

Применение технологии виртуальных инженерных сервисов для решения индустриальных задач

Рациональной альтернативой созданию собственного суперкомпьютерного центра для решения сложных задач инженерного моделирования является аренда вычислительных и программных ресурсов у центров коллективного пользования, функционирующих при крупных университетах, академических институтах и других организациях. Но процесс решения прикладных индустриальных задач с использованием удаленных суперкомпьютерных ресурсов может быть сопряжен с определенными трудностями, связанными с необходимостью понимания специалистами предприятий тонкостей функционирования суперкомпьютерных платформ и организации удаленного доступа к вычислительным ресурсам. В статье предлагается решение данной задачи на основе технологии виртуальных инженерных сервисов, построенных на концепции “распределенного виртуального испытательного стенда” (PaBИС). Исследование было выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 11-07-00478-а и Министерства образования и науки РФ (государственное задание 8.3786.2011).

Решение текущих рабочих задач с использованием удаленных суперкомпьютерных вычислительных ресурсов действительно может представлять для рядового пользователя определенные трудности. С одной стороны, от него требуется наличие специфических знаний в области высокопроизводительных вычислений, таких как архитектура суперкомпьютеров, навыки работы в Unix-подобных операционных системах, настройка и администрирование удаленного доступа, умение работать с очередями приложений и др. С другой стороны, современные системы решения прикладных задач представляют собой многофункциональные программные комплексы, состоящие из множества отдельных программных подсистем со сложным пользовательским интерфейсом. И когда для решения одной задачи требуется использование одновременно двух и более различных прикладных пакетов, возникает проблема сопряжения компонент, справиться с которой может только специалист с соответствующей квалификацией.

Указанный комплекс проблем можно решить посредством применения концепции грид-вычислений (Grid Computing) и родственной ей концепции облачных вычислений (Cloud Computing), в соответствии с которыми пользователю предоставляется конечный проблемно-

ориентированный сервис, обеспечивающий решение задач на базе удаленных ресурсов распределенных вычислительных систем.

В лаборатории суперкомпьютерного моделирования ФГБОУ ВПО “Южно-Уральский государственный университет” (НИУ) совместно с компанией ООО “Грид-Инжиниринг” разрабатывается концепция “распределенного виртуального испытательного стенда” (PaBИС), предоставляющая пользователю проблемно-ориентированный доступ к удаленным суперкомпьютерным ресурсам. На базе данной концепции была создана технология предоставления виртуальных инженерных сервисов, обеспечивающих запуск, проведение моделирования, визуализацию и анализ результатов удаленного CAE-моделирования в грид-средах.

Технология виртуальных инженерных сервисов

Интеграция инженерных пакетов в распределенные вычислительные грид-среды основывается на концепции распределенного виртуального испытательного стенда (PaBИС). Такой стенд представляет собой программную систему, обеспечивающую решение конкретного класса прикладных задач моделирования в распределенной вычислительной среде.

PaBИС включает в себя (рис. 1):

- ▶ интерфейс для постановки определенного класса задач инженерного моделирования, доступный конечному пользователю в виде web-приложения;
- ▶ драйвер – набор программных средств, позволяющих использовать сервисы распределенной вычислительной среды для проведения виртуального эксперимента;
- ▶ сервисы распределенной вычислительной среды – множество вычислительных систем, входящих в распределенную вычислительную среду, которые в совокупности с установленными на них программными компонентами обеспечивают решение задач инженерного моделирования и поддерживают безопасные стандартизированные методы удаленного взаимодействия.

Можно выделить три основные роли в разработке и использовании PaBИС:

1. **Инженер** - пользователь РаВИС, решающий задачу инженерного моделирования на основе созданного для этой цели распределенного виртуального испытательного стенда. С точки зрения инженера РаВИС – это web-приложение, обеспечивающее прозрачное удаленное решение определенного класса инженерных задач.

2. **Прикладной программист** - разработчик РаВИС. На основе информации, полученной от инженера, он формирует список возможных параметров виртуального эксперимента, описывает поток работ, определяющих ход исполнения виртуального эксперимента, формирует шаблоны файлов постановки задач для каждого прикладного пакета. Прикладной программист должен обладать широкими знаниями, как в области инженерного моделирования, так и в области информационных технологий.

3. **Системный программист** - специалист в области информационных технологий, отвечающий за формирование распределенной вычислительной среды для исполнения РаВИС. Он обеспечивает установку и настройку РВС, включая установку и настройку САЕ-систем, средствами которых производится решение задач инженерного моделирования.

