

# Высокопроизводительные вычислительные технологии в промышленности: решения и их применение

**В**ысокопроизводительные вычислительные системы находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности. Использование подобных технологий предоставляет возможность повысить эффективность разработки месторождений полезных ископаемых, позволяет существенно ускорить и удешевить разработку и запуск в производство новых продуктов, будь то лекарства, самолеты или видеофильмы, обеспечивая при этом должное качество продукции. Исследования, проводимые в лабораториях научно-производственных центров, позволяют серьезно продвигаться в поисках новых решений и технологий, в конечном итоге повышая конкурентоспособность создаваемой продукции и успешность конкретной компании. Что представляют собой современные высокопроизводительные вычислительные системы, какие задачи они позволяют решать и с какими проблемами сталкиваются компании при их внедрении и эксплуатации?

## Об аппаратном и системном обеспечении

Последние годы характеризуются бурным развитием высокопроизводительных технологий, как с технологической стороны – они позволяют решать все более и более сложные задачи за меньшее время – так и с точки зрения доступности этих технологий для конечных пользователей и их применимости для решения конкретных научно-исследовательских и прикладных задач в самых разных отраслях промышленности.

Все большее проникновение высокопроизводительных технологий в научно-производственный цикл обуславливается тенденцией стандартизации в индустрии информационных технологий вообще и в области высокопроизводительных вычислительных систем в частности. Под стандартизацией понимается ориентация на применение стандартных процессорных архитектур и базовых компонентов вычислительных систем, что позволяет обеспечить единую систему команд, совместимость решений различных производителей. Как следствие – появляется возможность для поставщиков прикладного программного обеспечения разрабатывать ПО под стандартную процессорную архитектуру с гарантией, что приложение будет работать независимо

от того, какая компания является производителем того или иного аппаратного решения. Ориентация всей ИТ-индустрии на стандартные архитектуры системных компонентов (прежде всего процессоров) позволяет обеспечить высокие объемы выпуска, что, в свою очередь, ведет к кардинальному снижению стоимости компонентов

и вычислительных систем в целом. Прямая конкуренция ограниченного числа производителей стандартных компонентов обеспечивает интенсивное развитие технологий, прежде всего повышение производительности компонентов. Возможность запуска одной и той же программы как на персональном компьютере, так и на мощнейших вычислительных системах разных производителей способствует созданию экосистемы пользователей и поставщиков и, в свою очередь, позволяет развиваться высокопроизводительным решениям и технологиям в конкретной прикладной области.

Производители вычислительных систем, с одной стороны, опираются на стандартные, доступные на рынке, эффективные с точки зрения стоимости компоненты, с другой – применяют свои уникальные технологии и решения, с тем чтобы на базе стандартных компонентов строить системы высокой вычислительной мощности, с должным уровнем надежности, управляемости и эксплуатационных характеристик.

Современный вычислительный комплекс для решения сложных научно-технических задач, как правило, базируется на процессорной архитектуре x86, что позволяет обеспечить совместимость систем и поддержку широкого круга приложений, включает в себя несколько десятков (а иногда десятков тысяч) вычислительных ядер, решения для объединения процессоров между собой и обеспечения их согласованной работы, систему управления, которая позволяет пользователю и администратору



эффективно работать с вычислительной системой любого размера, а также вспомогательные подсистемы, такие как системы хранения данных, резервного копирования и архивирования, системы визуализации и т.д. Эффективное построение этих систем и обеспечение их согласованной стабильной работы как единого сбалансированного целого является основной задачей разработчика высокопроизводительных вычислительных комплексов.

Компания HP, будучи одним из лидеров мирового и российского рынка систем для высокопроизводительных вычислений, на протяжении долгих лет поставляет вычислительные комплексы как в промышленные центры, так и научным организациям и лабораториям, ведущим исследовательские работы на переднем крае технологий в различных областях знаний.

