кластере серверов приложений развернется корпоративный портал МИИТа на основе технологии Oracle Portal, а также решение для организации общего пространства коллективной работы на базе продукта Oracle Beehive (закуплено 2500 пользовательских лицензий). Приказы ректора и объявления по университету, информация об оценках и задолженностях, корпоративная почта и график совещаний, а также многое другое будет доступно студентам и сотрудникам в личных кабинетах корпоративного web-портала МИИТа. Реализуемая концепция представляет собой хороший пример построения «живого» портала на оперативных данных корпоративной системы, где пользователи, выполняя свою ежедневную работу, тем самым наполняют портал актуальными данными. За авторизацию пользователей и безопасное разграничение доступа отвечает модуль Identity Management. С помощью пакета Oracle Learning Management корпоративный портал МИИТа позволит организовать дистанционное обучение студентов более чем 40 филиалов по всей стране.

Приказы ректора, объявления по университету, информация об оценках, корпоративная почта и многое другое будут доступны студентам и сотрудникам в личных кабинетах корпоративного web-портала МИИТа

Библиотека университета поэтапно будет оцифрована и размещена в базе данных. Основная цель этой работы —

организация интеллектуального и полнотекстового поиска. Решение Oracle Text с опцией Russian Context Optimizer позволит искать по всему массиву информации с учётом морфологии и словоформ русского языка. Созданное решение будет положено в основу Электронной Транспортной Библиотеки.

Полностью функциональность корпоративного портала МИИТа планируется реализовать к концу 2009 года.

Суперкомпьютер МИИТ Т-4700

Для решения ресурсоемких вычислительных задач при промышленном проектировании, стоящих перед исследователями университета, МИИТ приобрел суперкомпьютерный комплекс «Т-Платформы» МИИТ Т-4700.



МИИТ Т-4700 на момент открытия стал самым мощным в России суперкомпьютером на базе процессоров AMD Opteron™ 2356 (Barcelona).

Вычислительный кластер на базе 64-х двухпроцессорных узлов **Discus** с четырехъядерными процессорами AMD Opteron™ (Barcelona) обеспечивает пиковую производительность 4,7 триллионов операций в секунду (Тфлопс). Реальная производительность кластера на тесте Linpack составила 3,89 Тфлопс (83% от пиковой). В качестве интерконнекта решение использует наиболее производительную сетевую технологию InfiniBand, объединяющую суперкомпьютер с системой хранения данных и оборудованием корпоративного портала МИИТа.

Благодаря объединению всех аппаратных компонентов комплекса в единую высокоскоростную сеть университет сможет организовать удобный доступ к вычислительным ресурсам системы МИИТ Т-4700 непосредственно через корпоративный портал, что существенно упростит внедрение новых технологий в процесс исследований и разработок.

Университет сможет организовать доступ к вычислительным ресурсам МИИТ Т-4700 через корпоративный портал

Суперкомпьютер МИИТа укомплектован набором свободно распространяемых средств управления и мониторинга, а также специализированными средствами разработки и отладки приложений PGI Server от компании Portland Group.

В комплект поставки также вошли предустановленные прикладные продукты компании MSC Software Corp. для прочностных, гидро- и газодинамических расчетов, пакет для промышленного моделирования SolidWorks, а также пакеты для моделирования и оптимизации транспортных потоков PTV Vision®.

Инженерная инфраструктура

■ Оборудование Центра обработки данных МИИТа использует общую отказоустойчивую инфраструктуру электропитания и климатическую систему. Система бесперебойного электропитания мощностью 60 КВт поддерживает «горячую замену» основных компонентов и имеет уровень резервирования N+1, обеспечивая автономную работу оборудования под полной нагрузкой до 10 минут при сбоях электросети.

Для отвода тепла инженерами «Т-Платформы» была спроектирована модульная система охлаждения с герметичным «горячим коридором» между стойками с вычислительными узлами.

Решение имеет уровень резервирования всех компонентов N+1 и, в аварийном случае, обеспечивает поддержание температурного режима в помещении не менее 10 минут. Центр обработки данных МИИТа также оснащен системой автоматического газового пожаротушения.



