

# ИСТОРИЯ УСПЕХА: СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## ЗАКАЗЧИК

Северо-Восточный федеральный университет был создан в 2008 году на базе Якутского государственного университета имени М.К. Аммосова с присоединением к нему ГОУ ВПО «Якутский государственный инженерно-технический институт», ГОУ ВПО «Саха государственная педагогическая академия», ФГНУ «Институт региональной экономики Севера», ФГНУ «Институт прикладной экологии Севера», ФГНУ «Институт математики», ФГНУ «Институт здоровья», подведомственных Федеральному агентству по образованию, учреждений образования и науки другой ведомственной принадлежности.

Стратегическая цель ВУЗа – подготовка высококвалифицированных кадров, обучение и воспитание молодых людей с высокими духовными и нравственными принципами и отличным физическим здоровьем, способных взять на себя ответственность и умеющих отстаивать экономические, политические интересы и культурные ценности своей страны.

В конце июля 2010 года Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова признан лауреатом Межрегионального конкурса «Лучшие вузы Дальневосточного федерального округа – 2010» и включен в национальный реестр «Знак качества». Сегодня СВФУ имени М.К. Аммосова призван стать центром интеграции образования, науки, производства и обеспечить высококвалифицированными специалистами растущую экономику Якутии и всего Дальнего Востока.

## ЗАДАЧИ БИЗНЕСА

Назначение нового суперкомпьютера – быть инструментом для ускорения инновационных разработок университета, способствовать тому, чтобы научные исследования проводились на базе самых современных компьютерных технологий.

Среди задач суперкомпьютера, во-первых, создание институтами и подразделениями университета новых

технологий и усовершенствование уже созданных, проведение научных исследований и изысканий. Во-вторых, это подготовка специалистов высокого уровня для различных областей экономики. В-третьих – предоставление в перспективе вычислительных мощностей работающим на территории Республики Саха коммерческим компаниям для обсчета их прикладных задач.

**Ректор СВФУ Евгения Исаевна Михайлова: «Теперь в СВФУ насчитывается три кластера-суперкомпьютера. Они находят свое применение при решении практически любых задач науки и техники. В Центре прикладных высокопроизводительных технологий СВФУ ученые, преподаватели и специалисты министерств и ведомств будут проводить исследования и сложные вычисления. Это и моделирование физических процессов, нанотехнологии, проблемы вычислительной химии и биологии, медицины, автоматизации проектирования и многое другое».**

## РЕШЕНИЕ

Проект создания суперкомпьютерного ЦОД был выполнен в очень сжатые сроки, менее чем за 5 месяцев (июль-ноябрь 2011 года), в сложных природно-климатических условиях. Обычно подобные проекты внедряются за 9-12 месяцев. Комплекс обеспечивает круглогодичную работу кластера в диапазоне температур атмосферного воздуха от -60 до +40 градусов Цельсия.

В конце сентября - начале октября 2011 года в Москве прошли испытания суперкомпьютера на базе вычислительного центра Академии Наук РФ. Работы велись в очень жестком графике совместными усилиями группы специалистов ИНЛАЙН ГРУП, Hewlett-Packard и Института системного программирования РАН. Это стало одним из важнейших факторов ускорения работ по проекту.

# ОПИСАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

## Общая архитектура вычислительного комплекса

В качестве аппаратной серверной платформы для построения вычислительного комплекса Северо-Восточного Федерального университета была использована модульная архитектура HP BladeSystem. Блейд-архитектура позволяет обеспечить масштабируемость комплекса, компактность, существенно повысить легкость в обслуживании, сократить количество кабельных соединений, оптимизировать нагрузки на системы электропитания и охлаждения центра обработки данных.

## Описание и характеристики вычислительных компонентов



### HP Blade c-class C7000

Блейд-системы – наиболее динамично развивающийся сегмент серверного рынка, как в области корпоративных систем, так в области построения вычислительных систем для научно-технических расчетов.

Блейд-система – это интегрированный комплекс, представленный полкой, монтируемой в стандартный шкаф, который сочетает в себе серверные компоненты – вычислительные узлы, единую инфраструктуру питания и охлаждения всех узлов, решения по обеспечению взаимодействия серверов между собой и с внешними сетями, такими как Gigabit Ethernet, FibreChannel, Infiniband и т.д.

