

Давиденко А.Н., канд. техн. наук  
Гильгурт С.Я., канд. техн. наук  
Душеба В.В., канд. техн. наук  
Гиранова А.К.

## ЦЕНТР ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЭНЕРГЕТИКИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ GRID

Институт проблем моделирования в энергетике  
им. Г.Е. Пухова НАН Украины

*Рассмотрены вопросы создания на базе GRID-технологии аналитического центра по энергетике. Исследованы основные задачи центра, выявлены возникающие проблемы, предложены пути их решения*

### **Введение**

Проблемы сбора, хранения, анализа и визуализации больших объемов данных с каждым днем становятся все более актуальными. В различных областях возникают и активно развиваются виртуальные центры, основанные на современных информационных технологиях, в частности, GRID-системах, интерес к которым в настоящее время существенно вырос во всем мире, в том числе и в Украине [1, 2].

Энергетическая отрасль также нуждается в создании единого ресурсно-операционного центра, который позволит консолидировать имеющиеся данные, представлять их в удобном для использования виде, обеспечит методологическую и информационную поддержку научных исследований в отрасли.

### **Постановка задачи**

В настоящее время GRID-сети интенсивно развиваются и позволяют более эффективно использовать всемирные ресурсы для решения широкого круга информационно-технических проблем, в том числе и в энергетике [3]. Они позволяют объединить вычислительные ресурсы и емкие хранилища данных для решения задач, требующих больших объемов вычислений и серьезной функциональности.

Целью настоящей работы является рассмотрение принципов построения ресурсно-операционного центра для решения задач энергетики на базе технологии GRID.

### **Задания центра**

Центр должен представлять собой комплекс технических и программных средств, а также организационных структур и нормативных документов, предназначенных для поддержки доступа к основному данным в отрасли и их обработки. Он должен стать организационным центром хранения этих данных и предоставить единый механизм для их нормализации, классификации и управления.

Функциональность ресурсно-операционного центра позволит повысить эффективность решения широкого комплекса проблем, связанных с энергетикой, в частности, вопросов развития и функционирования систем электроэнергетики, теплоснабжения, транспорта энергоносителей. Позволит исследовать взаимосвязь технических и экономических факторов, решать вопросы безопасности объектов энергетики, решать проблемы энергосбережения и перспективных источников энергии, способствовать дальнейшей информатизации отрасли [4].

Параллельно с основными задачами для эффективного функционирования GRID-центра энергетики необходимо также решить ряд дополнительных проблем, основные из которых перечислены ниже.

Необходимо создать централизованный банк математических моделей для решения ресурсоемких технических и экономических задач. Например, в области планирования развития и функциони-

рования электроэнергосистем нужны математические модели и методы решения таких задач, как [5]:

- прогнозирование потребностей в электроэнергии, оптимизация развития генерирующих мощностей и электрической сети;
- расчет установившихся режимов;
- расчет статической и динамической устойчивости;
- расчет переходных процессов, токов короткого замыкания;
- контроль состояния и диагностирование, расчет надежности;
- оптимизация использования энергоресурсов.

Кроме того, необходимо решить проблемы стандартизации описания информации в энергетической отрасли для согласования методов построения информационных моделей, используемых различными энергетическими организациями, обеспечить пользователей нормативно-справочной информацией, которая должна быть максимально полной и актуальной. Важнейшими являются и вопросы информационной безопасности.

Создаваемый виртуальный центр должен обеспечивать удобный механизм организации и проведения научных экспериментов, не требующих от пользователей специфических навыков. Необходимо также выполнение следующих условий:

- инструментальное и прикладное программное обеспечение должно допускать многократное использование;
- информация о ресурсах виртуального центра, которая может понадобиться пользователям, должна собираться и быть представлена в удобном виде;
- все задействованные ресурсы должны быть интегрированы и доступны в прозрачном режиме независимо от их географического местоположения;
- информационная защищенность GRID-системы должна обеспечивать необходимый уровень безопасности для всех данных и приложений.

### Структура центра

В качестве основы для создания GRID-центра по вопросам энергетики предлагается многоуровневая структура (рис. 1).



Рис. 1. Структура центра

Вершина иерархии центра представлена *уровнем пользователей*, основные категории которых перечислены ниже. Взаимодействие с ресурсами виртуального центра пользователи осуществляется на *уровне интерфейсов*, предоставляемого web-порталом. На этом же уровне организовано планирование экспериментов с применением сценариев. На *уровне выполняемых компонентов* решаются вопросы разделения вычислительных ресурсов, и осуществляется функциональность виртуального центра. На *уровне сервисов* реализуются основные и вспомогательные GRID-механизмы. *Уровень инфраструктуры* интегрирует в GRID-систему вычислительные средства виртуального центра (кластеры, универсальные компьютеры, локальные сети и т.п.).

### Группы пользователей

Сообщество пользователей GRID-центра по вопросам энергетики можно условно разделить на три категории.

*Программисты* планируют и реализуют разработку программного обеспечения для научных расчетов и экспериментов в прикладной области, формируют структуру массивов информации, разрабатывают пользовательские интерфейсы, стандарты и протоколы.

*Научные работники* решают исследовательские задачи для энергетической отрасли и в смежных областях, используя программное обеспечение, созданное программистами. При этом несколько на-

учных коллективов совместно используют разделяемые ресурсы, координируют свои действия и согласовывают результаты расчетов.

Представители *эксплуатирующих организаций и служб* реализуют достижения исследователей, используя вычислительные мощности виртуального центра.

