

ва організація держави повинна активніше долучатись до формування космічної політики, фінансувати космічні дослідження разом з Державним космічним агентством.

Хотів би завершити на оптимістичній ноті. Наша космічна політика завжди була і залишається персоніфікованою. Цього року ми вже відзначили дві знаменні події — 100-річчя від дня народження теоретика космонавтики М.В. Келдиша і 50-річчя з часу першого польоту людини в космос, а в жовтні будемо святкувати 100-річчя від дня народження геніального конструктора ракетно-космічних систем М.К. Янгеля. Мені пощастило брати участь в урочистостях з нагоди двох перших подій, і маю сподівання, що наша держава у співпраці з Росією та іншими країнами зуміє зберегти і примножити свій космічний потенціал.

Але перед нами стоїть важливе завдання — наповнити реальними справами концепцію космічної діяльності до 2032 р. (коли я кажу «реальними», то маю на увазі не наші традиційні заходи, які ніхто не виконує) і загальнодержавну космічну програму України на 2013–2017 рр.

Тут є над чим серйозно замислитися, ураховуючи світові тенденції космонавтики, а саме зміну двополюсного космічного світу на багатополюсний. Наведу цікаву думку російського космічного метра, академіка Б.Є. Чертока, висловлену недавно на міжнародній конференції, присвяченій 100-річчю від дня народження М.В. Келдиша: «...уся наша космічна діяльність має стати... триполюсною. На одному полюсі — США (з Європою), на другому — Китай, на третьому — Росія разом з Індією... і Казахстаном» (Новости космонавтики. — 2011. — № 3. — С. 58)

Перед нами постає непростий вибір у космічній сфері, як уже неодноразово було в історії України.

О.Л. ПЕРЕВОЗЧИКОВА,
член-кореспондент НАН України,
завідувач відділу автоматизації
програмування Інституту кібернетики
ім. В.М. Глушкова НАН України

За визначенням ЮНЕСКО, **інформаційна технологія (ІТ)** — це комплекс взаємопов'язаних наукових, технологічних, інженерних дисциплін, які вивчають методи ефективної організації праці осіб, котрі обробляють і зберігають інформацію; обчислювальну техніку; методи взаємодії з людьми і виробничим обладнанням; їх практичне застосування, а також пов'язані з усім цим соціальні, економічні, культурні проблеми. Самі ІТ потребують ретельної підготовки персоналу, великих початкових витрат, наукомісткої техніки. Їх запровадження починається зі створення математичного забезпечення, формування інформаційних потоків, залучення кваліфікованих кадрів. Технології суттєво змінили природу підприємницької діяльності, перебіг технологічних ланцюгів, їхню працездатність у виробничих процесах, характер прийняття управлінських рішень, ступінь їхньої ефективності тощо.

Єдиний інформаційний простір (ЄІП) — це сукупність баз даних, документних і мультимедійних баз; технологій їх ведення і використання; комунікаційних систем і комп'ютерних мереж, що функціонують на основі єдиних принципів і за спільними правилами, забезпечують інформаційну взаємодію організацій і громадян, а також задоволення їхніх інформаційних потреб. Суттєву роль у формуванні ЄІП відведено громадським комунікаційним мережам, котрі об'єднують різні мережі, системи і засоби зв'язку, забезпечуючи доступ до територіально розподілених інформаційних ресурсів, обмін інформацією. Правова основа простору регулює відносини виробників і

споживачів інформації, координує дії органів державної влади і місцевого самоврядування в ЄП, гарантує дотримання конституційних прав і свобод громадян та організацій.

З кінця 80-х рр. ІТ створюють як відкриті системи з такими властивостями: масштабованість, мобільність у єдиному світовому інформаційному просторі, інтероперабельність (здатність до взаємодії чи функціональна сумісність в операційному середовищі всесвітніх комп'ютерних мереж), унормованість (узгодженість зі стандартами, оцінювання якості ІТ за системою стандартів ISO 9000).

Звідси випливають вимоги до формально-алгоритмічного апарату ІТ, застосованих, зокрема, для розв'язання задач державного управління на всіх рівнях. Здебільшого акцент роблять на захисті інформації, інтероперабельності, розвитку стандартизації, завдання якої — побудова цілісних комплексів норм, правил, еталонів і зразків, на підставі котрих в інфраструктурі незалежних і компетентних оцінювачів установлюють характеристики технологій за системою стандартів ISO 9000. Сьогодні можна констатувати, що для суперкомп'ютерних систем потрібні лише інтелектуальні ІТ, побудовані на знаннях, добутих унаслідок фундаментальних досліджень.

