

**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ
ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ В GRID-СЕТЯХ**

In the article the bases of GRID-technologies are considered; the work methods of estimation of GRID-resources cost are offered.

В настоящее время отмечается характерный для многих областей научных исследований экспоненциальный рост данных, полученных в результате научных экспериментов, наблюдений, измерений, компьютерного моделирования. Крупнейшими "генераторами" информационных ресурсов являются исследования в области физики – частиц, генетики – гео- и метео-моделирование. Именно потребности в использовании и обработки гигантских объемов данных, которые характерны для данных областей науки, привели к появлению GRID-технологий, параллельных вычислений и развитию концепции GRID-данных. GRID – это набор технологий распределенных вычислений, имеющих целью рациональную загрузку ресурсов и/или совместное использование распределенных ресурсов вычислительных сетей для реализации сложных ресурсоемких приложений. GRID-технологии можно трактовать как способы создания сверхмощных виртуальных суперкомпьютеров, которые могут превосходить реальные суперкомпьютеры по показателям производительности, масштабируемости, доступности при существенно меньших затратах средств. Одной из предпосылок развития GRID-вычислений является существенное снижение затрат на вычислительные мощности по сравнению с существующими затратами на использование суперкомпьютеров и вычислительных кластеров, поскольку в рамках GRID-систем формируются рыночные отношения между продавцами и покупателями GRID-ресурсов, динамическое изменение предложения и спроса в зависимости от количества участников виртуальной организации.

Целью данной статьи является обзор существующего механизма предоставления GRID-ресурсов в рамках открытых стандартов и определение на его основе подхода оценки ресурсов для участников рынка GRID-системы на основе существующих экономических парадигм.

Рассмотрим основные понятия и положения GRID-сетей [1 – 3]. Ключевыми особенностями GRID является отсутствие централизованного управления инфраструктурой, использование открытых и универсальных протоколов, использование высокоскоростных магистралей. GRID-компьютинг представляет собой скоординированное разделение ресурсов и решение задач в динамически меняющихся виртуальных организациях со многими участниками. Как правило, инфраструктура GRID состоит из ресурсных центров, предоставляющих пользователям GRID вычислительные и дисковые ресурсы, и инфраструктурных центров, предназначенных для координации функционирования инфраструктуры. Вычислительные ресурсы представляют собой кластеры, которые используют вычислительные мощности и ресурсы локальной сети. Размер кластера может достигать нескольких сотен узлов. Дисковые ресурсы представляют собой: базы данных или массивы на жестких дисках; дисковое пространство для хранения данных.

Следует отметить, что идея GRID-сетей и распределенных вычислений нашла свою реализацию в достаточно большом количестве GRID – проектов [5] (таблица).

