

9. Steinhardt P. J., Turok N *Science* 312 1180 (2006); astro-ph/0605173
10. Rubakov V. A. *Phys. Rev. D* **61** 061501 (2000); hep-ph/9911305
11. Weinberg S. *Rev. Mod. Phys.* **61** 1 (1989)

Проанализированы тенденции развития фундаментальной науки XXI века, в которой происходит грандиозный научный и мировоззренческий переворот, не уступающий по масштабу большой коперниканской революции. Открытие темной материи и темной энергии кардинально меняет общее представление о тотальности физической Вселенной..

Фундаментальная наука, парадигма, мировоззрение, темная материя, темная энергия.

In fundamental science of XXI century a grand scientific and philosophical revolution takes place and the scale of it is equal to great Copernican revolution. The discovery of dark substance and dark energy drastically alter the overall picture of the totality of the physical universe.

Fundamental science, paradigm, world understanding, dark substance, dark energy.

УДК 004: 001.8

РОЛЬ GRID-КОМП'ЮТИНГУ У РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ НАУКИ

А. Ю. Самарський, кандидат філософських наук

Розкрито вплив Grid-технологій на формування сучасного наукового мислення. Проаналізовано концепцію мережевої науки, вплив комп'ютерних технологій на розвиток науки, історичні перспективи їх взаємодії.

E-science, grid-комп'ютинг, нелінійність, наука, мережа.

У XXI ст. науку не можна уявити без Grid-комп'ютингу. Технічні засоби, зокрема системи розподілених обчислень, стали важливим фактором в фундаментальній науці. І очевидним це стало лише на межі тисячоліть. Досліджуючи нелінійний вплив наукової діяльності на світ, більшість вчених та філософів науки XX ст. не брало до уваги технічний фактор у сьогоднішньому розумінні, концентруючи свою увагу на підходах та методології у фундаментальній науці. Наразі ж, питання про те, що над чим домінує – наука над технікою чи техніка над наукою, потребує окремого висвітлення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дану проблематику розробляли науковці Джордж Персіваль, Грег Лі, Гордон Фрейзер, Юрген Пошел, І. Фостер, К. Кесселман, С. Туке.

Мета дослідження – розкрити вплив Grid-технологій на формування сучасного наукового мислення.

Виклад основного матеріалу. Нелінійність розвитку науки з усією очевидністю виступає, як тільки ми починаємо говорити про обличчя сучасного наукового товариства та його свідомість. Якщо ще кілька десятиліть тому вчені використовували для своїх потреб спочатку лінійні фрейми (великі за габаритами електронно-обчислювальні машини, яких було одиниці на науковий заклад), потім – персональні комп'ютери, кластери, то відповідний сучасності рівень – це загальносвітова база даних та загальносвітова розподілена автоматизована система наукових досліджень. Саме інформаційно-програмна реалізація наукових результатів утворює основу, на якій інтегруються зусилля фахівців із різних сфер знань, саме вона робить широкі міждисциплінарні дослідження можливими. Відомо, що Інтернет не має державних та національних меж. Проте, по суті Інтернет – це лише глобальна бібліотека. Система типу Grid для науки стане ще більш глобальною та інтернаціональною, адже завдяки їй стане можливим не тільки обмін результатами, але і обмін безпосередньою діяльністю під час глобальних наукових експериментів.

Виклад основного матеріалу. Про об'єднання науковців у світовому масштабі дедалі частіше говорять не тільки науковці-природники, проблему обмеженості «індивідуальних науковців» бачать і вчені інших напрямів. У зв'язку з введенням локальних Grid-систем у певні області наукової діяльності, у методологію та філософію сучасної науки ввійшов новий термін – так звана електронна наука – е-наука (e-science) [3]. На відміну від традиційної науки, яка розділялася на дві принципові гілки – теоретичну й експериментальну, е-наука використовує новий підхід, заснований на комп'ютерному моделюванні, що все частіше застосовується як один із найбільш успішних методів для досягнення нових експериментальних наукових результатів. У цьому плані розбіжностей між теоретичною та експериментальною наукою немає: в обох випадках наявна складність досліджень потребує використання Grid-технологій.

