

В.М. КУНЦЕВИЧ,
академік НАН України,
директор Інституту космічних досліджень НАН України та НКА України

Я хочу доповнити ту частину звітної доповіді президента НАН України Бориса Євгеновича Патона, в якій він серед найважливіших результатів, отриманих в установах Відділення інформатики, згадав про введення в Інституті кібернетики в дослідну експлуатацію двох обчислювальних кластерних систем СКІТ-1 і СКІТ-2, створених на базі сучасних мікропроцесорів Intel[®] Xeon[™] та Intel[®] Itanium[®] 2. Я роблю це не тому, що волю скористатися нагодою і похвалитися перед вами тим, що у Відділенні інформатики є ще розумні люди, здатні у наших важких умовах виконувати у певному сенсі унікальні розробки. Хочу лише докладніше поінформувати вас про ці суперкомп'ютери, оскільки впевнений, що багато хто з вас захоче скористатися унікальними можливостями, які відкриваються для розв'язання обчислювальних задач надвисокої розмірності, коли кількість перемінних і обмежень обчислюється десятками тисяч, і коли обчислення при спробах їхнього розв'язання за допомогою стандартних персональних комп'ютерів зайняло би десятки і сотні безупинних годин часу. А це, як ви розумієте, у багатьох випадках зовсім неприйнятно, тому ви і змушені відмовлятися від подібних розрахунків.

Дозвольте, насамперед, стисло ознайомити вас із можливостями цих суперкомп'ютерів.

Якщо час розв'язання тієї чи іншої задачі на стандартному персональному комп'ютері неприпустимо великий, то природний шлях його скорочення — перехід до багатопроцесорних систем, де завдяки розпаралеленню обчислень, здійснюваних одночасно на певній групі процесорів, вдається скоротити астрономічний час обчислень. Сьогодні серед безлічі запропонованих спо-

собів побудови багатопроцесорних суперкомп'ютерів, з огляду на різні причини, у світовій практиці перевага надається суперкомп'ютерним системам із кластерною архітектурою.

Кластерна обчислювальна система — це набір стандартних програмно-апаратних компонентів, об'єднаних для розв'язання загальних задач. У кластері як процесорні елементи використовують стандартні однопроцесорні чи симетричні мультипроцесорні системи, а як міжпроцесорні швидкодіючі комунікації у вузлах кластерів — стандартні інтерфейси. Кількість створюваних у світі кластерних комп'ютерів невинно зростає, як і зростає число використовуваних у них стандартних мікропроцесорів (у рекордних зразках суперкомп'ютерів їхня кількість вимірюється вже не сотнями, а тисячами).

Розв'язання найважливіших задач економіки, науки і техніки, обороноздатності і безпеки нашої країни, що мають велику і надвелику обчислювальну розмірність, потребує високошвидкісної обробки величезних інформаційних масивів. А це неможливо без використання сучасних високопродуктивних суперкомп'ютерів. В Україні до останнього часу таких суперкомп'ютерів не було.

Ще і нині досить часто чути голосні заяви, у тому числі і з високих трибун, про те, що в галузі створення сучасних комп'ютерів наша країна відстала від передових держав Заходу та Японії не на десятиліття, а *назавжди*. Тому потрібно поставити хрест на розвитку власної комп'ютерної індустрії і закуповувати все, що нам необхідно, на Заході (а точніше — у Південній Кореї, Тайвані і Китаї). Стосовно персональних комп'ютерів так і діяли, створюючи і підтримуючи тисячі робочих місць за кордоном. Однак розрахунки на те, що «Захід нам

допоможе» і продасть суперкомп'ютери, — це ілюзія, і дуже небезпечна. Справді, холодна війна, слава Богу, закінчилася, але створений за її роки горезвісний комітет «СОСОМ» усе ще не ліквідовано, і він, як і раніше, накладає заборону на продаж суперкомп'ютерів у цілий ряд країн: у Росію, Індію, Китай, Білорусь і в Україну. Але навіть якщо припустити, що це ембарго вдалося б якимось чином подолати, то і тоді купівля цих обчислювальних систем для нашої країни була б неможливою через їх воістину астрономічну вартість. Але і це ще не все. Умовами постачання такого роду техніки, з-поміж інших, є контроль за її використанням, тобто у цьому випадку Україна змушена була б відмовитися від частини свого суверенітету, що зовсім неприйнятно. Тому вихід з такого становища є тільки один: потрібно створювати власні суперкомп'ютери. Така можливість у нас усе ще є, оскільки в Інституті кібернетики і в низці інших установ Відділення інформатики — таких, як Інститут програмних систем, Інститут космічних досліджень — ще працюють фахівці, здатні не тільки створювати комп'ютери цього класу, а й розробляти необхідне для їх раціонального використання спеціальне алгоритмічне і програмне забезпечення.

