

УДК 004.75 (045)

¹Мазур В.І.,²Іванкевич О.В., канд. техн. наук

GRID-ТЕХНОЛОГІЇ ЯК РЕСУРС СУЧАСНОГО ЕТАПУ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ СУСПІЛЬСТВА

¹Інститут міжнародних відносин²Інститут комп'ютерних технологій

Національного авіаційного університету

Розглянуто питання розвитку і впровадження GRID-технологій в Україні та світі. Основний акцент зроблено на концепцію і архітектуру GRID та використання нової технології в науковій галузі

Вступ

Сьогодні приділяється велика увага розвитку високопродуктивних обчислень, надаючи підтримку цьому напрямку. Це пов'язано з тим, що сучасна наука і інженерія протребують вирішення безлічі проблем, рішення яких в рамках існуючих технологій наукового експерименту і моделювання потребує великої обчислювальної потужності, тому у багатьох наукових напрямках традиційні аналітичні методи вичерпали себе. Для забезпечення високої продуктивності виконання вищезгаданих практичних завдань використовують *Grid* – технології.

Технологія *Grid* застосовується для створення географічно розподіленої обчислювальної інфраструктури, що об'єднує ресурси різних типів з колективним доступом до цих ресурсів в рамках віртуальних організацій [1]. Ця технологія може використовуватися для рішення наукових, математичних завдань, що вимагають для рішення значних обчислювальних ресурсів. *Grid* обчислення використовуються також і в комерційній інфраструктурі для рішення таких трудомістких завдань, як економічне прогнозування, сейсмоаналіз, розробка й вивчення властивостей нових ліків, тощо.

Термін *Grid* (сітка, грати) почав використовуватися з середини 90-х років і був обраний за аналогією з мережами передачі і розподілу електроенергії (*Power Grids*) [1, 2].

Розвиток і впровадження технології *Grid* носять стратегічний характер. У най-

ближчій перспективі ця технологія дозволить створити принципово новий обчислювальний інструмент для розвитку високих технологій в різних сферах людської діяльності.

Ідейною основою технології *Grid* є об'єднання ресурсів шляхом створення комп'ютерної інфраструктури нового типу, що забезпечує глобальну інтеграцію інформаційних і обчислювальних ресурсів на основі мережевих технологій і спеціального програмного забезпечення проміжного рівня (між базовим і прикладним програмним забезпеченням), а також набору стандартизованих служб для забезпечення надійного спільного доступу до географічно розподілених інформаційних і обчислювальних ресурсів: окремих комп'ютерів, кластерів, сховищ інформації і мереж.

Поява технології *Grid* має наступні передумови:

- необхідність вирішення складних наукових, виробничих, інженерних і бізнес-завдань;

- стрімкий розвиток мережевого транспортного середовища і технологій високошвидкісної передачі даних;

- наявність в багатьох організаціях обчислювальних ресурсів: суперкомп'ютерів або, що найчастіше зустрічається, організованих у вигляді кластерів персональних комп'ютерів.

Застосування технології *Grid* може забезпечити новий якісний рівень, а інколи і реалізувати принципово новий підхід в обробці величезних об'ємів експеримен-

тальних даних, забезпечити моделювання складних процесів, візуалізацію великих наборів даних, складні бізнесзастосування з великими об'ємами обчислень [3]. До теперішнього часу вже реалізовані і реалізуються безліч проектів зі створення *Grid*-систем.

Переважає частина таких проектів має експериментальний характер [1, 3]. Виходячи з результатів аналізу проектів можна зробити висновок відносно трьох напрямів розвитку технології *Grid*: обчислювальний *Grid*, *Grid* для інтенсивної обробки даних і семантичний *Grid* для оперування даними з різних баз даних.

Метою першого напрямку є досягнення максимальної швидкості обчислень за рахунок глобального розподілу цих обчислень між комп'ютерами. Проект *DEISA* може слугувати прикладом цього напрямку, в якому робиться спроба об'єднання суперкомп'ютерних центрів.