Термін e-science, уведений в 1999 р. Дж. Тейлором [4], поєднує нові революційні методи проведення колективних експериментальних наукових досліджень, що включають комп'ютерне моделювання і організацію віртуальних експериментальних середовищ. Методи електронної науки підтримуються інфраструктурними можливостями сучасних обчислювальних Grid-систем. Електронна наука створює можливості для одержання дослідницьких результатів на новому рівні якості, що демонструється різними ініціативами в усьому світі, (включаючи різноманітні Hi-tech-експерименти: програму кіберінфраструктури у Сполучених Штатах, проект Європейської дослідницької інфраструктури, японський проект наукового Grid тощо). Електронна наука має багато шансів стати наукою майбутнього, наукою XXI століття, проте зараз вона перебуває в ембріональному стані.

Останніми роками, у зв'язку з інтенсивним застосуванням інформаційних технологій у наукових дослідженнях, створюються автоматизовані

робочі місця (АРМ) дослідників у конкретних предметних областях. Такі АРМ концентрують у собі унікальний досвід дослідника в даній області, тому включення їх в мережу створює унікальні умови для доступу до найновіших наукових досягнень. Також слід відзначити тенденцію переходу від використання персонального комп'ютера (ПК) до створення центрів опрацювання даних (ЦОД), що дозволяє кооперувати зусилля вчених [7].

Отже, тенденції розвитку світової науки вказують на глобалізацію процесу наукової діяльності, стирання національних меж та державних кордонів. У світлі цього по-новому постає проблема суперечності одиничне-загальне в науці. Індивідуальний труд вченого, завдяки введенню подібної до вищеописаної Grid-системи, стає одночасно загальнонауковим. Автор української програми концепції міждисциплінарних наукових досліджень учений-кібернетик, академік А. Палагін стверджує, що Grid-система «була б єдиною системою знань, і тут же – засоби опрацювання цих знань. І вони могли б безупинно працювати самі по собі, а людина могла б тільки звертатися до неї в міру потреби, так сказати, знімати щось, додавати і так далі: витягувати звідти необхідні знання, давати настроєння, керувати цим процесом. По суті, ця ідея – в основі концепції програми міждисциплінарних наукових досліджень» [5, с. 22].

Якщо раніше для обміну результатами діяльності великого співтовариства вчених потребувалися конференції, симпозиуми, семінари, то завдяки автоматизованій системі стає можливим обмін результатами в *реальному часі*. Це означає, що всередині системи (якщо розглядати наукове співтовариство з системної позиції) прискорюється взаємодія між елементами, петлі зворотного зв'язку, коли результати, впливаючи на процес, звужуються. Розвиток системи значно прискорюється. Ця залежність має нелінійний характер.

Використання Grid-мереж разом з наукою трансформує соціум. Якщо прийняти, що найскладніша нелінійна система – це суспільство, то для управління ним необхідна саме глобальна розподілена автоматизована система управління. Мережа типу Grid – найкраще, що на сьогодні могло б підійти для цього. Вона виступає як протизвага наростаючій складності, вступає в боротьбу з глобальною невизначеністю в теперішньому світі.

У цьому сенсі Grid наслідує традиції кібернетики – науки про управління в складних системах. Якщо ще зовсім недавно комп'ютери використовували для приватних інтересів окремих індивідів (ПК не могли бути об'єднані в єдину мережу, поки не з'явилися доступні технічні можливості для їхніх власників), то зараз, коли широкосмуговий зв'язок став доступним не тільки великим суспільним установам, а й для побутових потреб окремих персон, з'явився новий шанс не тільки для кібернетики, але й для наукового співтовариства взагалі.