Основные моменты, на которые инженеры и архитекторы HP обращают внимание при создании вычислительных комплексов, это обеспечение:

- ▶ плотности компоновки вычислительных ресурсов в рамках комплекса;
- ▶ легкости в обслуживании, локализации и устранении аппаратных проблем;
- ▶ средств мониторинга аппаратной части;
- ▶ системы управления комплексом: средств развертывания, мониторинга, управления задачами, системных библиотек;
- ▶ снижения энергопотребления, возможности управления энергопотреблением;
- ▶ оптимизации теплоотвода с целью повышения эффективности системы кондиционирования в серверном помещении;
- ▶ масштабируемости системы, возможности наращивания вычислительной мощности по мере необходимости;
- ▶ оптимизации производительности;
- ▶ отказоустойчивости ключевых систем комплекса.

### О прикладных задачах и важности партнерства

Аппаратные и системные решения сами по себе не имеют практической ценности. В конечном итоге любая вычислительная система создается, покупается и эксплуатируется для решения конкретных прикладных задач – будь то рендеринг кадров анимационного фильма или спецэффектов, анализ данных сейсмической разведки нефтяного месторождения, моделирование ситуации попадания птицы в работающий авиационный двигатель и т.д. Решением этих задач занимается прикладное программное обеспечение, которое строится на основе разных подходов, принципов, архитектур, позволяющих обеспечить пропорциональное сокращение времени расчета задачи на вычислительном комплексе, состоящем из большого числа параллельно работающих вычислительных ядер. Вычислительный комплекс должен быть не просто совместим с соответствующим прикладным программным обеспечением, но и должен оп-

тимально подходить для заложенной в ПО программной архитектуры. Для того, чтобы обеспечить гарантированную работоспособность и эффективность прикладного программного обеспечения, HP поддерживает партнерские отношения с ведущими мировыми поставщиками программного обеспечения. Партнерские отношения включают в себя как тестирование и сертификацию приложений на той или иной платформе, так и совместное участие в портировании пакетов на различные архитектуры, проведение совместных исследований и перспективных разработок, обеспечение взаимной интеграции прикладного, системного и аппаратного обеспечения как для конкретных проектов конкретных заказчиков, так и в случае тиражируемых рекомендуемых решений, наконец, совместную работу над внедрением проектов и обеспечение совместной поддержки поставленного интегрированного решения.

Интересным аспектом взаимодействия HP как поставщика решений с различными поставщиками прикладных программных продуктов является возможность построения законченного комплекса, включающего в себя все аппаратные и программные компоненты для полной автоматизации большинства аспектов работы предприятия, отдела или рабочей группы. Так, например, в сотрудничестве с компанией Schlumberger разработана и предлагается законченная платформа на базе блейд-архитектуры HP BladeSystem c3000, компактно размещаемая, например, в принтерном углу на площади менее половины квадратного метра и включающая в себя и системы для интерпретации сейсмических данных, и систему гидродинамического моделирования, и системы поддержки транспортной трубопроводной системы, и системы поддержки экономических процессов, а также блейд-рабочие станции с мощными графическими адаптерами для визуализации результатов моделирования и анализа.

Тесные партнерские отношения связывают HP и с большинством ведущих поставщиков прикладного программного обеспечения, как в нефтегазовой отрасли (Schlumberger, Roxar, Paradigm), так и в области механики сплошных сред, гидрогазодинамики, прочностного анализа (Ansys, MSC Software), а также во всех других отраслях, где востребованы технологии высокопроизводительных вычислений.



## О проблемах на пути к успешному использованию новых технологий

Выбор, внедрение и использование высокопроизводительного вычислительного комплекса на предприятии – серьезная, сложная задача, на всех этапах этого процесса компанию могут поджидать трудности, иногда очень болезненные.

Самый первый этап – принятие решения о необходимости внедрения высокопроизводительного вычислительного комплекса для автоматизации или ускорения конкретного процесса. Здесь необходимо, с одной стороны, отойти от традиционных, устоявшихся взглядов на вопросы автоматизации проектирования и моделирования, с другой – обеспечить четкое экономическое обоснование целесообразности перехода на новые решения и технологии. Естественно, отказываться разом от привычных способов решения задач не стоит, на первом этапе, как правило, высокопроизводительные комплексы выступают как дополнительный инструмент, который должен со временем доказать свою точность и применимость, что он, впрочем, с успехом и делает в подавляющем большинстве случаев.