Проекты организации GRID-сетей

Название проекта	URL	Цель
Blue GRID	IBM	Создание единой GRID для тестирования в лабораториях IBM
DISCOM	www.cs.sandia.gov /discom DOE Defense Programs	Создание реальной GRID для доступа к ресурсам для 3-х оборонных лабораторий (U.S. DOE)
DOE Science GRID	scienceGRID.org DOE Office of Science	Создание реальной GRID для доступа к ресурсам для U.S. DOE, научных лабораторий и университетов
Earth System GRID (ESG)	earthsystemGRID.org DOE Office of Science	Создание инфраструктуры для удаленного доступа и анализа данных моделирования климата
European Union (EU)DataGRID	eu-dataGRID.org European Union	Создание реальной GRID для различных приложений в области физики, высоких энергий, Биоинформатики и ООС
EuroGRID, GRID Interoperability (GRIP)	euroGRID.org European Union	Создание технологий для удаленного доступа к суперкомпьютерам и их приложениям
Fusion Collaboratory	fusionGRID.org DOE Off. Science	Создание национального сотрудничества для термоядерных исследований
GILDA	https://gilda.ct.infn.it/GRID Infn Laboratory for Dissemination Activities) -	Создание единой GRID для обучения и тестирования в лабораториях вузов
Globus Project™	www.globus.org DARPA, DOE, NSF, NASA, Msoft	Исследование в области GRID-технологий; создание и техническая поддержка Globus Toolkit™; приложения
GRIDLab	GRIDlab.org European Union	GRID-технологии
GRID Research Integration Dev. & Support Center	GRIDs-center.org NSF	Создание и поддержка промежуточной GRID инфраструктуры для образования
GRID Application Dev. Software	hiper-soft.rice.edu/grads ; NSF	Исследование и создание технологий для GRID-приложений
GRID Physics Network	griphyn.org NSF	Создание технологий для анализа данных в физике: ATLAS, CMS, LIGO, SDSS
Information Power GRID	ipg.nasa.gov NASA	Создание реально GRID для аэроисследований NASA
International Virtual Data GRID Laboratory	ivdgl.org NSF	Создание реальной международной GRID для экспериментов над GRID-технологиями и приложениями
Network for Earthquake Eng. Simulation GRID	neesGRID.org NSF	Создание реальной GRID для исследований в сейсмологии
Particle Physics Data GRID	ppdg.net DOE Science	Создание реальной GRID для анализа данных в физике, высоких энергий и ядерной физике
TeraGRID	teraGRID.org NSF	Научная инфраструктура в США, связывающая 4 организации с пропускной способностью 40Gb/s
UK GRID Support Center	GRID-support.ac.uk U.K. eScience	Центр технической поддержки для GRID-проектов внутри Великобритании
Unicore	BMBFT	Технологии для удаленного доступа к суперкомпьютерам
EGEE (Enabling GRIDs for E-science),	www.eu-egee.org выполняется под эгидой Европейского Союза (www.eu-egee.org).	Создание технологий и программной их реализации для организации удаленного доступа в рамках научной Европейской программы

Часть проектов носит социально-исследовательский и научный характер, участие в них является условно-бесплатным. Другие имеют явно выраженную коммерческую направленность, например, проект Oracle GRID.

В настоящий момент существует несколько известных направлений развития GRID-инфраструктуры, включающих в себя программные средства реализации различных GRID-служб и обеспечения доступа к ним [1, 2]:

Американская реализация – Globus Toolkit 4.

Европейская реализация – LCG2 и ее расширение gLite по проекту EGEE.

Все эти проекты имеют одну цель – создание инфраструктуры для работы с ресурсами сети GRID.

Наиболее известным проектом является проект Globus – исследовательская программа в США, ставящая своей целью построение вычислительных сетей GRID. Рассмотрим архитектуру и механизм доступа к ресурсам GRID на основе анализа структуры Globus Toolkit. Центральным элементом системы Globus является инструментальный Globus Toolkit, который определяет основные сервисы и возможности, требующиеся для создания GRID. Инструментарий состоит из набора компонент, реализующих базовые сервисы, такие, как защита, размещение ресурса, управление ресурсами и связь. Globus Toolkit обеспечивает набор сервисов, которые разработчики инструментальных средств или приложений могут использовать для их специфических нужд. Он создан на основе многоуровневой архитектуры, в которой сервисы верхнего глобального уровня реализованы на уже существующих низкоуровневых локальных сервисах. Инструментарий Globus обеспечивает поддержку следующих функций в архитектуре GRID [1, 2; 4]:

администрирование распределения ресурсов GRAM (используется для распределения вычислительных ресурсов, контроля и управления вычислением на этих ресурсах);

передача файлов на основе протокола GRIDFTP (применяется для доступа к данным, управления параллелизмом для высокоскоростных передач);

обеспечение безопасности GSI (GRID Security Infrastructure);

организация доступа к каталогам на основе протокола LDAP (Lightweight Directory Access Protocol);

удаленный доступ к данным через последовательный и параллельный интерфейсы GASS (Global Access to Secondary Storage);

резервирование и распределение ресурсов GARA (Globus Advanced Reservation and Allocation).