Метою другого напрямку є обробка великих об'ємів даних відносно нескладними програмами за принципом «одне завдання – один процесор». Доставка даних для обробки і пересилка результатів в цьому випадку є досить складним завданням. Для цього напрямку інфраструктура *Grid* є об'єднанням кластерів. Одним з проектів, метою якого і є створення виробничої *Grid*-системи для обробки великих об'ємів наукових даних, є проект *EGEE* (*Enabling Grids for E-SCIENCE*), що виконується під егідою Європейського Союзу (www.eu-egee.org). Побудова інфраструктури *Grid* в рамках проекту *EGEE* орієнтована в першу чергу на використання її в різних галузях наукової діяльності, в тому числі і для обробки даних у фізиці високим енергіям учасниками експериментів, що проводяться на базі створеного в Європейському центрі ядерних досліджень (*CERN*, www.cern.ch) прискорювача *LHC*. Проект *EGEE* тісно зв'язаний на даній фазі розвитку з проектом *LCG* (*LHC Computing Grid*), який, по суті, і є його технологічною базою.

Концепція *Grid*

Grid є технологією забезпечення гнучкого, безпечного і скоординованого загального доступу до ресурсів. При цьому ресурсом може бути апаратура (жорсткі диски, процесори), а також системне і прикладне програмне забезпечення (бібліотеки, додатки).

У термінології *Grid* сукупність організацій і людей, які вирішують спільно те або інше загальне завдання і які надають один одному свої ресурси, називається віртуальною організацією. Наприклад, віртуальною організацією може бути сукупність всіх людей, що беруть участь в певній науковій колаборації. Віртуальні організації можуть розрізнятися за складом, масштабом, терміном існування, родом діяльності, цілями, стосунками між учасниками і т.і. Склад віртуальних організацій може динамічно змінюватися.

Є два основні критерії, що виділяють *Grid*-системи серед інших систем, що забезпечують розподілений доступ до спільних ресурсів [2]:

1. *Grid*-система координує розрізнені ресурси. Ресурси не мають загального центру управління, а *Grid*-система займається координацією їх використання, наприклад, балансуванням навантаження. Тому проста система управління ресурсами кластера не є системою *Grid*, оскільки здійснює централізоване управління всіма вузлами даного кластера, маючи до них повний доступ. *Grid*-системи мають лише обмежений доступ до ресурсів, залежний від політики того адміністративного домена (організації-власника), у якому цей ресурс знаходиться.

2. *Grid*-система будується на базі стандартних і відкритих протоколів, сервісів і інтерфейсів. Не маючи стандартних протоколів, неможливо легко і швидко підключати нові ресурси в *Grid*-систему, розробляти новий вигляд сервісів.

Зазвичай *Grid*-системи володіють наступними властивостями:

– гнучкість, тобто можливість забезпечення розподіленого доступу потенційно до будь-яких видів ресурсів;

- масштабованість: працездатність *Grid*-системи при значному збільшенні або зменшенні її складу;
- гнучка і потужна підсистема безпеки: стійкість до атак зловмисників, забезпечення конфіденційності;
- можливість контролю над ресурсами: вживання локальних і глобальних політик і квот;
- гарантії якості обслуговування;
- можливість одночасної, скоординованої роботи з декількома ресурсами.

Хоча сама технологія *Grid* не прив'язана до певних ресурсів, найчастіше реалізації *Grid*-систем забезпечують роботу з наступними типами ресурсів:

- обчислювальні ресурси – окремі комп'ютери, кластери;
- ресурси зберігання даних – диски і дискові масиви, системи масового зберігання даних;
- мережеві ресурси;
- програмне забезпечення – будь-яке спеціалізоване програмне забезпечення.

Технологія *Grid* включає лише найбільш загальні і універсальні аспекти, однакові для будь-якої системи (архітектура, протоколи, інтерфейси, сервіси). Використовуючи цю технологію і наповню-

ючи її конкретним вмістом, можна реалізувати ту або іншу *Grid*-систему, призначену для вирішення того або іншого класу прикладних завдань. Не слід змішувати технологію *Grid* з технологією паралельних обчислень. В межах конкретної *Grid*-системи, звичайно, можливо організувати паралельні обчислення з використанням сучасних технологій, оскільки *Grid*-систему можна розглядати як мета-комп'ютер, що має безліч обчислювальних вузлів.

Архітектура *Grid*

Архітектура *Grid* визначає системні компоненти, цілі і функції цих компонент і відображає способи взаємодії компонент один з одним. Архітектура *Grid* є архітектурою взаємодіючих протоколів, сервісів і інтерфейсів, що визначають базові механізми, за допомогою яких користувачі встановлюють з'єднання з *Grid*-системою, спільно використовують обчислювальні ресурси для вирішення різного роду завдань. Архітектура протоколів *Grid* розділена на рівні (рис. 1), компоненти кожного з них можуть використовувати можливості компонент будь-яких з розташованих нижче рівнів.