Промышленное моделирование в МИИТе:

РЕСУРСОЕМКИЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА

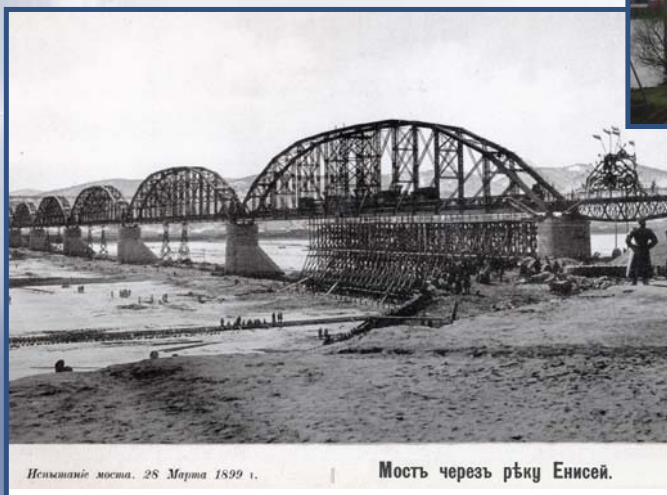
Проектирование зданий, мостов, тоннелей и подземных сооружений с помощью методов математического моделирования

- На кафедрах
«Строительная механика»,
«Мосты»,
«Теоретическая механика»,



Живописный мост, Москва

Вантовый мост через Москва-реку в Серебряном бору открыт в 2007 году. Длина моста — 1460 м.



Испытание моста. 28 Марта 1899 г.

Мост через рѣку Енисей.

зачастую по заказу проектных институтов и коммерческих организаций, методами математического моделирования решаются задачи проектирования зданий, мостов, тоннелей и подземных сооружений. Из недавних примеров таких работ можно упомянуть проведенную сотрудниками кафедр экспертную оценку устойчивости Живописного моста в Серебряном Бору и расчет напряженно-деформированного состояния строящегося подземного комплекса на площади Тверской заставы.

Точные расчеты устойчивости, жесткости, прочности, прогрессирующего разрушения транспортных сооружений, аэродинамические расчеты при проектировании мостов и зданий, моделирование устойчивости опор мостов к обтеканию водой требуют учета большого количества неизвестных — до 10 млн. и более. Чем меньше неизвестных учитывает расчет модели, тем менее точен весь расчет.

В условиях нехватки компьютерных ресурсов исследователи вынуждены были ограничивать расчетную схему и представлять многие детали сооружений в упрощенном виде. Например, расчет напряженно-деформированного состояния моста, использующий всего 1,3 млн. неизвестных, занимает 4 часа на 1 процессоре; при этом время решения задачи при увеличении количества неизвестных возрастает

пропорционально кубу порядка, т.е. только суперкомпьютер с 1000 процессоров мог бы решить такую задачу с нужным количеством неизвестных за то же время. С другой стороны,

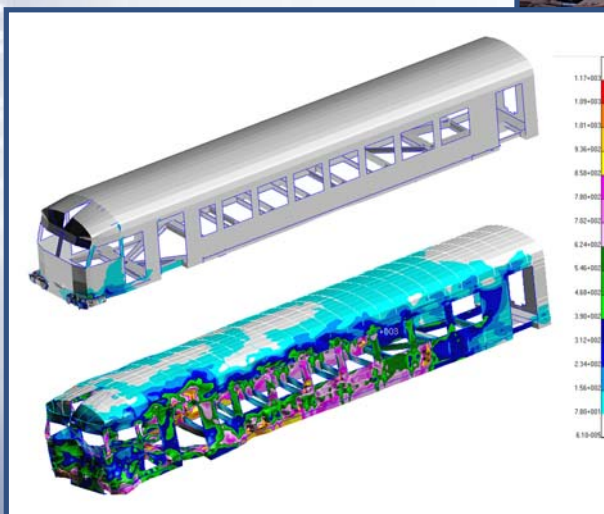
Использование суперкомпьютера позволит исследователям вывести разработки на качественно новый уровень

именно точность расчета позволяет получать прямую выгоду от использования компьютерного моделирования: не использовать избыточный запас прочности в материалах и сокращать стоимость строительства, прогнозировать долговечность конструкции и планировать профилактические работы, продлевать жизненный цикл сооружений. Использование суперкомпьютера в комплекте с программными пакетами от MSC Software позволит исследователям вывести разработки на качественно новый уровень.