Зараз суперкомп'ютерні ІТ визначальні для конкурентоспроможності держави загалом. Без них неможливо створювати сучасну техніку, нові матеріали, лікарські засоби тощо. У світі понад 60% високопродуктивних обчислювальних ресурсів використовують у сферах економіки, фінансів, промисловості (насамперед нафтогазової галузі), і тільки 40% іде на військові потреби і реалізацію суто наукових завдань.

Нині США, Об'єднана Європа, Китай, Росія збільшують темпи розвитку ІТ високопродуктивних обчислень, президенти

Росії та США назвали цю галузь національним пріоритетом. Сполучені Штати вже подолали петафлопсний діапазон (10^{15} операцій/сек.) і прямують до ексафлопсного (10^{18}). У Росії діють програма розвитку високопродуктивних обчислень «СКІФ-Грід» і кілька федеральних програм зі щорічним бюджетним фінансуванням понад 5 млрд рублів. Заплановано до 2012 р. довести сукупну обчислювальну потужність російських суперкомп'ютерів до 20000 терафлопс (20×10^{15}). Наприкінці 2010 р. запрацювали кластери «Ломоносов» (МДУ) з продуктивністю понад 500 терафлопс і К-100 (Інститут прикладної математики ім. М.В. Келдиша РАН) — 100 терафлопс.

Для довідки, сумарна пікова продуктивність кластерів Українського національного гріду не перевищує 27 терафлопс. Про кваліфікацію нашого персоналу зауважимо, що співробітники Інституту кібернетики на замовлення відомої фірми «Т-Платформи» брали участь у створенні і запровадженні на «Ломоносові» мережної файлової системи ClustrxOS, у якій сконцентровано наш досвід управління великими і різноархітектурними кластерами сімейства СКІТ.

За рейтингом TOP-500, півсотні найпотужніших комп'ютерів світу мають Китай, США, Японія, Франція, Німеччина, Росія, Південна Корея, Бразилія, Саудівська Аравія, Швейцарія, Канада, Індія (табл. 1). «Ломоносов» займає 17-е місце в TOP-500, а 1-е — китайський Tianhe-1A, за яким іде американський Cray XT5 Jaguar. У рейтингу СНД TOP-50 перші 23 позиції займають російські суперкомп'ютери. З 2007 р. Україну в TOP-50 також представляють СКІТ-3 і кластер НТУУ «КПІ», які спочатку входили в першу десятку TOP-50. Проте скоро наша країна вже не потрапить до цього рейтингу, внаслідок чого науково-дослідні інститути майже не матимуть шансів вигравати тендери за міжнародними науково-технічними програмами.

Кластерний комплекс СКІТ Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова працює з 2004 р. Він один з найпотужніших в Україні, обслуговує понад 40 груп користувачів з інститутів НАН і МОН України. ІТ, розроблені на ньому, дали початок високопродуктивним обчисленням у нашій країні. Як потужний і надійний обчислювальний ресурс Української грид-мережі, створеної за Державною цільовою програмою (до 2013 р.), СКІТ-3 гідно представляє Україну в міжнародних дослідженнях для Великого адронного колайдера. У 2004–2010 рр. розроблено низку визнаних у світі вітчизняних високопродуктивних інтелектуальних ІТ для класів задач надвисокої (трансчислювальної) складності, зокрема для:

- моделювання динамічного завантаження енергоблоків, міграції забруднень, фільтрації та масопереносу в ґрунтових середовищах;
- дослідження геномів біологічних об'єктів, зокрема людини, генної інженерії, молекулярного моделювання небачених досі речовин і матеріалів, зокрема квантово-хімічного моделювання нанооб'єктів;
- моделювання транскордонного впливу каналу «Дунай—Чорне море»;
- облаштування і моніторингу видобутку нафтогазової сировини на так званих не-