Зазначу, до речі, що створювати власні суперкомп'ютери ще кілька років тому, з огляду на перелічені причини, почали Росія і Білорусь. Вони об'єднали свої зусилля і досягли вже досить вражаючих результатів.

Створені в Інституті кібернетики суперкомп'ютери для інформаційних технологій (СКІТ) мають такі технічні характеристики:

♦ **кластер СКІТ-1** — 32-х процесорний 16-вузловий кластер на основі мікропроцесорів Intel Xeon 2.67 ГГц із розрядністю 32 біта. Може виконувати обчислення з 64- і 128-бітовою інформацією; пікова продуктивність не менше 170 Гфлопс, є можливість її підвищення до 0,5—1 Тфлопс;

♦ **кластер СКІТ-2** — 64 процесори, 32 вузли, його основою є мікропроцесори Intel Itanium 2, 1.4 ГГц, із розрядністю 64 біта. Можливість виконувати обчислення з бітовою інформацією 128 і 256, з піковою продуктивністю не менше 350 Гфлопс, яку можна підвищити до 2—2,5 Тфлопс, із системою збереження даних обсягом 1 Тбайт і можливістю нарощування обсягу до 10—15 Тбайт.

Компоненти загальносистемного програмного забезпечення кластерів **СКІТ** підтримують усі етапи розробки паралельних програм користувачів, а також забезпечують безпосереднє виконання процесів змістовної обробки на полі розв'язання. Вони функціонують і на всіх вузлах керуючого комп'ютера.

За своїми обчислювальними характеристиками кластерні системи **СКІТ-1** і **СКІТ-2** не поступаються кращим світовим аналогам, а можливість ефективної обробки великих обсягів даних і знань, що ґрунтується на знаннєзорієнтованих архітектурах створених кластерів, забезпечує вагомі переваги порівняно з аналогічними розробками у світі.

Створенню кластерів **СКІТ-1** і **СКІТ-2** і введенню їх у дослідну експлуатацію сприяло тісне співробітництво Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України з фірмою «Юстар» (м. Київ) і компанією Intel, що забезпечували технічну і консультативну підтримку у використанні устаткування з процесорами Intel Xeon та Intel Itanium 2.

Розроблені суперкомп'ютери з кластерною архітектурою дають можливість розв'язувати принципово нові надскладні задачі великої розмірності у сферах науки і техніки, економіки, екології, сільського господарства, безпеки, у космічній та інших галузях. На кластерних суперЕОМ уже реалізовано низку прикладних пакетів для створення інформаційних технологій розв'язання важливих класів задач практичного

застосування. Зокрема, в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України розроблені пакети для:

- розв'язання проблем екології ґрунтів за великими обсягами суцільнозв'язаних даних;
- пошуку оптимального розташування сервісних центрів;
- побудови заводо захищеного коду максимального обсягу;
- моделювання прямих і обернених задач динаміки систем із розподіленими параметрами у проектуванні природоохоронних заходів;
- кластеризації даних за допомогою генетичних алгоритмів.

Особливо варто згадати про виконану в Інституті кібернетики роботу з моделювання структурно-технологічних змін у перехідній економіці, спрямованих на зменшення виробничих витрат у базових галузях економіки з одночасною можливістю підвищення оплати праці і визначення інших складових доданої вартості на безінфляційній основі. Передбачено діалогові обчислення з використанням суперкомп'ютера з оптимальними для особи, яка приймає рішення, проміжками часу між послідовними звертаннями до комп'ютера. Обчислення здійснені на підставі 38-міжгалузевого балансу.

Разом із Державним геологорозвідувальним інститутом та Інститутом геофізики ім. С.І. Суботіна НАН України розроблено і випробувано програмний комплекс для обробки даних сейсмічної розвідки земної кори. Обробка й інтерпретація геофізичних даних потребує значного обсягу обчислень (від кількох днів до кількох тижнів неперервних розрахунків), що безпосередньо впливає на якість прийняття рішень за обмеженого часу. Тимчасові обмеження також заважають поширенню складних, але найточніших методів обчислень. З огляду на вартість буріння однієї свердловини (близько 1 млн доларів США), переведення та-

ких розрахунків із ПК на найпотужніші кластери матиме істотний економічний ефект. До того ж скорочено час очікування результатів та підвищено якість і точність геологічних досліджень, що дає змогу будувати більш деталізовані моделі для опрацювання сейсмічного матеріалу.