Для вирішення складних задач, в тому числі й суспільно-економічних, раніше використовували суперкомп'ютери. Утворенню загальних мереж перешкоджали різні чинники, найголовніші, крім економічних, – політичні (обмеження в межах конкретної держави) та бізнесово-корпоративні (комерційна таємниця, що значно ускладнює обмін наукови-

ми досягненнями). Через це й самі суперкомп'ютери розвивалися повільніше, ніж цього потребував розвиток виробничих сил суспільства – складність у світі (наприклад, наявність необхідної для управління інформації) зросла непропорційно з їх обчислювальними можливостями. Через це Grid-системи можуть стати альтернативним інструментом керування, їхня організація не потребує великих грошових витрат, як у випадку суперкомп'ютерів.

Ці системи зараз високоавтоматизовані. Наприклад, мережа, що складається із груп учасників. Кожна група може працювати, споживаючи різну обчислювальну потужність у різний час. Однак може виникнути ситуація, коли кільком групам одночасно будуть потрібні більші витрати ресурсів. Раціонально розподілити ресурси при цьому зовсім не складно. Існують програмні пакети, наприклад, SunGridEngineEnterpriseEdition, що дозволяють зробити це автоматично, залежно від ступеня важливості завдання, розв'язуваного кожною з груп. Втручання людини-адміністратора потрібно лише в крайніх випадках.

Чим більше ЕОМ задіяне в проекті, тобто, чим більша і складніша система, тим дешевші й потужніші обчислення. Якщо ж брати великі території – мережу, розташовану на багатьох часових поясах, то економія просто очевидна: коли в одному регіоні люди лягають спати, і їхні персональні комп'ютери не діють, в інших починається робочий день. За даними спеціалістів: від 80 до 90 % усієї інформації має геопросторове походження [1], тому геопросторове розподілення ресурсів може широко застосовуватися в різноманітних областях людської діяльності.

Крім наявності державних кордонів, в Grid є ще один ворог – бізнес. Комерційні компанії бажать використовувати Grid винятково для одержання прибутку, наступаючи на прихильників opensource. Але логіка розвитку сучасних продуктивних сил входить у суперечність з корпоративними інтересами комерційних гігантів. Це особливо помітно в інформаційних технологіях: багато комп'ютерних фірм змушені брати участь у некомерційних розробках єдиних стандартів для вдосконалення Grid і робити уніфіковані елементи для єдиної світової мережі. Поряд з державними та приватними науковими установами та організаціями завдяки Grid з'явилися віртуальні організації (virtualorganization), де завдяки доступу до комп'ютерів, програмному забезпеченню, даним та іншим ресурсам, здійснюється спільна робота вчених різних країн.

Ще один важливий науковий аспект практики використання Grid-технологій – це сфера освіти. Адже ні фундаментальна, ні прикладна наука неможлива без якісної освіти, яка, у свою чергу, не може бути такою, не опираючись на новітні технологічні досягнення. Grid дає новий поштовх розвитку освітніх технологій, що дають змогу включати учня чи студента в передову наукову і виробничу діяльність.

Слід очікувати, що в недалекому майбутньому концепція сталого розвитку включить багато положень парадигми нелінійного мислення та візьме на озброєння технічний інструментарій Grid-систем. Адже сталий розвиток у надскладній системі з багатьма невідомими, в умовах непов-

ноти інформації, якою є сучасний соціум, можливий лише за допомогою технічних систем, що працюють за нелінійними принципами. Важливою рисою Grid-систем є самокерованість і самоналаштованість за принципом самоорганізації у складних нелінійних природних системах.

Широке розповсюдження розподіленого комп'ютерингу дозволило його першим творцям ще на початку 2000-х років стверджувати, що «Grid – це наступна генерація Інтернету» [3, с. 216]. Глобальна мережа Internet, починаючи з 90-х років минулого століття, відіграла важливу роль у розвитку цивілізації, утворюючи нові форми суспільної взаємодії. Тепер йдеться не просто про обмін інформацією, як в Internet, а про обмін діяльністю, що призведе до нових різноманітних комбінацій взаємодії людей у соціумі, які сьогодні важко уявити.

