

**А.Г.ЗАГОРОДНІЙ,
академік НАН України,
директор Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова**

Близько десяти років тому англійське слово «grid», що в перекладі означає сітка, або мережа, набуло ще одного значення. Цим словом стали називати комп'ютерні мережі, які скоординовано використовують географічно розподілені комп'ютерні ресурси. За десятиліття свого існування грид проник у всі сфери суспільного життя. Сформувалися міжнародні об'єднання й організації, що практично впроваджують і розвивають грид-технології.

НАН України вчасно зреагувала на новітні тенденції в цій галузі. За неповні чотири роки нашим науковцям вдалося створити Український академічний грид (УАГ), який уже вийшов за межі Академії і може слугувати основою для створення національної грид-інфраструктури.

Перед тим як розповісти про УАГ, я детальніше поясню, що таке грид і чому так важливо його впроваджувати. Грид — це мережа географічно розподілених інформаційно-обчислювальних ресурсів великої потужності, з'єднаних між собою швидкісними каналами зв'язку, робота яких організована в такий спосіб, що для зовнішнього користувача вона виглядає як єдиний гігантський комп'ютер. Відповідно, грид повинен мати три невід'ємні складники — обчислювальні ресурси, швидкісні канали і спеціальне математичне забезпечення, що дістало назву middleware.

Як працює грид? Користувач ставить завдання в точці А. Важливо, що він може не мати власного потужного ресурсу, йому потрібен лише доступ до гриду. Грид-мережа сама знаходить необхідний вільний ресурс, скажімо в точках В і С, де й відбуваються обчислення. При цьому математичне забезпечення може перебувати в точці D, а ви-

хідні дані — у точці Е. Після завершення розрахунків їхній результат скеровується у вихідну точку А.

Грид виник як відгук на необхідність розв'язувати надскладні задачі, з якими не може впоратися жоден з наявних на сьогодні комп'ютерів. Прикладом такої задачі може слугувати оброблення даних, які отримуватимуть під час експериментів на Великому адронному колайдері (ВАК), про які, напевне, ви вже всі чули. ВАК — це кільцевий прискорювач з довжиною кільця 28 км, яке розташоване на глибині 100 м. У ньому відбуватимуться зіткнення прискорених протонів і ядер, у результаті чого будуть народжуватися мільярди вторинних частинок. Їх реєструватимуть 5 детекторів, кожен із яких є велетенським комплексом (майже як 5-поверховий будинок). Принагідно зазначу, що, попри те що Україна не є членом Міжнародної організації ядерних досліджень, тобто ЦЕРНу, українським науковцям та інженерам завдяки своїй ініціативі вдалося долучитися до будівництва цього детектора і вписати Україну до числа його творців поряд із США, Францією, Росією та іншими учасниками робіт.

Упродовж експерименту з одного детектора буде надходити інформація, обсяги якої вимірюються петабайтами (один петабайт — це мільярд мегабайтів). Якщо б цю інформацію записати на стандартні лазерні диски і скласти ці диски один на один, то вийшов би стовпчик висотою близько 20 км. Саме з метою розв'язання проблеми оброблення результатів експериментів ЦЕРН і почав розвивати грид-технології. Ідея виявилася дуже плідною, і невдовзі грид почали активно застосовувати в найрізноманітніших галузях людської діяльності. Це наука (фізика, астро-

номія, хімія, біологія, генетика), медицина, екологія, метеорологія, економіка, інженерні розрахунки. Яскравим прикладом застосування ґриду в генетиці може слугувати розкодування геному вірусу пташиного грипу H5N1, який за допомогою ґриду був розкодований за 6 тижнів, тоді як без ґрид-технологій на це могло піти кілька років.

З метою широкого впровадження ґрид-технологій у всі сфери суспільного життя в Європі, США, Японії, Китаї реалізують масштабні проекти, спрямовані на створення розгалужених ґрид-мереж із потужними ресурсами. Згідно з прогнозами американської компанії «Insight Corporation Compu», інвестиції в ґрид-технології зростуть із 1,84 млрд дол. США у 2006 р. до 24,52 млрд дол. США у 2011 р. Існує думка міжнародних експертів, що дуже скоро країни, які не мають своєї ґрид-інфраструктури, не зможуть претендувати на місце серед розвинених держав.

Зважаючи на перспективність ґрид-технологій, Президія НАН України прийняла в 2006 р. програму «Впровадження ґрид-технологій і створення кластерів». Програму почали виконувати не з нульового рівня. На той час уже діяли кластери в ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут» (ХФТІ) та в Інституті фізики конденсованих систем (ІФКС), причому кластер ХФТІ вже входив до ЦЕРНівської ґрид-структури, яка була створена для оброблення даних експерименту CMS. У 2004 р. Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова (ІТФ) спільно з Київським національним університетом ім. Тараса Шевченка (КНУ) створили ґрид-платформу, а згодом і повноцінний кластер, який було включено до ЦЕРНівської структури AlienGrid, що обслуговуватиме експеримент ALICE. У 2005 р. стало можливим використовувати в ґрид-режимі й потужний суперкомп'ютерний комплекс Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова.