### **GRID-узел на базе кластера ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАН Украины**

Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е.Пухова НАН Украины с 2007 года является активным участником работ по продвижению *GRID*-технологий в Украине. Накопленный в данной области опыт послужил основой для создания на его базе украинского *GRID*-центра для решения задач моделирования в энергетике. В настоящее время в институте в качестве первого этапа создания ресурсно-операционного центра для решения задач энергетики выполнено введение в эксплуатацию *GRID*-узла доступа на базе вычислительного кластера и его подключение к Украинскому академическому *GRID*-сегменту (рис. 2).

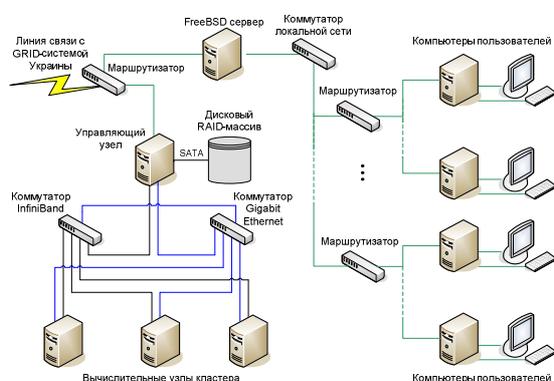


Рис. 2. Структура кластера

### **Перечень мероприятий**

Для создания действующего *GRID*-узла необходимо выполнить ряд разноплановых организационно-технических мероприятий. Ниже приведен перечень таких мероприятий:

- Выделить помещение, отвечающее определенным требованиям.
- Провести ремонт помещения, подвести коммуникации.
- Обеспечить требуемый климат-

контроль.

- Организовать мониторинг и охрану помещения.
- Выбрать состав и количественные характеристики кластера.
- Выбрать поставщиков оборудования. Провести тендер.
- Произвести сборку кластера (рис. 3).



Рис. 3. Общий вид кластера

- Организовать выделенный *IP*-адрес, доступ в Интернет.
- Получить доменное имя, связать его с выделенным *IP*-адресом.
- Получить цифровые сертификаты: пользователей и хост-узла.
- Выбрать и установить операционную систему.
- Установить необходимые драйверы, в том числе для интерконнекта.
- Организовать (при необходимости) работу хранилища данных.
- Сформулировать и реализовать политику безопасности.
- Установить и настроить распределенную файловую систему.
- Выбрать, установить и настроить систему управления пакетной обработкой (СУПО).
- Установить (при необходимости) систему виртуализации.
- Установить и настроить про-

граммное обеспечение *GRID*.

– Выбрать, установить и настроить инструментальное ПО.

– Выбрать и установить специализированные программные пакеты.

Выполнение каждого из перечисленных выше пунктов по отдельности не является сложной задачей. Тем не менее, их правильное планирование позволяют сократить время ввода в эксплуатацию *GRID*-узла в несколько раз.

### **Повышение производительности *GRID*-узла**

Специфической особенностью аналитического центра по проблемам энергетики является разнородность вычислительных задач, подлежащих решению, а также разная степень связности соответствующих алгоритмов. Для повышения эффективности функционирования центра узлы кластеров, задействованные в распределенных вычислениях, целесообразно дооснастить унифицированными вычислителями (УВ), в качестве которых могут выступать [6]:

– блоки ускоренных вычислений *APU* (*Accelerated Processing Units*) различной архитектуры;

– ускорители широкого применения на базе графических адаптеров *GPGPU* (*General-Purpose Computation Graphics Processing Units*);

– реконфигурируемые унифицированные вычислители (РУВ), известные в англоязычной литературе как *RA* (*Reconfigurable Accelerators*), построенные на базе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) типа *FPGA*.

### **Выводы**

Создаваемый на базе Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е.Пухова НАН Украины оперативно-ресурсный *GRID*-центр фактически представляет собой информационно-аналитическую систему мониторинга существующих распределенных технологических, экономических и научных ресурсов в энергетической отрасли. Центр обеспечит методологическую и информа-

ционную поддержку как научных исследований в энергетике, качественно повысит уровень управления энергетической отраслью. На основе проведенного анализа существующих *GRID*-систем и функционирующих в них виртуальных организаций сформулированы требования, предъявляемые к ресурсному центру, оценены предполагаемые классы пользователей, предложена обобщенная структура. Успешно выполнен первый этап создания центра – ввод в эксплуатацию вычислительного кластера и подключение к *GRID*-системе Украины, намечены направления для проведения дальнейших исследований.

### **Список литературы**

1. Постановление Бюро Президиума НАН Украины №93 от 4 апреля 2007 г. «О состоянии и развитии Грид-технологий в Украине».

2. Распоряжение Кабинета Министров Украины № 1421-р от 5 ноября 2008 г. «Об одобрении Концепции Государственной целевой научно-технической программы внедрения и использования грид-технологий на 2009-2013 годы».

3. *I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. // International J. Supercomputer Applications, 15(3), 2001.*

4. *Воропай Н.И., Массель Л.В. ИТ-инфраструктура системных исследований в энергетике и предоставление ИТ-услуг // Изв. РАН. Энергетика. – 2006. – №3. – С.86–93.*

5. *Баринов В.А. Развитие методов и программного обеспечения для решения задач планирования развития и функционирования энергосистем // Изв. РАН. Энергетика. – 2005. – №3. – С.36–53.*

6. *Гильгурт С.Я. Анализ применения унифицированных вычислителей в интеллектуальных системах. // Искусственный интеллект. – Донецк: НАН Украины – институт проблем ИИ. – 2009. – №1. – С. 144–148.*