

В.Ф. Евдокимов, чл.-кор. НАНУ, ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, г. Киев
А.Н. Давиденко, канд.техн.наук, ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, г. Киев
А.А. Чемерис, канд.техн.наук, ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, г. Киев
С.Я. Гильгурт, канд.техн.наук, ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, г. Киев
В.В. Душеба, канд.техн.наук, ИПМЭ им. Г.Е. Пухова НАНУ, г. Киев

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ПРОБЛЕМАМ ЭНЕРГЕТИКИ НА БАЗЕ ГРИД-УЗЛА ИПМЭ НАНУ

The creation of the Informational-Analytic Centre for Energy Engineering is discussed. The main goals of the Centre and solving complexities of their realization are investigated.

Вопросы интеграции информационных ресурсов в единую компьютеризированную среду, использование для их обработки и моделирования высокопроизводительных распределенных вычислений с каждым днем становятся все более актуальными. В различных областях возникают и активно развиваются виртуальные центры, основанные на современных информационных технологиях, в частности, грид-системах [1], интерес к которым в настоящее время существенно вырос во всем мире, в том числе и в Украине [2, 3].

Энергетической отрасли Украины также необходим единый ресурсно-операционный центр, который позволит консолидировать имеющиеся данные, представлять их в виде, удобном для широкого круга пользователей в данной отрасли, а также обеспечит методологическую и информационную поддержку научных исследований.

Анализ последних достижений и публикаций по данной теме свидетельствует, что в качестве основы для создания информационных систем подобного рода широко применяются грид-сети, которые в настоящее время интенсивно развиваются и позволяют эффективно использовать распределенные ресурсы, в том числе и в энергетике [4].

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

1. Задания центра

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

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 грид-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 функционирования 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 грид-системы должна обеспечивать необходимый уровень безопасности для всех данных и приложений.

2. Структура центра

В качестве основы для создания грид-центра по вопросам энергетики предлагается следующая многоуровневая структура.

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 грид-механизмы.

Уровень инфраструктуры интегрирует в грид-систему вычислительные средства виртуального центра (кластеры, универсальные компьютеры, локальные сети и т.п.).

3. Группы пользователей

Сообщество пользователей грид-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 научных 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.

4. Грид-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 грид-технологий в Украине. Накопленный в данной области опыт послужил основой для создания на его базе украинского грид-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 грид-узла доступа на базе вычислительного кластера и его подключение к Украинскому академическому грид-сегменту (рис. 1).

5. Перечень мероприятий

Для создания действующего грид-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.

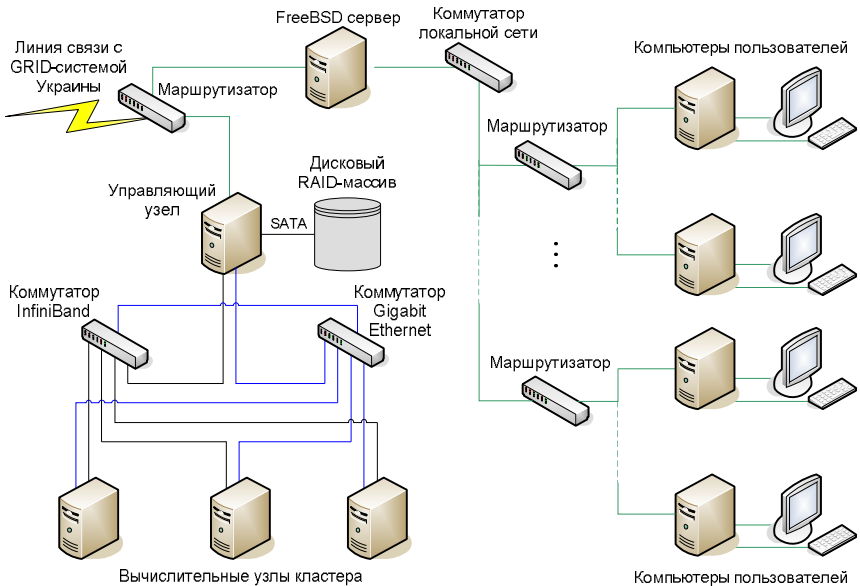


Рис. 1. Структура кластера

- Выбрать состав и количественные характеристики кластера.
- Выбрать поставщиков оборудования. Провести тендер.
- Произвести сборку кластера (рис. 2).
- 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 программное обеспечение грид.



Рис.2. Общий вид кластера

- 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 позволяет сократить время ввода в эксплуатацию грид-узла в несколько раз.

6. Повышение производительности грид-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, 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 операционно-ресурсный грид-центр фактически представляет собой информационно-аналитическую систему мониторинга существующих распределенных технологических, экономических и научных ресурсов в энергетической отрасли. Центр обеспечит методологическую и информационную поддержку как научных исследований в энергетике, качественно повысит уровень управления энергетической отраслью. На основе проведенного анализа существующих грид-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 грид-системе Украины, намечены направления для проведения дальнейших исследований.

1. *I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. // International J. Supercomputer Applications, 15(3), 2001.*
2. Постановление Бюро Президиума НАН Украины №93 от 4 апреля 2007 г. «О состоянии и развитии Грид-технологий в Украине».
3. 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».
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. *Баринев 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.*