Для использования инфраструктуры GRID пользователю необходимо пройти процесс регистрации, после чего все ресурсы GRID становятся доступными. Как правило, процесс регистрации нового пользователя включает в себя два основных шага:

получение персонального пользовательского сертификата; регистрация в виртуальной организации.

Персональный пользовательский сертификат – это электронный документ, подтверждающий личность пользователя при доступе к GRID-ресурсам. Сертификаты выдаются центрами сертификации. Виртуальная организация – это сообщество пользователей, которые совместно используют вычислительные ресурсы в соответствии с согласованными между ними и владельцами ресурсов правилами. Эти правила регулируют доступ ко всем типам средств, включая компьютеры, программное обеспечение и данные. Каждая виртуальная организация имеет свой собственный Центр регистрации.

В настоящее время подключение пользователей к GRID-ресурсам осуществляется, как правило, на основе использования GRID-порталов. GRID-портал – это система, которая позволяет пользователям получить доступ к GRID-ресурсам и сервисам, вызывать и настраивать их с помощью WEB-браузера. GRID-портал является наиболее удобным и универсальным способом работы в GRID-сети, он использует уже готовую WEB и Internet-инфраструктуру. Главная задача GRID-портала – обеспечить пользовательский интерфейс к удаленным GRID-сервисам. В соответствии со стандартами Open GRID Service Infrastructure (OGSI) GRID сервис – это вид WEB-

сервиса, к которому добавлена дополнительная функциональность по работе с компьютерными ресурсами, а также поставлены в соответствие определенные порты. Следует отметить, что развития WEB-сервисов для GRID во многом объясняется неспособностью существующих технологий, таких, как объектные системы типа COM семейства Microsoft и стандартов OMG CORBA, в полной мере обеспечить совместимость (интероперабельность) разнообразных программных продуктов для неоднородных распределенных систем. В зависимости от сложности и универсальности GRID-портала его можно отнести к одной из нескольких многоуровневых моделей реализации. Выделяют двух-, трёх-, четырёхуровневые модели. Трёхуровневая организация включает следующие элементы:

клиент – WEB-браузер, который взаимодействует с WEB-сервером через безопасное https соединение;

WEB-сервер – на нем размещается GRID-портал. Взаимодействие с GRID-ресурсами реализовано на основе компонент GRID инфраструктуры, например, программной реализации LCG;

брокеры ресурсов и GRID-сервисы – обеспечивают механизм взаимодействия с ресурсами, как правило, через протоколы LDAP, GRIDFTP.

Ключевым моментом работы брокера ресурсов является взаимодействие с агентами, которые контролируют такие ресурсы, как вычислительные узлы, кластеры, базы данных, программные приложения и т. д., обеспечивая доступ к ним с помощью XML, Java и других технологий.

Таким образом, рассмотрим архитектуру GRID-сети, ее основные компоненты и способы подключения к GRID-ресурсам, рассмотрим экономические аспекты использования ресурсов GRID-сетей в рамках виртуальных сообществ и пользователей.

Проблема распределения ресурсов в GRID-сети имеет несколько экономических аспектов:

1) организация доступа к ресурсам GRID-сети в условиях окупаемости затрат;

2) оценка отношения затраты/полезность для потребителей и собственников GRID-ресурсов.

Следует отметить, что общая тенденция вычислительной GRID-сети заключается в том, чтобы представлять вычислительные, сетевые и ресурсы памяти, как индивидуальные продукты обмена, а не просто вычислительные мощности, сети и системы хранения данных. Поэтому в рамках GRID-сетей возможны следующие категории товаров и услуг:

1. Хранилища данных (система хранения данных) – объем дискового пространства для хранения данных. Стоимость единицы объема дискового пространства может определяться исходя из индивидуальных эксплуатационных затрат.