Рис. 1. Рівні архітектури протоколів *Grid* і їх відповідність рівням архітектури протоколів Інтернет

В цілому ця архітектура задає вимоги для основних компонент технології (протоколів, сервісів, прикладних інтер-

фейсів і засобів розробки програмного забезпечення), не надаючи строгого набору специфікацій, залишаючи можливість

їхнього розвитку в рамках прийнятої концепції.

Базовий рівень

Базовий рівень (*Fabric Layer*) описує служби, що безпосередньо працюють з ресурсами. Ресурс є одним з основних понять архітектури *Grid*. Ресурси можуть бути всілякими, проте, як уже згадувалося, можна вирізнити декілька основних типів: обчислювальні ресурси; ресурси зберігання даних; інформаційні ресурси, каталоги; мережеві ресурси.

Обчислювальні ресурси надають користувачеві *Grid*-системи (точніше кажучи, завданню користувача) процесорні потужності. Обчислювальними ресурсами можуть бути як кластери, так і окремі робочі станції. При всій різноманітності архітектури будь-яка обчислювальна система може розглядатися як потенційний обчислювальний ресурс *Grid*-системи. Необхідною умовою для цього є наявність спеціального програмного забезпечення, так званого програмного забезпечення проміжного рівня (*middleware*), що реалізовує стандартний зовнішній інтерфейс з ресурсом і дозволяє зробити ресурс доступним для *Grid*-системи. Основною характеристикою обчислювального ресурсу є продуктивність.

Ресурси пам'яті є простором для зберігання даних. Для доступу до ресурсів пам'яті також використовується програмне забезпечення проміжного рівня, що реалізовує уніфікований інтерфейс управління і передачі даних. Як і в разі обчислювальних ресурсів, фізична архітектура ресурсу пам'яті не принципова для *Grid*-системи, будь то жорсткий диск на робочій станції або система масового зберігання даних розміром сотень терабайт. Основною характеристикою ресурсу пам'яті є його об'єм.

Інформаційні ресурси і каталоги є особливим видом ресурсів пам'яті. Вони слугують для зберігання і надання метаданих і інформації про інші ресурси *Grid*-системи. Інформаційні ресурси дозволяють структуровано зберігати величезний об'єм інформації про поточний стан *Grid*-

системи і ефективно виконувати завдання пошуку.

Мережевий ресурс є сполучною ланкою між розподіленими ресурсами *Grid*-системи. Основною характеристикою мережевого ресурсу є швидкість передачі даних. Географічно розподілені системи на основі даної технології здатні об'єднувати тисячі ресурсів різного типу, незалежно від їх географічного розташування.

Рівень зв'язку

Рівень зв'язку (*Connectivity Layer*) визначає комунікаційні протоколи і протоколи аутентифікації. Комунікаційні протоколи забезпечують обмін даними між компонентами базового рівня. Протоколи аутентифікації, ґрунтуючись на комунікаційних протоколах, надають криптографічні механізми для ідентифікації і перевірки достовірності користувачів і ресурсів. Протоколи рівня зв'язку повинні забезпечувати надійний транспорт і маршрутизацію повідомлень, а також привласнення імен об'єктам мережі. Незважаючи на існуючі альтернативи, протоколи рівня зв'язку в *Grid*-системах передбачають використання лише стеку протоколів *TCP/IP*, зокрема: на мережевому рівні – *IP* і *ICMP*, транспортному рівні – *TCP*, *UDP*, на прикладному рівні – *HTTP*, *FTP*, *DNS*, *RSVP*. Враховуючи бурхливий розвиток мережевих технологій, в майбутньому рівень зв'язку, можливо, залежатиме і від інших протоколів. Для забезпечення надійного транспорту повідомлень в *Grid*-системі повинні використовуватися рішення, що передбачають гнучкий підхід до безпеки комунікацій (можливість контролю над рівнем захисту, обмеження делегування прав, підтримка надійних транспортних протоколів). В даний час ці рішення ґрунтуються як на загальноприйнятих стандартах безпеки, спочатку розроблених для Інтернет (*SSL*, *TLS*), так і на нових розробках.

Ресурсний рівень

Ресурсний рівень (*Resource Layer*) побудований над протоколами комуніка-

ції і аутентифікації рівня зв'язку архітектури *Grid*.

Ресурсний рівень реалізує протоколи, що забезпечують виконання наступних функцій:

узгодження політик безпеки використання ресурсу;

- процедура ініціації ресурсу;
- моніторинг стану ресурсу;
- контроль над ресурсом;
- облік використання ресурсу.