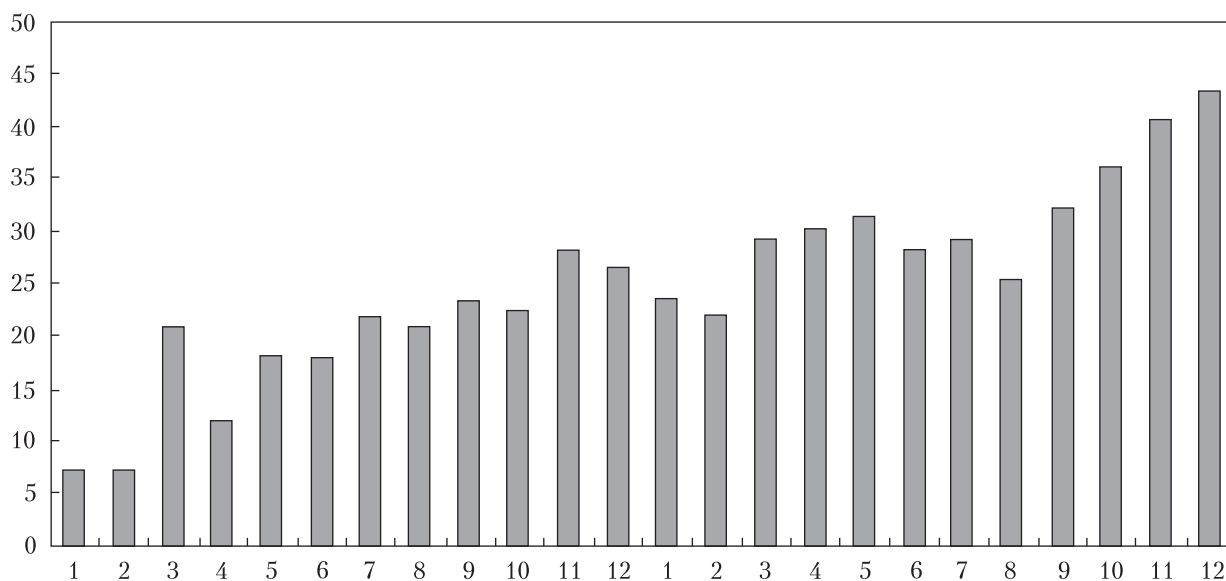
перспективних родовищах, оскільки вичерпано майже всі перспективні;

- створення нових методів захисту інформації;
- моделювання і моніторингу обслуговування зовнішнього боргу України;
- розв'язання оптимізаційних задач балансування держбюджету, у тому числі сукупності територіальних бюджетів, з розподілом критичних ресурсів і продуктів.

Успіхи у створенні цих ІТ зумовив оригінальний доробок 80-х рр., коли академік В.М. Глушков започаткував розроблення першого радянського суперкомп'ютера ЕС 1766 з паралельно-конвеєрними схемами обчислень. Зараз програмний елемент наших ІТ викликає найбільшу цікавість міжнародної спільноти, оскільки ми створили унікальне базове прикладне програмне забезпечення (БППЗ) кластерних комплексів для розв'язання основних класів задач на основі інтелектуальних бібліотек і пакетів програм з урахуванням розпаралелювання і розподілення обчислень, зокрема у національному грид-середовищі, щоб на основі БППЗ швидко створювати інтелектуальні ІТ, адаптовані до специфіки математичного моделювання і розв'язання надскладних задач.

Таблиця 1. Рейтинги найпродуктивніших суперкомп'ютерів

| № | Назва (країна) | Продуктивність |
|------|--|------------------------|
| 1 | Суперкомп'ютери в TOP-500 Tianhe-1A (Китай) | 4,7 петафлопс |
| 2 | Cray XT5 Jaguar (США) | 2,3 петафлопс |
| ... | США, Китай, Японія, Франція, Німеччина | |
| 17 | «Ломоносов» (Росія, МДУ) | 510 терафлопс |
| ... | Південна Корея, Бразилія, Саудівська Аравія, Швейцарія, Канада, Індія, Росія | |
| 84 | Cytrone (Польща) | 88 терафлопс |
| 1–23 | Суперкомп'ютери СНД у TOP-50 Кластерні комплекси (Росія) | |
| 41 | Кластерний комплекс (Україна, НТУУ «КПІ») | 5,7 терафлопс+6 Тбайт |
| 42 | СКІТ-3 (Україна, ІК НАН) | 5,3 терафлопс+60 Тбайт |



Завантаження СКІТ у 2009–2010 рр. (у млн процесоро-годин)

Протягом 2006–2008 рр. реалізовано дві черги СКІТ — першого вітчизняного суперкомп'ютера, який подолав поріг продуктивності 1 терафлопс. Сьогодні СКІТ-3 — другий в Україні з незначним відставанням від лідера НТУУ «КПІ» (табл. 1) і 12-разовим перевищенням третього в переліку (ІСЦМ НАН).