За счет интеграции компонентов блейд-система позволяет достичь ряда существенных преимуществ перед стоечными системами, как в эксплуатационном плане (компактность, сокращения кабельных соединений, сокращение энергопотребления и тепловыделения), так и в плане управляемости, легкости в обслуживании, гибкости системы в целом. В блейд-систему уже встроены средства обеспечения избыточности

по питанию, охлаждению, сетевым соединениям. При этом блейд-серверы ни в чем не уступают своим стоечным аналогам с точки зрения производительности, масштабируемости, расширяемости. В данном решении используется современная платформа HP BladeSystem c-Class.



### HP ProLiant BL2x220c G7

HP ProLiant BL2x220c G7 – это передовой сервер высокой плотности, предлагающий лучшие в отрасли сетевые возможности благодаря встроенному решению Mellanox QDR Infiniband. Он обеспечивает специализированную сетевую среду Infiniband, позволяющую упростить и удешевить управление сетью. Высокая плотность и улучшенные сетевые возможности обеспечивают превосходную производительность и экономии питания для современных центров обработки данных.



### HP ProLiant SL390s G7

Сервер HP ProLiant SL390s G7 входит в состав новой линейки продуктов HP ProLiant SL6500 Scalable System. Эти решения HP обеспечивают высокую масштабируемость, значительное сокращение затрат, эффективное использование ресурсов питания благодаря общим

блокам питания и вентиляторам и исключительную гибкость. SL390s G7 состоит из двух серверных полок, каждая из которых обладает своими преимуществами. Первая представляет собой полку 1U половинной ширины, вторая – полку 2U половинной ширины. Обе полки используют одну системную плату и входят в корпус HP ProLiant s6500 высотой 4U. SL390s G7 – это сервер с двумя сокетом для процессоров Intel, 12 слотами DDR3 DIMM, 2 портами 1 Gb Ethernet, 1 портом 10 Gb Ethernet (SFP+) и дополнительным портом Infiniband (QSFP). Корпус s6500 высотой 4U позволяет разместить до 8 серверов-лезвий половинной ширины с возможностью индивидуального обслуживания каждого сервера. Он также поддерживает до 4 блоков питания, основные и резервные вентиляторы с возможностью горячей замены.

Графические процессоры Tesla 2070 обеспечивают пиковую производительность вычислений двойной точности почти в 10 раз выше, чем у четырех-ядерных процессоров x86, а также поддерживают ECC память. Модуль Tesla M2070 предлагает пользователю все привычные преимущества вычислений на GPU, обеспечивая максимальную надежность и тесную интеграцию с системами мониторинга и инструментами управления. По сравнению с аналогичными суперкомпьютерами на базе только CPU-серверов, системы с вычислительными модулями Tesla GPU 2070 потребляют почти в 20 раз меньше электроэнергии и почти в 10 раз дешевле по стоимости.

## Сеть передачи данных

Для построения высокопроизводительной сети передачи данных использовались технологии Infiniband 4X QDR. В архитектуре InfiniBand реализован прямой удаленный доступ к памяти (remote direct memory access - RDMA), позволяющий доставлять данные непосредственно в память процессора, не вовлекая системные вызовы. Данная архитектура, за счет своей уникальности и высокой производительности, идеально подходит для построения вычислительных кластеров.

Каждый вычислительный узел может быть укомплектован Infiniband 4X QDR HCA адаптером, в каждой полке установлен интегрированный 32-х портовый коммутатор Infiniband 4X QDR, к 16 портам которых подключаются серверы, к 16 другим портам – ядро сети. Использование таких интегрированных систем позволяет существенно упростить коммутацию, кардинально сократить число используемых кабельных соединений, обеспечить масштабируемость системы и простоту в обслуживании.

Ядро сети, объединяющее все полки с интегрированной InfiniBand инфраструктурой, а также при необходимости параллельную систему хранения данных, строится на базе внешних модульных коммутаторов Infiniband 4X QDR. Количество коммутаторов и портов

в каждом коммутаторе определяется требованиями к высокоскоростной сети передачи данных.