У результаті реалізації програми було створено академічну ґрид-структуру, що має в своєму складі 20 кластерів із загальним ресурсом 1900 процесорних ядер і 250 терабайт дискового простору (один терабайт — це мільйон мегабайтів). До кластерів ХФТІ, ІФКС та ІТФ у 2006 р. долучилися кластери Інститутів молекулярної біології і генетики, клітинної біології та генетичної інженерії, Головної астрономічної обсерваторії, у 2007 р. — кластери Інститутів металофізики ім. Г.В. Курдюмова, фізики, математики, скінтіляційних матеріалів, Радіоастрономічного інституту, Інститутів прикладної фізики, геотехнічної механіки, у 2008 — кластери Інститутів програмних систем, проблем математичних машин і систем, проблем моделювання в енергетиці, Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б.І. Веркіна, Інституту радіофізики і електроніки ім. О.Я. Усикова, Донецького фізико-технічного інституту ім. О.О. Галкіна. Було придбано також спеціалізоване ґридівське забезпечення. Усього на розвиток ґриду витрачено 12,9 млн грн академічних коштів.

Академічний ґрид не самоізолюваний. Ми плідно співпрацюємо з університетами, зокрема з КНУ та НТУ «КПІ». Участь останнього суттєво збільшила спільний ресурс, який становить близько 2500 процесорних ядер і 300 терабайт дискового масиву. Таким чином, на сьогодні об'єднана ґрид-інфраструктура включає 23 кластери, що розташовані в Києві, Харкові, Львові, Донецьку, Дніпропетровську, Сумах. У цьому році має приєднатися кластер Морського гідрофізичного інституту (Севастополь) та Інституту магнетизму (Київ). Можна стверджувати, що нині створено основи національної ґрид-інфраструктури.

Наявну ґрид-інфраструктуру активно застосовують у наукових дослідженнях. Це моделювання процесів зіткнень ядер при енергіях, що досягаються на сучасних прискорювачах, підготовка до участі в оброб-

ленні результатів експериментів CMS та ALICE на БАК. Проведена підготовча робота відкриває унікальну можливість для наших науковців із ХФТІ та ІТФ взяти безпосередню участь у дослідженнях на БАК. В ІМФ, ФТІНТ, ІК проводять дослідження фізичних властивостей наноструктур, у тому числі й біологічного походження.

Дуже ефективно застосування грид-технологій в астрономії і астрофізиці. Це, зокрема, стосується моделювання динаміки галактик і зоряних скупчень. Такі дослідження проводять на кластері ГАО у співпраці з німецькими колегами. Науковці ІТФ, ГАО і КНУ спільно зі швейцарськими колегами на основі гриду створили віртуальну рентгенівську і гамма-обсерваторію, яка обробляє дані, отримані на рентгенівських і гамма-космічних телескопах. Мета цих досліджень — з'ясування природи так званої темної матерії, однієї з найактуальніших проблем сучасної фізики.

Не менш перспективним є застосування гриду в молекулярній біології і генетиці. Це і розрахунки спектрів ДНК, і моделювання молекулярної динаміки біологічних макромолекул (білків, нуклеїнових кислот та їхніх комплексів) у різних умовах, і конструювання ліків. Для підвищення ефективності таких досліджень створено віртуальну лабораторію MolDynGrid.

О.В. ПАЛАГІН,
академік НАН України,
заступник директора Інституту кібернетики
ім. В.М. Глушкова НАН України

Інформатика як галузь посідає особливе місце в сучасному процесі науково-технічного розвитку, адже інформаційні технології — це складник усіх без винятку високих технологій, тому вони постійно перебувають у центрі уваги керівників

Нааявність основ національної грид-інфраструктури допомогла Україні стати учасником найпрестижніших європейських грид-проектів і колаборацій. Зокрема, це EGEE, WLCG, EGI, що відкрило можливість повномасштабної міжнародної співпраці з використанням грид-технологій. Завдяки цьому Україна вже давно перестала бути білою плямою на картах світових грид-мереж, у чому дуже легко переконалися, відкривши будь-яку з них.

Діяльність Академії з упровадження грид-технологій знайшла підтримку і на державному рівні. Зокрема, це впливає з Указу Президента України від 11 вересня 2008 року № 827/2008 та Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 листопада 2008 р. № 1421-р, яким затверджено концепцію Державної цільової науково-технічної програми з упровадження та використання грид-технологій. НАН України спільно з МОН України було доручено розробити проект такої програми і подати на затвердження в Кабінет Міністрів. Цей проект розроблено, він проходить процедуру узгодження з профільними міністерствами. Сподіваюся, що, попри всі труднощі поточного моменту, програму буде затверджено. Це стане ще одним кроком на шляху інтеграції України у світову спільноту.

та політиків розвинених країн, передусім супердержав. І це не випадково. За оцінками Світового банку, у світовій індустрії ІТ обертаються вже трильйони доларів.

Зверну увагу лише на один, але найсучасніший та найактуальніший зі страте-