Статистика використання СКІТ-3 протягом 2009–2010 рр. (див. рис.) демонструє стаке зростання завантаження з незначними сезонними спадами на початку року і влітку. Зараз СКІТ-3 завантажено 24 години на добу сім днів на тиждень, і за такими показниками йому немає аналогів серед суперкомп'ютерів TOP-50.

Табл. 2 демонструє застосування СКІТ як ресурсу колективного користування. Причому Інститут кібернетики (власник СКІТ) зайняв лише третє місце за використанням ресурсів. Почасти це пов'язано зі специфікою тематики: за родом діяльності він більше розробляє і налагоджує програми, ніж розв'язує власні задачі. Його частка порівняно з 2009 р. зменшилась через

зростання обсягів розроблення програмного продукту для графічних прискорювачів (GPU). Для оптимізації архітектури, розширення функціональності, забезпечення користувачів надшвидкими обчислювальними ресурсами для специфічного кола задач у кластерний комплекс СКІТ включено 4-вузловий кластер на графічних прискорювачах NVIDIA. Багато користувачів уже освоїли цей гетерогенний кластер СКІТ-GPU. Останнім часом бачимо стрибок зацікавлення цим різновидом ресурсів, оскільки для різноманітних задач моделювання графічні прискорювачі в десятки разів швидші за звичні процесори.

Як нове явище в 2010 р. зазначимо зростання попиту на СКІТ через інтерфейс Українського національного гріду, який уперше потрапив у десятку основних користувачів СКІТ, одразу зайнявши в ній п'яту позицію. Хоча за абсолютною величиною його частка поки що невелика, проте вона стало зростає у зв'язку з державною й академічною підтримкою розвитку і широкого впровадження грид-технологій.

Таблиця 2. Найбільші споживачі ресурсів СКІТ-3

| № | Назва | % завантаження СКІТ-3 | |
|-----|--|-----------------------|-------------------|
| | | За 12 міс. 2010 р. | За 4 міс. 2011 р. |
| 1. | Інститут клітинної біології і генної інженерії НАН України | 37,05 | 38,85 |
| 2. | Служба безпеки України | 20,77 | 29,71 |
| 3. | Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України | 17,22 | 5,82 |
| 4. | Інститут фізики конденсованих систем НАН України | 6,33 | >1 |
| 5. | Український національний грид | 5,21 | 11,35 |
| 6. | Фізико-технічний інститут низьких температур НАН України | 5,21 | 2,58 |
| 7. | Інститут молекулярної біології і генетики НАН України | 2 | >1 |
| 8. | Інститут математичних машин і систем НАН України | 1,9 | 3,11 |
| 9. | Інститут гідромеханіки НАН України | 1,87 | >1 |
| 10. | Ужгородський національний університет | 1,53 | >1 |

Але за останні два роки комплекс СКІТ-3, востаннє модернізований у 2007–2008 рр., перестав відповідати сучасним вимогам. Його пікова продуктивність сьогодні аналогічна з персональним кластером і не може задовольнити запити багатьох користувачів щодо високопродуктивних обчислень. Нині потреби СКІТ становлять 200–250 терафлопс з перспективою модернізації до 400–500 терафлопс. Фахівці Інституту кібернетики можуть це зробити за рік, підвищивши рейтинг СКІТ до 40–55 місця в TOP-500 і 2–5 місця в TOP-50. Сумарна вартість проекту сягає 50 млн грн, тоді експлуатація триватиме понад 5 років. Кабінет Міністрів і комітети Верховної Ради позитивно сприйняли лист Б.Є. Патона з проханням цільового виділення коштів з держбюджету.

У 2005–2009 рр. Інститут кібернетики спільно з ДНВП «Електронмаш» створив сімейство інтелектуальних робочих станцій Інпарком з 8, 32, 64, 128, 256 процесорними кластерними комплексами. З продуктивністю в 3 терафлопс вони заповнять нішу між персональними і суперкомп'ютерами. На ДНВП «Електронмаш» організовано випуск першої промислової

партії Інпарком. Станції рекомендовано застосовувати як вузли грид-мережі.