Для воплощения в жизнь концепции РаВИС был разработан программный комплекс DiVTB (Distributed Virtual Testbed), обеспечивающий разработку и функционирование РаВИС. В состав системы DiVTB входят следующие компоненты:

► **DiVTB Developer** – web-приложение, обеспечивающее разработку РаВИС для грид-среды (рис. 2). Прикладному программисту предоставляется возможность визуального проектирования потока задач для проведения моделирования, шаблонизации файлов постановки задачи, формирования набора параметров моделируемой задачи. Также система предоставляет функцию экспорта РаВИС в систему DiVTB Server, откуда возможен запуск расчета задачи.

► **DiVTB Portal** – web-приложение для инженера, обеспечивающее запуск и получение результатов моделирования виртуальных экспериментов (рис. 3). DiVTB Portal обеспечивает аутентификацию и управление учетными записями пользователей, предоставление пользовательского интерфейса для проведения виртуальных экспериментов средствами системы DiVTB. Встроенный генератор web-форм на основе описания параметров



Рис. 1. Схема проведения виртуального эксперимента посредством РаВИС

соответствующего РаВИС автоматически формирует пользовательский интерфейс для постановки задач.

► **DiVTB Server** – среда хранения РаВИС и управления виртуальными экспериментами. DiVTB Server обеспечивает исполнение потоков работ РаВИС, включая формирование файлов постановки задач каждому отдельному вычислительному сервису в грид-среде на основе параметров эксперимента, заданных инженером, получение результатов моделирования и передачу результатов инженеру.

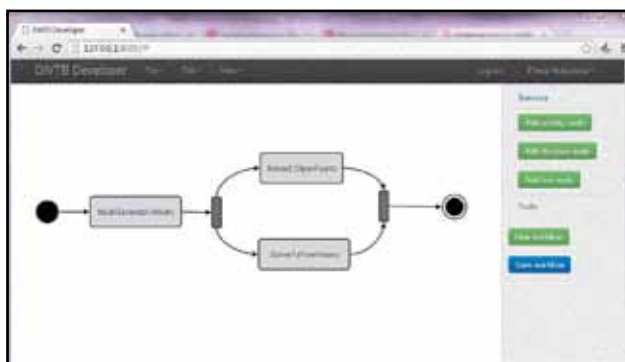


Рис. 2. Интерфейс системы DiVTB Developer



Рис. 3. Интерфейс постановки задачи посредством вычислительного инженерного сервиса

- ▶ **DiVTB Broker** реализует автоматизированную регистрацию, поиск и выделение грид-ресурсов для выполнения действий инженерного моделирования. DiVTB Broker ведет постоянный учет грид-ресурсов, доступных в вычислительной среде, и предоставляет по запросу DiVTB Server наборы вычислительных ресурсов, обеспечивающих проведение вычислительных экспериментов.
- ▶ **Набор грид-ресурсов** – грид-сервисы, реализующие удаленную постановку и решение задач средствами некоторого инженерного пакета на базе конкретной целевой системы в грид-среде.

Примеры применения виртуальных инженерных сервисов

На основе описанной выше технологии учеными ФГБОУ ВПО «ЮрГУ» (НИУ) решен ряд прикладных задач для крупных промышленных предприятий Челябинска: ЗАО «ПГ «Метран», ЗАО «Группа ЧТПЗ», ОАО «ЧТЗ-Уралтрак». На данных предприятиях были выполнены пилотные проекты по размещению их инженерных и конструкторских задач в вычислительную грид-сеть, организованную на базе суперкомпьютерных вычислительных ресурсов университета.

Сервис моделирования вихревого расходомера

ЗАО «ПГ «Метран», дочернее предприятие международной корпорации Emerson Process Management, – ведущая российская компания по разработке, производству и сервисному обслуживанию интеллектуальных средств измерений для всех отраслей промышленности в России и СНГ. Сотрудники данной компании широко используют инженерный программный пакет ANSYS CFX в решении задач проектирования новых изделий. Инженерный пакет ANSYS CFX весьма сложен и предъявляет высокие требования к уровню подготовки пользователя. В целях увеличения штата сотрудников, задействованных в разработке новых видов продукции с помощью пакета ANSYS CFX, был реализован вычислительный инженерный сервис численного моделирования проточной части вихревого расходомера (рис. 3).

Данный вычислительный сервис позволяет моделировать различные конструкции расходомера, меняя более 30 геометрических параметров ответственных деталей. В настоящий момент его используют в повседневной работе конструкторы с большим опытом проектирования, но незнакомые ранее с принципами суперкомпьютерного моделирования и с пакетом ANSYS CFX в частности.

Вторым существенным преимуществом, полученным от использования разработанного сервиса, является тот факт, что продолжительность моделирования одного варианта расходомера сократилась с 72 часов до 6, расчеты могут выполняться круглые сутки.