Протоколи цього рівня спираються на функції базового рівня для доступу і контролю над локальними ресурсами. На ресурсному рівні протоколи взаємодіють з ресурсами, використовуючи уніфікований інтерфейс і не розрізняючи архітектурні особливості конкретного ресурсу.

Розрізняють два основні класи протоколів ресурсного рівня:

– інформаційні протоколи, що отримують інформацію про структуру і стан ресурсу, наприклад, про його конфігурацію, поточне завантаження, політику використання;

– протоколи управління, які використовуються для узгодження доступу до ресурсів, що розділяються, визначаючи вимоги і допустимі дії по відношенню до ресурсу (наприклад, підтримка резервування, можливість створення процесів, доступ до даних). Протоколи управління повинні перевіряти відповідність запитуваних дій політиці розділення ресурсу, включаючи облік і можливу оплату. Вони можуть підтримувати функції моніторингу статусу і управління операціями.

Список вимог до функціональності протоколів ресурсного рівня близький до списку для базового рівня архітектури *Grid*. Додалася лише вимога єдиної семантики для різних операцій з підтримкою системи сповіщення про помилки.

Колективний рівень

Колективний рівень (*Collective Layer*) відповідає за глобальну інтеграцію різних наборів ресурсів, на відміну від ресурсного рівня, сфокусованого на роботі з окремо взятими ресурсами. У колективному рівні розрізняють загальні і спе-

цифічні (для додатків) протоколи. До загальних протоколів відносяться, в першу чергу, протоколи виявлення і виділення ресурсів, системи моніторингу і авторизації співтовариств. Специфічні протоколи створюються для різних додатків *Grid* (наприклад, протокол архівації розподілених даних або протоколи управління завданнями збереження стану тощо). Компоненти колективного рівня пропонують величезну різноманітність методів спільного використання ресурсів. Нижче наведено функції і сервіси, що реалізуються в протоколах даного рівня:

– сервіси каталогів дозволяють віртуальним організаціям виявляти вільні ресурси, виконувати запити за ім'ям та атрибутами ресурсів, такими як тип і завантаження;

– сервіси спільного виділення, планування і розподілу ресурсів забезпечують виділення одного або більше ресурсів для певної мети, а також планування завдань, що виконуються з використанням цих ресурсів;

– сервіси моніторингу і діагностики відстежують аварії, атаки і перевантаження;

– сервіси дублювання (реплікації) даних координують використання ресурсів пам'яті в межах віртуальних організацій, забезпечуючи підвищення швидкості доступу до даних відповідно до вибраних метрик, таких як час відповіді, надійність, вартість тощо;

– сервіси управління робочим завантаженням застосовуються для опису і управління багатокроковими, асинхронними, багатокомпонентними завданнями;

– служби авторизації співтовариств сприяють поліпшенню правил доступу до розподілених ресурсів, а також визначають можливості використання ресурсів співтовариства. Подібні служби дозволяють формувати політики доступу на основі інформації про ресурси, протоколи управління ресурсами і протоколи безпеки зв'язуючого рівня;

– служби обліку і оплати забезпечують збір інформації про використання

ресурсів для контролю звернень користувачів;

– сервіси координації підтримують обмін інформацією в потенційно великому співтоваристві користувачів.

Прикладний рівень

Прикладний рівень (*Application Layer*) описує призначені для користувача застосування, що працюють в середовищі віртуальної організації. Додатки функціонують, використовуючи сервіси, визначені на рівнях, що пролягають нижче. На кожному з рівнів є певні протоколи, що забезпечують доступ до необхідних служб, а також прикладні програмні інтерфейси (*Application Programming Interface – API*), відповідні до даних протоколів. Для полегшення роботи з прикладними програмними інтерфейсами користувачам надаються набори інструментальних засобів для розробки програмного забезпечення (*Software Development Kit – SDK*). Набори інструментальних засобів високого рівня можуть забезпечувати функціональність з одночасним використанням декількох протоколів, а також комбінувати операції протоколів з додатковими викликами прикладних програмних інтерфейсів нижнього рівня. Необхідно звернути увагу, що додатки на практиці можуть викликатися через досить складні оболонки і бібліотеки. Ці оболонки самі можуть визначати протоколи, сервіси і прикладні програмні інтерфейси, проте подібні надбудови не відносяться до фундаментальних протоколів і сервісів, необхідних для побудови *Grid*-систем.