## Локальная вычислительная сеть

Ядро локальной вычислительной сети управления построено на базе модульных коммутаторов HP ProCurve, к которым подключены все серверные полки и модуль сопряжения с внешними сетями. Поддерживается до 192 порта RJ-45 10/100/1000-T.



## Управляющий узел

В качестве управляющих узлов использованы сервера HP DL380 G7. Модель HP ProLiant DL380 G7 продолжает традицию инженерного и технологического совершенства решений HP. Этот сервер сочетает повышенную гибкость и производительность, увеличенный период безотказной работы, высокую управляемость посредством ПО HP Insight Control, передовую 2-сокетыную архитектуру с процессорами Intel® Xeon® и высокую плотность размещения в форм-факторе 2U.



## Система хранения данных

В качестве подсистемы хранения данных использованы дисковые полки HP StorageWorks D2600, представляющие собой новое поколение внешних многоуровневых систем хранения на базе технологии 6 Гб SAS. Это решение обеспечивает необходимую гибкость и широкие возможности расширения. Оно позволяет наращивать производительность и емкость системы хранения данных по мере необходимости. Данное решение позволяет использовать до 96 дисков LFF или 100 дисков SFF.



## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

В конце ноября 2011 года в Северо-Восточном федеральном университете им. М.К. Аммосова (г. Якутск) был запущен в эксплуатацию вычислительный кластер «Ариан Кузьмин», который вошел в список ТОП-50 наиболее мощных суперкомпьютеров СНГ.

Проект был выполнен компанией ИНЛАЙН ГРУП и заключался в создании «с нуля» и «под ключ» суперкомпьютерного ЦОД, включая инженерное обеспечение на базе оборудования APC и компьютерного гибридного кластера на платформе HP BL2x220 (160 узлов, 1920 ядер) и HP SL390 (39 узлов с ГПУ Tesla M2070).

Построенный кластер «Ариан Кузьмин» состоит из 160 серверных узлов, его дисковый массив насчитывает 100 терабайт, а суммарная пиковая производительность узлов достигает 50 Тфлопс. Кластер оснащен самым современным инженерным оборудованием – системами бесперебойного электропитания и кондиционирования. Это один из мощнейших гибридных суперкомпьютеров в России, и самый мощный на Дальнем Востоке.

Новый гибридный вычислительный кластер назван в честь экс-ректора ЯГУ (1973 – 1986), доктора физико-математических наук, профессора Ариана Ильича Кузьмина, внесшего большой вклад в развитие якутского университета.

**Владимир Янушкевич, первый заместитель генерального директора, директор по продажам компании ИНЛАЙН ГРУП:** *«Качество использования суперкомпьютера и его загрузка, прежде всего, обеспечивается максимальной широтой круга задач, которые он решает. Коммерческая отдача от него будет тогда, когда на нем будут решаться практические задачи прикладных наук, функциональных подразделений – геофизиков, медиков, биологов».*

Первыми пользователями якутского суперкомпьютера стали математики: аспиранты математических кафедр и института прикладной математики СВФУ. В

ближайшее время к ним присоединятся геологи, геофизики и специалисты в области медико-биологических наук.

В университете активно развивается кафедра по нефтегазовым проблемам, есть наработки по моделированию нефтегазовых месторождений, контроля за параметрами месторождений в ходе эксплуатации. Для решения задач энергетической отрасли и нефтегазовой сферы СВФУ заключил соглашение с компаниями Roxar и Schlumberger, которые предоставили академическую лицензию для использования своих программных комплексов в учебном процессе и научных исследованиях. В марте-апреле 2012 года сотрудники профильных кафедр СВФУ прошли обучение и начали практическую работу с этими программами.

СВФУ имеет все шансы стать крупнейшим университетским исследовательским центром в России. Суперкомпьютер – это не только техника, это возможность выходить на принципиально новые горизонты задач и научных проблем. Фактически, с появлением суперкомпьютера был заложен фундамент университетского инновационного центра, который сможет выступать на равных с европейскими, азиатскими и американскими университетами.