2. Вычислительные мощности для обработки данных (процессорные мощности). В том числе возможно предоставление услуг по организации распределенных вычислений.

3. Информация – данные, релевантные запросам пользователей GRID-сетей. Предполагается предоставление услуг по организации и поиску информации в сети. Стоимость информации определяется ее ценностью для пользователя, группы пользователей. Следовательно, возможны аукционы и опционы по продаже информации или результатов обработки данных.

В научных работах предлагаются экономические модели, которые описывают рынок GRID-ресурсов [5]. Данные модели основываются на таких экономических понятиях, как бартер, обмен или цена и позволяют строить алгоритмы и средства для управления ресурсами. Так, в бартерной модели все участники обладают определенными ресурсами и производят их обмен, например, обмен дискового пространства на процессорное время. В ценовых моделях все ресурсы имеют стоимость в зависимости от их востребованности.

В соответствии с выбранной концепцией рынка, на рынке ресурсов GRID-сети можно определить два типа игроков: провайдеры сервисов (GRID Service Provider), которые выполняют роль производителей ресурсов, и брокеры ресурсов (GRID Resource Broker), выполняющих роль потребителей.

Сама GRID-система предоставляет необходимую инфраструктуру для взаимодействия указанных типов игроков и обеспечивает безопасность, доступность, информационные сервисы. Потребители ресурсов взаимодействуют с брокерами для управления и планирования своих вычислительных задач. Провайдеры сервисов предоставляют свои ресурсы для торгов с помощью сервисов продажи GRID-ресурсов (GRID resource Trading Services) для брокеров. Управление торгами между провайдером и брокерами производится с помощью каталога GRID-рынка (GRID Market Directory).

В работе [4] рассматриваются роли, которые выполняют провайдеры сервисов, брокеры ресурсов, сервисы продаж GRID-ресурсов и каталоги GRID-рынка. В качестве экономических парадигм для управления GRID-ресурсами авторами предлагаются следующие модели: модель товарного рынка (Commodity Market Model), модель официально объявленной цены (Posted Price Models), модель товарных соглашений (Bargaining Model), тендерная модель (Tendering/Contract-Net Model), модель пропорционального разделения ресурсов на основе аукциона (Bid-based Proportional Resource Sharing Model), модель общество/коалиция/сделка (Community/Coalition/Bartering Model), монополия, олигополия (Monopoly, Oligopoly).

Рассмотрим более подробно оценку ресурсов вычислительных GRID-сетей на основе известных экономических подходов. Для этого рассмотрим рынки GRID-ресурсов в условиях стабильности цены в пределах GRID-сети и равновесия рынка GRID-ресурсов. В данном случае, при описании экономических процессов для GRID-сети предполагается, что верны следующие предпосылки: относительная стоимость ресурса определяется объемом его поставки и потребностью в нем; запросы на использование вычислительных мощностей и хранилищ данных могут обслуживаться любым провайдером сервисов, независимо от их территориального расположения и соединений GRID-сети.

Предлагаются следующие экономические оценки стоимости GRID-ресурсов, основанные на расчете усредненной стоимости вычислительной единицы на единицу времени. Для определения объема поставки по указанной цене, каждый поставщик (провайдер сервисов) определяет отношение полученного дохода к времени эксплуатации и полному числу процессных слотов, которые обслуживает собственник вычислительной мощности. Предполагается, что производители производственных мощностей продают, только если текущая цена слота процессоров превышает значение усредненной стоимости вычислительной единицы на единицу времени, и когда они продают, то продают все незанятые слоты. То есть, провайдер процессорных мощностей продаст все имеющиеся у него слоты, если ему это будет выгодно. Оценка, используемая для производителя дискового пространства аналогична модели производителя производственных мощностей, за исключением того, что провайдеры дискового пространства продают не слоты, а некоторое количество дискового пространства фиксированного размера, которые пользователи могут использовать для хранения данных. Если текущая цена единицы дискового пространства больше чем средняя цена, провайдер дисков продаст все имеющиеся у него объемы. Заказчики выражают свои заявки в форме заданий. Каждое задание определяет как размер, так и продолжительность использования каждого заказываемого ресурса. Каждый заказчик имеет некоторый бюджет (конвертируемой или виртуальной валюты), который он может использовать, чтобы платить за ресурсы, необходимые его заданию.