Динамика и прочность ходовых частей локомотивов и вагонов

■ На кафедре «Электрическая тяга» группа специалистов по механическому и электрическому оборудованию электроподвижного состава (электровозам и электропоездам) решает задачи, связанные с динамикой и прочностью ходовых частей локомотивов и вагонов.

Элементы ходовых частей поездов при движении по железнодорожному пути подвер-



гаются большим динамическим нагрузкам, которые многократно возрастают с увеличением скорости движения до 100 км/ч и выше. При этом появляются побочные эффекты, например возрастающий уровень шума, аэродинамическое сопротивление движению, высокочастотные вибрации. Для преодоления этих эффектов необходимы инновационные инженерные решения, разработка которых требует учета реальных характеристик материалов конструкций — без этого невозможно предсказать долговечность конструкции. Кроме того, к скоростным локомотивам и электропоездам предъявляются особые требования по безопасности локомотивной бригады и пассажиров. Эти требования должны

реализовываться в устройствах пассивной защиты, для разработки которых необходимо проведение множества крэш-тестов. Например, реальное макетирование вариантов столкновений поездов с большегрузными автомобилями на железнодорожных переездах, попросту невозможно.

МИИТ Т-4700 позволит исследователям не поступаться качеством постановки задачи и получить точные результаты моделирования за приемлемое время

Для математического описания таких задач требуется учитывать миллионы переменных. В современных условиях время решения задачи является ключевым фактором для дальнейшего практического применения полученных резуль-

татов. Таким образом, ученые должны либо ограничивать математическое описание задачи, сокращая круг исследуемых взаимосвязанных процессов, либо применять высокопроизводительные вычислительные кластерные системы. Суперкомпьютер МИИТ Т-4700 позволит исследователям не поступаться качеством постановки задачи и получать точные результаты моделирования за приемлемое время.

Оптимизации управления транспортным комплексом

■ Помимо задач инженерного проектирования перед МИИТом стоят задачи оптимизации управления транспортным комплексом. Приобретенные пакеты PTV Vision позволяют проводить микро- и макроскопическое моделирование потоков личного, общественного и грузового транспорта, пешеходного движения, настройки работы светофоров в зависимости от заданных параметров, анализа заторов и трехмерных динамических визуализаций перекрестков и развязок. В целом система позволит создавать и проигрывать комплексные сценарии развития транспортных систем в зависимости от изменения отдельных составляющих.

Компания «Т-Платформы» — ведущий российский разработчик и производитель комплексных решений для высокопроизводительных вычислений и центров обработки данных. «Т-Платформы» является единственной отечественной компанией, пять собственных решений которой вошли в число Top500 самых мощных компьютеров мира. Компания «Т-Платформы» также единственная российская компания, имеющая собственные разработки для суперкомпьютерных систем — такие как первая отечественная блейд-система T-Blade. Компания специализируется на разработке готовых программно-аппаратных вычислительных комплексов любой сложности с предустановленными специализированными и прикладными программными продуктами, оптимизированные под конкретные задачи заказчика. Компания предлагает широкий спектр продуктов для высокопроизводительных вычислений и центров обработки данных, таких как кластерные системы и суперкомпьютеры с общей памятью, серверы, системы хранения данных, специализированное программное обеспечение, а также **полный комплекс услуг Центра Кластерных Технологий** для пользователей высокопроизводительных вычислений, включая услуги суперкомпьютерного моделирования и высокопроизводительных расчетов. Более подробная информация о компании и ее продуктах — на сайте www.t-platforms.ru.

117198, г. Москва, Ленинский пр-т
дом 113/1, офис E-520

тел. +7(495) 956-54-90

факс +7(495) 956-54-15

Email: sales@t-platforms.ru

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

© ОАО «Т-Платформы». Все права защищены. 2009 г.