Один зі шляхів позитивного зняття даної проблеми лежить через зміну суспільних відносин і приведення їх у відповідність до рівня розвитку техніки та технологій людства, проте в даній роботі нас цікавить лише філософсько-науковий аспект цієї проблеми. Системний підхід до аналізу проблеми вказує на певні позитивні моменти. Це стосується ускладнення систем і можливості ефективно керувати процесами в режимі суперскладності. Емпіричні спостереження вивели закономірність, згідно з якою, з кожною фазою ускладнення технічних, інформаційних чи технічно-інформаційних систем, ускладнюється й автоматизується інструментарій опрацювання інформації в них. Таким чином, у процесі розвитку цих систем самовиконується закон необхідного різноманіття (закон Ешбі), для людини, навпаки, управління полегшується. «Розвиток науки здійснюється шляхом зведення складності реального світу до прихованої за нею простотою» [6, с. 64]. Цю закономірність вчені вивели завдяки практиці використання технічних систем, в тому числі подібних до Grid, адже теоретично її вивести неможливо.

Висновок. Використання нелінійного мислення у поєднанні з практикою Grid-систем дасть змогу науці піднятися на нові рівні. Можна припустити, що спроби створити універсальну теорію, що описує взаємозв'язок усіх природних процесів від мікросвіту до біосфери і макрокосмосу, тепер отримують новий шанс. Адже всезагальна теорія можлива лише на основі всезагальної практики, яка, у свою чергу, стає можливою завдяки «індустрії всього». Практика використання новітніх, зокрема Grid-технологій, занурює нас у наукоємне майбутнє. Важливо вчасно зрозуміти, поряд з науковими, технічними, екологічними, ще й морально-етичні проблеми, що несе нам таке майбутнє. Воно передбачає як блага у світовому масштабі, так і світову шкоду. І не останню роль у цьому відіграє правильне співвідношення філософського та інженерного погляду на проблеми використання новітніх технологій.

Наука, яка просто констатує поточне положення, не є наукою повною мірою. Вона повинна передбачати майбутній стан, особливо нині, в епоху загальної невизначеності, коли внаслідок розвитку парадигми нелінійного мислення з'явилося усвідомлення неможливості прогнозування нових процесів за допомогою старої методології. Тому важливу роль у

становленні нового наукового мислення повинен зіграти розвиток нової наукової прогностики.

Список літератури

1. Палагин А. В. Кибернетика сегодня / А. В. Палагин // Пропаганда. – 2009. – № 4. – С. 19–22.
2. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М. : Прогресс, 1986. – 432 с.
3. Рузайкин Г. И. Философия ЦОД [Электронный ресурс] / Г. И. Рузайкин // Мир ПК. – 2008. № 11. – Режим доступа : <http://www.osp.ru/text/print/302/5688007.html>
4. Craig Lee, «Standards-Based Computing Capabilities for Distributed Geospatial Applications» / Craig Lee, George Percivall // IEEE Computer Society. – V. 41, No 11, November 2008.
5. Gordon Fraser. The new physics for the twenty-first century. ed. / Gordon Fraser. – Cambridge University Press, 2005.
6. Foster I. International The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations / I. Foster, C. Kesselman, J. Tuecke. // Super computer Applications, 15(3), 2001.
7. Jürgen Pöschel (2001). «A lecture on the classical KAM-theorem». Proceedings of Symposium in Pure Mathematics (AMS) 69: P.707–732.

Раскрыто влияние Grid-технологий на формирование современного научного мышления. Проанализирована концепция сетевой науки, влияние компьютерных технологий на развитие науки, исторические перспективы их взаимодействия.

E-science, grid-компьютинг, нелинейность, наука, сеть.

This article deals with the impact of Grid-technologies in the formation of modern scientific thinking. We analyze the concept of network science, the impact of computer technology on the development of science, historical perspective of the interaction.

E-science, grid-computing, non-linearity, the science, network.

УДК165.0:621.38

ВІД ТРАНЗИСТОРІВ ДО МЕМРИСТОРІВ: АНТРОПОСФЕРНІ РИЗИКИ

Ю. Д. Генсіцький, аспірант*

Розглянуто причини та соціогуманітарні наслідки зміни транзисторної парадигми розвитку електроніки. Окреслено науково-технічний потенціал та прогнозовані антропосферні загрози впровадження мем-

© Ю. Д. Генсіцький, 2014