Выбор конкретных прикладных решений, которые позволят достичь поставленных целей и задач, – один из самых важных этапов. Следующий шаг – выбор общей аппаратной архитектуры под прикладное программное обеспечение. Как правило, на этом этапе неоценимую помощь оказывают рекомендации поставщиков программного обеспечения, которые знают, как устроен и как работает их программный пакет. При этом, конечно, следует учитывать и мнение потенциальных поставщиков аппаратных и системных решений, которые знают, как именно работает та или иная система.

Поставка, интеграция и запуск системы в эксплуатацию могут во многих случаях вылиться в серьезные трудности и задержки. Вычислительные комплексы и программные пакеты – очень сложные системы, заставить их работать, а уж тем более работать оптимально – задача чрезвычайно трудоемкая. Подход, применяемый HP, позволяет до минимума сократить связанные с этим риски. Интеграция вычислительного комплекса на заводе дает возможность обеспечить качество и стабильность работы вычислительного комплекса за счет многократного нагрузочного тестирования как отдельных компонентов, так и системы в целом на всех этапах подготовки комплекса к отгрузке. При этом в заводских условиях не только собирается аппаратное обеспечение, но и устанавливается и настраивается системное ПО и необходимые библиотеки – это означает, что с завода отгружается полностью рабочий, проверенный вычислительный комплекс. Партнерство с поставщиками прикладных пакетов позволяет в большинстве случаев осуществить на производствах HP также и интеграцию прикладного программного обеспечения, благодаря чему заказчик получает полностью законченное интегрированное решение, готовое к работе практически сразу после поставки.

Нельзя забывать и о том, что современные вычислительные системы, особенно крупные, – очень серьезные потребители электроэнергии, поэтому необходимо тща-

тельно прорабатывать с поставщиком комплекса все вопросы, имеющие отношение к подводке к нему электропитания. Другим, не менее важным аспектом является решение вопросов, связанных с охлаждением системы. Ведь вся электроэнергия, потребляемая комплексом, в конечном итоге превращается в тепло, которое необходимо отводить. HP при работе над проектами по построению высокопроизводительных вычислительных комплексов максимально плотно работает с заказчиками на предмет инфраструктурного обеспечения, предоставляет консультации по оборудованию серверного помещения или центра обработки данных системами питания и теплоотвода, вплоть до моделирования воздушных потоков в конкретном центре обработки данных с анализом полей распределения давления, температуры, скорости воздуха. Следование рекомендациям специалистов компании позволяет обеспечить создание комплексу условий, необходимых для бесперебойного функционирования, при оптимизации затрат на кондиционирующее оборудование.

Питание подведено, кондиционеры установлены, вычислительный комплекс запущен, программное обеспечение работает и решает задачи. Теперь можно расслабиться? Нет. Начинаются проблемы эксплуатации, которые можно условно разделить на три составляющие. Первая – обеспечение эффективного функционирования системы. Система должна работать, решать задачи, приносить пользу и окупать свое существование. Для этого пользователи должны знать, что такая система есть, должны запускать на ней свои задачи, должны уметь с ней работать и, самое главное, должны использовать полученные результаты в своей деятельности. Вторая составляющая – организация эффективной поддержки пользователей в процессе их работы. При этом партнерство поставщиков системных и прикладных средств очень важно, это позволяет эффективно решать проблемы “на стыке”. Третья составляющая проблем эксплуатации – обеспечение поддержки бесперебойной работы аппаратного обеспечения, ведь “железу” все-таки свойственно ломаться, хоть и редко, но готовым к этому нужно быть. Решения HP позволяют осуществлять детальный мониторинг состояния всех аппаратных компонентов, быстро локализовать неисправность и с минимальными усилиями устранять ее путем замены модулей, большинство из которых меняются “на ходу”, без выключения всей системы, будь то вычислительный узел, блок питания, коммутатор или вентилятор.

При плотной совместной работе поставщика вычислительного комплекса, предприятия-заказчика и поставщиков прикладного программного обеспечения на всех этапах осуществления проекта, а также после его завершения, результатом которой должна стать детальная проработка и оптимизация применяемых и сопутствующих решений, созданный общими усилиями вычислительный комплекс будет плодотворно трудиться на благо компании, решая стоящие перед ней сложные ресурсоемкие задачи, позволяя ей изобретать, создавать, моделировать, оптимизировать, повышать свою конкурентоспособность и успешность.

**Евгений Лагунцов, системный архитектор,  
HP Ambassador, компания Hewlett-Packard**