Сервис моделирования стартового ракетного комплекса

Описанная технология была применена также при создании тренажера-имитатора стартового ракетного комплекса для аэрокосмического факультета ФГБОУ ВПО «ЮрГУ» (НИУ). Данный тренажер представляет собой вычислительный инженерный сервис для моделирования потоков воздуха стартовой ракеты, построенный на базе открытого инженерного пакета OpenFOAM. При старте ракеты на газоотражатель стартового комплекса воздействует струя газа, воздействие струи на стенки газоотражателя моделируется с помощью пакета OpenFOAM. Тренажер позволяет формировать и исследовать газоотражатель сколь угодно сложной конфигурации с возможностью изменения большого количества параметров (рис. 4).

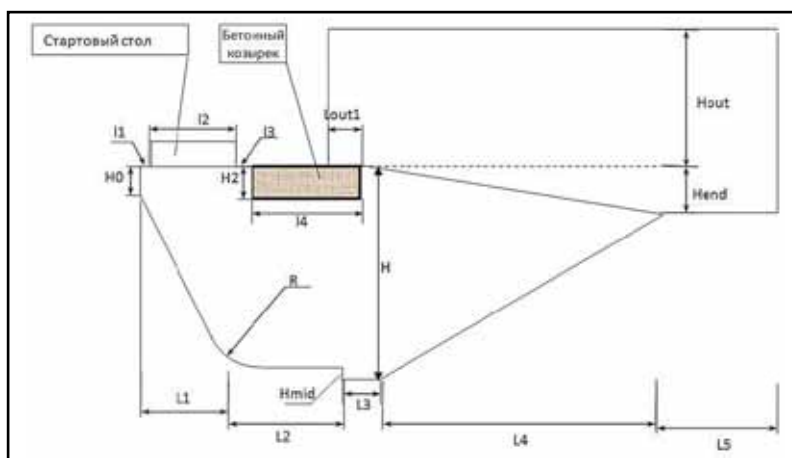


Рис. 4. Параметризованный эскиз газохода стартового комплекса

Данный вычислительный сервис (тренажер-имитатор) используется в обучающем процессе и обеспечивает проведение следующих учебно-исследовательских и лабораторных работ:

- ▶ формирование конфигурации газоходов стартовых устройств с различными углами наклона, длинами и поперечными сечениями секций газоходов;
- ▶ изучение развития и распространения сверхзвуковой высокотемпературной струи РД с учетом циклограммы выхода двигателя на режим и отрывных течений в сопле;
- ▶ изучение взаимодействия струи с газоотражателем, растекания струи по газоотражателю в реальном режиме времени и в дискретные моменты времени;
- ▶ определение полей давления и температуры на газоотражателе;
- ▶ изучение взаимодействия растекающихся струй со стенками газоходов в реальном режиме времени и в дискретные моменты времени;
- ▶ определение полей давления, температуры на стенках секций газоходов и полей скоростей двухфазной газодинамической среды в газоходах;
- ▶ определение полей давления, температуры для стартовой ракеты от истекающих газов из стартового сооружения;
- ▶ изучение влияния различных моделей граничных условий взаимодействия газовой струи со стенками

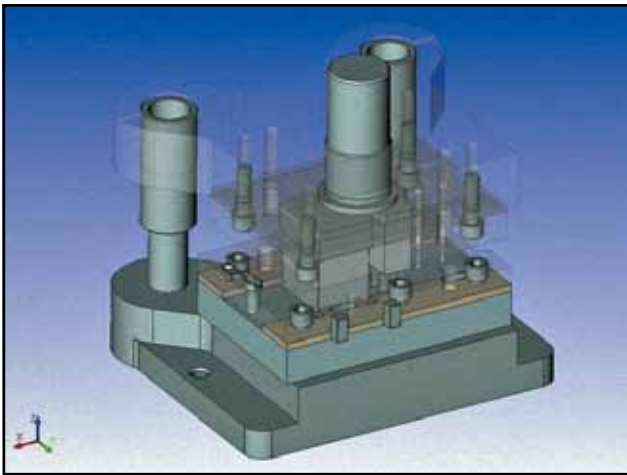


Рис. 5. Моделирование литейной оснастки

- газоходов на распределение полей давления и температуры по стенкам газоходов;
- ▶ изучение влияния размеров сетки конечно-элементного разбиения газоходов на качественное изменение процессов распределения полей давления и скоростей на стенках газоходов и на объем требуемой памяти дисковых устройств;
- ▶ изучение влияния количества используемых в процессе счета процессоров на общее время вычислений.

Сервис моделирования литейной оснастки

В рамках сотрудничества ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) и ОАО «ЧТЗ-Уралтрак» по внедрению инновационных разработок в производственный процесс был создан вычислительный сервис для расчета и моделирования литейной оснастки. Результаты работ показали, что использование суперкомпьютера посредством вычислительных инженерных сервисов ускоряет процесс проектирования технологической оснастки в 30 раз.