На робочих станціях Інпарком проведено математичне моделювання об'єктів і процесів, зокрема, розв'язано аеродинамічну задачу обтікання планера АН-148 (АНТК «Антонов»), проведено газодинамічні і міцнісні розрахунки деталей і вузлів авіадвигунів (ДП «Івченко-прогрес»), моделювання кінетики теплового поля під час зварювання металів (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України), аеродинамічних характеристик ракетних апаратів (ДККБ «Луч»), аналізу будівельних конструкцій різноманітних споруд. Поки що не маємо змоги оцінити введення у вищих навчальних закладах МОН України дисциплін з паралельних обчислень і математичного моделювання на базі Інпарком.

Модернізація комплексів СКІТ, Інпарком задовольнить потреби НАН України, МОН України, НКА України в обчисленнях для фундаментальних досліджень щодо конкурентоспроможної техніки, процесів, споруд, явищ, а також виконання багатьох управлінських завдань державного значення, зокрема для інформаційно-аналітичних

систем (з обсягами накопичуваних даних до 150–200 терабайт) у Кабінеті Міністрів, Пенсійному фонді, Податковій адміністрації, СБУ, МВС, Нацбанку, Держказначействі тощо.

Проте можливості високопродуктивних обчислень у реалізації завдань державного масштабу досі повною мірою не оцінено. Зокрема наявні в Інституті кібернетики засоби автоматичного статистичного прогнозування можна налаштувати для передбачення епідемій (грип, туберкульоз, СНІД), дорожньо-транспортних пригод, урожаю сільгоспкультур, наслідків техногенних катастроф і стихійних лих (зокрема паводків), для широкого кола завдань економічного й економетричного прогнозування. Завдяки потужності нинішньої підсистеми збереження даних (обсягом 60 Тбайт) СКІТ-3 може обробляти і накопичувати оперативні й узагальнені дані для органів управління, стати ядром великих геоінформаційних застосувань (земельного кадастру). Не можна обійтися без кластерних обчислень у системах електронної ідентифікації, асоційованої з десятками національних реєстрів загальнодержавного значення.

Наявних обчислювальних ресурсів вистачить на обслуговування будь-якого з перелічених державних завдань, причому виконати їх можна впродовж кількох годин чи хвилин. Інша проблема — оперативність і адекватність зведених даних про окремі території чи країну загалом. На жаль, в Україні адекватну інформацію поки що мало хто вміє грамотно агрегувати в базах даних чи інших національних ресурсах. Так, зазначимо, що фахівці Інституту кібернетики у виконанні багатьох торішніх проектів могли оперувати лише фрагментарними даними за 2005–2008 рр. й офіційною інформацією статзвітності, яка в Україні не витримує жодної критики, оскільки стандарти її збирання морально застаріли вже 20–30 років тому.

А.І. ШИРОКОВ,
голова ЦК профспілки працівників
НАН України

Доповідь, з якою виступив Б.Є. Патон, переконливо свідчить, що Академія та її наукові установи в 2010 р. наполегливо працювали над статутними завданнями, долаючи труднощі, яких, на жаль, як і завжди, було немало.

Центральний комітет профспілки вважає, що у звітному періоді Президія НАН України, її керівництво доклали всіх зусиль до створення умов для роботи наукових установ і проведення наукових досліджень. Головна проблема і минулого року, і поточного — це недостатнє фінансування науки, зокрема в НАН України, з державного бюджету. Якщо взяти останні чотири роки, ці суми (у відсотках від ВВП) неухильно зменшувались: відповідно, 0,47, 0,45, 0,43, 0,38.

Законом «Про Державний бюджет України на 2011 рік» для Академії затверджено обсяги фінансування за загальним фондом в обсязі 2,193 млрд грн — це лише 64,5% від її запиту. До того ж найважливіші бюджетні програми, фундаментальні і прикладні дослідження, сумарно зменшено проти минулого року на 45,3 млн. А саме за рахунок цих двох програм, власне, і фінансують усі видатки академічних бюджетних установ: фонду оплати праці, комунальних послуг, витрат на наукові дослідження тощо.

У минулому році кошторис фундаментальних і прикладних досліджень сумарно становив 1,872 млрд грн, з яких 1,628 млрд (87%) — фонд оплати праці з нарахуваннями, а на все інше залишилось лише 244 млн. Але в 2011 р. ситуація ще гірша. Згідно з законом у бюджетній сфері чотири рази (з 1 січня, 1 квітня, 1 жовтня, 1 грудня) збільшують тарифну ставку першого розряду і підвищують заробітну плату на 9,9%. Про-