Віртуальна організація

Інфраструктура *Grid* заснована на наданні ресурсів в загальне користування, з одного боку, і на використанні публічно доступних ресурсів, з іншого. У цьому плані ключове поняття інфраструктури *Grid* – віртуальна організація, в якій кооперуються як споживачі, так і власники ресурсів. Мотиви кооперації можуть бути різними. У вже існуючих *Grid*-системах віртуальна організація є об'єднанням (колаборацією) фахівців з деякої прикладної

області, які об'єднуються для досягнення загальної мети.

Будь-яка віртуальна організація має в своєму розпорядженні певну кількість ресурсів, які надані зареєстрованими в ній власниками (деякі ресурси можуть одночасно належати декільком віртуальним організаціям). Кожна віртуальна організація самостійно встановлює правила роботи для своїх учасників, виходячи з дотримання балансу між потребами користувачів і готівковим об'ємом ресурсів, тому користувач повинен обґрунтувати своє бажання працювати з *Grid*-системою і отримати згоду керівних органів, що управляють віртуальною організацією.

Grid-система є середовищем колективного комп'ютерингу, в якому кожен ресурс має власника, а доступ до ресурсів відкрито в режимі, розподіленому за часом і за простором, безлічі користувачів, що входять до віртуальної організації. Віртуальна організація може утворюватися динамічно і мати обмежений час існування.

Таким чином, можна визначити *Grid*-систему як просторово розподілене операційне середовище з гнучким, безпечним і скоординованим розподілом ресурсів для виконання додатків в рамках певних віртуальних організацій. До теперішнього часу існує безліч віртуальних організацій, що входять в різні *Grid*-системи. Прикладами віртуальних організацій, що діють в рамках проекту *LCG-2* (*Grid* для обробки даних з прискорювача *LHC* в *CERN*), є віртуальні організації експериментів, які планується проводити на цьому прискорювачі: *ATLAS*, *CMS*, *Alice*, *LHCb*.

Використання інфраструктури *Grid* у наукових цілях

Як приклад такої інфраструктури в більшості випадків наводять найбільшу в світі інфраструктуру *Grid*, реалізовану в рамках проекту *EGEE* (*Enable Grid E-SCIENCE*). Мета проекту *EGEE* – об'єднати національні, регіональні і тематичні *Grid*-розробки, що вже ведуться, в єдину цілісну *Grid*-інфраструктуру для підтрим-

ки наукових досліджень. Ця інфраструктура надає дослідникам, як в академічних колах, так і в різних областях економіки, цілодобовий доступ до високопродуктивних обчислювальних ресурсів незалежно від їхнього географічного розташування. Користуватися інфраструктурою зможуть географічно розподілені співтовариства дослідників, які потребують загальних обчислювальних ресурсів, та які готові об'єднати свої власні обчислювальні інфраструктури і погоджуються з принципами загального доступу. Проект підтримують в основному фінансуючі установи ЄС, але призначений він для роботи вчених всього світу. Значні засоби надходять від США, Росії та інших учасників проекту, що не входять в ЄС. Чотирирічна програма проекту *EGEE* складається з двох фаз. Перша фаза (з 1 квітня 2004 по 31 березня 2006 рр.) вже завершилася. Другу фазу проекту (*EGEE-II*) почато 1 квітня 2006 року. Проект стартував у виключно сприятливих умовах: до його формального початку вже були розміщені основні сервіси і розпочата розробка проміжного програмного забезпечення та поширення інформації. Для відпрацювання початкового рівня впровадження *Grid*-інфраструктури, що розвивається, офіційної оцінки її експлуатаційних якостей і функціональності були вибрані дві практичні області. Одна – обробка даних від експериментів на прискорювачі *LHC*, де *Grid*-інфраструктура забезпечує зберігання і аналіз величезних об'ємів реальних і змодельованих даних експериментів у фізиці високих енергій, що ведуться в *CERN*. Інша – біомедичні *Grid*-и, де декілька колаборацій вирішують однаково складні завдання, наприклад, пошук в базах геномів даних і індексування лікарняних баз даних, що складає декілька терабайтів в рік для однієї лікарні. До теперішнього часу десятки додатків використовують цю інфраструктуру, що розвивається, для різних галузей науки: термоядерний синтез, науки про Землю, астрофізика, геофізика, археологія, обчислювальна фізика. Інфраструктура відкрита також

для індустріальних і соціоекономічних співтовариств. В рамках цієї інфраструктури створено понад 60 віртуальних організацій.