Следует отметить, что потребность в ресурсах и их характеристики могут меняться в процессе управления, делая необходимым оценку ресурсов в режиме реального времени. В настоящее время рассматривается возможность появления аукционов, на которых будут выставляться свободные GRID-ресурсы для их использования в случае неравновесности спроса и предложения.

Перспективным направлением данных исследований является анализ экономической целесообразности использования аутсорсинга в GRID-системах на основе анализа эксплуа-

ционных затрат GRID-парков для разных стран. Например, перспективным является развитие вычислительных кластеров в Украине, эксплуатационные затраты которых позволяют им конкурировать на рынке GRID-ресурсов.

Литература: 1. Коваленко В. Вычислительная инфраструктура будущего. Открытые системы, 1999, №11-12 / В. Коваленко, Д. Корягин. <http://www.osp.ru/os/1999/11-12/045.htm> 2. Foster I., Kesselman C., J. Nick, Tuecke S. The Physiology of the GRID: An Open GRID Services Architecture for Distributed Systems Integration. <http://www.globus.org/research/papers/ogsa.pdf>. 3. http://www.iii.kiev.ua/ukr/articles/vsv_GRID03.doc 4. Buyya R., Chapin S., DiNucci D. Architectural Models for Resource Management in the GRID //The First IEEE/ACM International Workshop on GRID Computing (GRID 2000), Springer Verlag LNCS Series, Germany, Dec. 17, 2000, Bangalore, India. 5. Wolski R., Plank J.S., John Brevik J., Bryan T. G-commerce: Market Formulations Controlling Resource Allocation on the Computational GRID. University of Tennessee Technical Report UT-CS-00-450. Oct 2000

Стаття надійшла до редакції
17.08.2007 р.

УДК 339.137.2:316,323

Марцин В. С.

КОНКУРЕНТНА ПОЛІТИКА, ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ФОРМУВАННЯ В ПЕРІОД ГЛОБАЛІЗАЦІЇ

Competitive environments of various economic systems were and will be always different as to unequal level of maturity of competitive relations. Any state in age of globalization is a participant to form a new international competitive order and always will be under the influence of globalizing competition process. In the article different levels of competitive policy managing are examined, mechanism of forming competitive peculiarities in period of instability in economy, undeveloped infrastructure, pressure on the part of powerful competitors including foreign ones is revealed. A brand new products orientation, using advanced technologies, improving legal base in conformity with the international standards are suggested.

На сучасному етапі розвитку економіки відродження вітчизняного виробництва, поглиблене реформування економічних відносин багато в чому залежать від чітко визначеної конкурентної політики держави, спрямованої на захист законних інтересів підприємців і споживачів, підвищення конкурентоспроможності виробника на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Стан і розвиток конкуренції в період глобалізації економічних процесів має свою специфіку й особливості. Вони полягають в одночасності дії, яке охоплює декілька сфер, найближчими з них є ціни, витрати, якість, формування ринкових бар'єрів, зміцнення фінансового становища; а також у багатоглибкості. Вона полягає в тому, що підприємства мають брати її до уваги, вона може проявлятися на різних рівнях, на різних ринках, у різних комбінаціях. Усі процеси на ринку відбуваються з відповідним динамізмом. Це – розподіл позицій конкурентів, розподіл сил на ринку, відповідна агресивність учасників ринкового суперництва. Як правило, мета такої агресії полягає в порушенні рівноваги сил конкурентів [1]. Тут