Разработанный вычислительный сервис создан для инженеров предприятия, занимающихся расчетами в среде ESI ProCAST каждый рабочий день, но испытывающих острую нехватку вычислительных ресурсов. В результате данное решение позволило освободить рабочие станции сотрудников ОАО «ЧТЗ-Уралтрак» от выполнения сложных математических расчетов и дало возможность задействовать независимый вычислитель, увеличив при этом доступное суточное время счета и серьезно сократив продолжительность одного вычисления.

При разработке вычислительного сервиса был учтен уровень подготовки будущих пользователей. Поэтому данный сервис принимает на вход файлы постановки задачи, сгенерированные в специализированном программном обеспечении на рабочем месте инженера, что позволило максимально легко внедрить новое решение в рабочий процесс и обеспечило полную свободу в формировании вычислительных задач (рис. 5).

Сервис моделирования термообработки труб

На предприятии ЗАО «Группа ЧТПЗ» с помощью вычислительных инженерных сервисов была решена задача оптимизации технологического процесса тер-

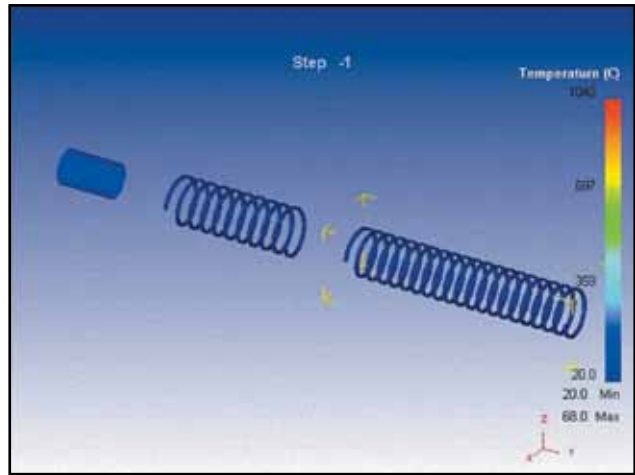


Рис. 6. Виртуальная линия термообработки труб

мической обработки труб. Челябинский Трубопрокатный Завод производит цельнокатаные трубы большого диаметра для нефтепроводов высокого давления. На заключительном этапе производства происходит закалка трубы (нагрев в электромагнитных индукторах, охлаждение водой внутри спрейера, повторный подогрев в электромагнитных индукторах и отпуск на воздухе).

В результате данных операций часть труб получается с овальными концами (некондиция), что вызывает необходимость правки труб на правильной машине. Решение данной задачи находится в области изменения технологического процесса путем изменения настроек производственного оборудования. Для поиска решения был разработан вычислительный инженерный сервис на базе пакета инженерного анализа SFTC Deform, который позволяет инженеру завода проводить любые виртуальные эксперименты с технологической линией закалки труб (рис. 6). Цель данных экспериментов – понять, какие факторы вызывают овализацию, и найти новое эффективное решение по модернизации существующей производственной линии.

Благодаря использованию разработанного сервиса внесены изменения в технологию закалки, позволившие снизить количество деформированных труб, требующих повторной обработки, в 1,5 раза.

Заключение

Внедрение вычислительных сервисов для решения промышленных задач обеспечивает прозрачный процесс их решения на удаленных суперкомпьютерных ресурсах посредством предоставления удобного пользовательского web-интерфейса, заточенного на решение конкретного класса задач. Такой подход позволяет значительно сократить затраты на создание и поддержку собственного суперкомпьютерного центра на предприятии благодаря переносу задачи администрирования и настройки таких вычислительных комплексов на плечи провайдера суперкомпьютерных ресурсов.

**Г. И. Радченко, к.ф.-м.н., заместитель руководителя
Лаборатории суперкомпьютерного моделирования,
ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ),
В. А. Дорохов, директор, ООО «Грид-Инжиниринг»**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВОЕННО-
МОРСКОЙ
САЛОН



INTERNATIONAL
MARITIME
DEFENCE
SHOW

IMDS
2013
3-7 июля
РОССИЯ

Санкт-Петербург

- ЭКСПОЗИЦИОННО-ВЫСТАВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ
- ДЕМОНСТРАЦИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ
- КОНГРЕССНО-ДЕЛОВОЙ РАЗДЕЛ
- VIP-ПЕРЕГОВОРЫ
- ПОСЕЩЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ



Устроитель



ЗАО «Морской Салон»

www.navalshow.ru

«ЧЕРЕЗ СОТРУДНИЧЕСТВО - К МИРУ И ПРОГРЕССУ!»