У проекті *EGEE* беруть участь більше ніж 90 організацій з 32 країн. Ці організації об'єднані в регіональні *Grid*-и (федерації). Проект *EGEE* має партнерські стосунки з більш ніж 70 учасниками, що не входять в даний проект, у тому числі через низку інших проектів *Grid*.

Інфраструктура *EGEE* будується на дослідницькій мережі Європейського союзу *GEANT* і забезпечує можливість спільної роботи з іншими *Grid*-системами у всьому світі, включаючи США і Азію, що сприяє становленню всесвітньої *Grid* - інфраструктури. З 2007 року починається створення Європейської *Grid*-інфраструктури (*EGI*), функціонування якої планується на постійній основі у вигляді зкоординованої мережі національних *Grid*-інфраструктур (*NGI*). ЦЕРН залишає за собою загальну координацію і відповідальність за модернізацію проміжного шару *middleware* і систему загальної безпеки.

Росія і Україна почали свою співпрацю з ЦЕРН відносно створення національних *Grid*-інфраструктур майже одночасно. У Росії в 2003 році був створений консорціум РДІГ (Російський *GRID* для інтенсивних операцій з даними – *Russian Data Intensive GRID, RDIG*) покликаний забезпечити ефективне поширення в Росії інфраструктури *EGEE* з одночасним залученням інших організацій з різних галузей науки, освіти і промисловості. До його складу увійшли одинадцять провідних фізичних інститутів, чотири університети і Геофізичний Центр РАН.

Офіційна презентація першого в Україні *Grid*-сегменту відбулась 4 квітня 2007 року в Інституті теоретичної фізики на виїзному засіданні бюро Президії НАН України. Сегмент на даний час об'єднує обчислювальні ресурси наступних організацій: Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, Інститут фізики конденсованих систем НАН Укра-

їни (м. Львів), Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Інститут космічних досліджень НАН України і НКА України, Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, Інститут клітинної біології і генетичної інженерії НАН України. На засіданні обговорювалися завдання розвитку *Grid*-технологій не тільки в Академії наук, було розглянуто і окреслено перспективи співпраці НАН України з Міністерством освіти і науки України (МОН), зокрема з Національним технічним університетом України „Київський політехнічний інститут”, а також домовлено про створення Національного *Grid*-у України (УАГ).

Зокрема фахівці НТУУ «КПІ» беруть участь у проекті з оброблення даних Великого адронного колайдера у ЦЕРНі. Спільно з фахівцями Інституту теоретичної фізики імені М.М.Боголюбова НАН України вчені КПІ беруть участь у європейській програмі *EGI (European Grid Initiative)*. Для виконання цього завдання виділено 200 обчислювальних ядер університетського кластеру для відповідних обчислень. НТУУ «КПІ» бере участь у розвитку міжнародної навчальної *Grid*-мережі разом із ученими Російської Федерації, Болгарії і Казахстану.

Не дивлячись на недостатність обчислювальних ресурсів, вже започаткований проект МОН та НАНУ «Розробка і впровадження семантичних *Grid*-сервісів інтелектуальної обробки даних». Низка наукових і освітніх установ України висловили зацікавленість до участі в проекті в якості партнерів.

Висновки

У статті наведено відомості про новизну, масштаби і інтенсивність впровадження нової технології в наукові, індустриальні та економічні напрями людської діяльності. Сотні *Grid*-систем представляють різні аспекти цієї технології, проекти, реалізовані на її основі, приклади різних застосувань. Все це показує не лише масштаби, але і відображає результати

впровадження принципово нового підходу до організації обчислювального процесу в різних галузях науки, техніки, економіки.

Основними поточними завданнями українського сектору *Grid* є: розширення інфраструктури, збільшення потужностей ресурсних центрів, пошук завдань для вирішення з використанням технології *Grid*, підготовка користувачів, залучення молодих фахівців для розвитку і використання як системного, так і прикладного рівня цієї технології XXI століття.

Список літератури

1. Уорнер М., Витцель М. Виртуальные организации. – М.: Добрая книга, 2005. – 296 с.
2. Петренко А.І. Вступ до GRID-технологій в науці та освіті. – К.: Політехніка, 2008. – 175 с.
3. Давиденко І.Н., Бабий К.Ю. Способ мониторинга крупно масштабируемых GRID-систем на основе протокола SNMP // "ABIA-2009". Міжнародна науково-технічна конференція. Матеріали IX міжнародної науково-технічної конференції "ABIA-2009", 21-23 вересня 2009 року. – К.: 2009. – Т. 1. – С. 5.30–5.33.

Подано до редакції 28.04.10