Інститутом космічних досліджень НАН і НКА України виконана працездатна обробка космічних знімків, отриманих зі штучного супутника Землі серії «Метеосат». Побудова маски хмарності важлива для короткотермінового прогнозування хмарності в інтересах авіакомпаній, передбачення розвитку надзвичайних ситуацій метеорологічного характеру, планування експериментів на борту «Січ-1М». Геостаціонарний метеорологічний супутник «Метеосат-7» щопівгодини видає знімки розміром 10 Мбайт, («Метеосат» 2-го покоління — кожні 15 хвилин, обсяг знімка — 100 Мбайт). Здійснені експерименти свідчать про восьмиразове підвищення ефективності розв'язання задач на кластері з 32 процесорами. Цього досить для задач короткотермінового прогнозування в реальному часі.

Виконано розрахунки з оптимізації орбіт і структури угруповань космічних апаратів та раціонального оперативного планування завантаження апаратних комплексів космічних апаратів, тобто складання розкладів спостережень певних районів території.

Інститутом програмних систем на кластері **СКІТ-2** здійснено аналіз та прогнозування природних і техногенних процесів в атмосфері. При цьому використовувалися прогностичні рівняння конкретних моделей циркуляції атмосфери, моделювання і прогнозування погодних умов в Україні з різним випередженням за часом, розв'язання еволюційних задач переносу і дифузії в атмосфері пилогазової суміші, викинутої промисловими виробництвами як за нормальної роботи, так і під час аварій.

Ось далеко не повний перелік уже розв'язаних на суперкомп'ютерах задач.

Хочу звернутися до учасників Загальних зборів нашої Академії із закликом скористатися можливостями, що відкриваються для розв'язання ваших задач надвеликої розмірності. Для цього вам навіть немає необхідності залишати свої робочі місця, оскільки з такими обчислювальними комплексами можна спілкуватися через Інтернет.

Те, про що я встиг вам стисло розповісти, лише перший етап на шляху створення потужного об'єднаного обчислювального ресурсу, надійно пов'язаного з користувачами різних організацій і регіонів нашої держави, у тому числі з установами НАН України. Цього ресурсу буде цілком достатньо для забезпечення обчислювальними потужностями суперкомп'ютерів практично всіх можливих користувачів України.

Суперкомп'ютерні кластери — то не інтелектуальні іграшки для співробітників НАНУ, а запорука національної безпеки країни й умова вступу її до всесвітнього клубу інтелектуально розвинених держав. Це не в останню чергу стане предметом національної гордості нашої України, а не тільки її участь в Олімпіадах, Євробаченні та у футбольних чемпіонатах.

Проблема оснащення сучасними інформаційними технологіями особливо гостро постає для установ державного управління. Прийняття на державному рівні виважених, системних рішень з реформування економіки, соціальної сфери, оборони потребує потужних комп'ютерних систем моделювання, проведення моніторингу, підготовки й оцінки наслідків тих чи інших рішень. Зокрема, сфера державного управління потребує ефективного інструменту підтримки прийняття рішень у процесі формування і реалізації Державного бюджету, виборі моделей податкової, митної, пенсійної систем. Реалізація надскладного і надважливого завдання з удосконалення системи державного управлін-

ня, висунутого перед суспільством Президентом України В.А. Ющенком, може бути успішною тільки за умови використання сучасного комп'ютерного інструментарію. Вчені і фахівці НАН України готові взяти активну участь у розв'язанні цієї проблеми.

Виконання робіт зі створення кластерів, як перший етап розвитку вітчизняних суперкомп'ютерів, істотно розширило фронт інтелектуалізації інформаційних технологій. Наступний етап варто присвятити підвищенню характеристик розроблюваних суперкомп'ютерів та їхнього програмного забезпечення, що дасть змогу суттєво розширити номенклатуру складних задач, які виникають у різних сферах народного господарства і в науці.

З огляду на загальнодержавне значення суперкомп'ютерів для розв'язання найважливіших задач у галузях економіки, науки, обороноздатності і безпеки, необхідна допомога Уряду в цільовому фінансуванні (окремим рядком у бюджеті України) відповідних розробок на 2005—2008 роки загальним обсягом 100—120 млн грн, зокрема у 2005 р. — 20—25 млн грн.

На завершення коротко спинюся на питанні про шляхи реформування нашої Академії наук, якого тією чи іншою мірою торкалися майже всі попередні промовці. Я категорично незгоден із пропозицією академіка НАН України Ю.М. Березанського. По суті, він запропонував поділити вчених на «чистих» і «нечистих», чи «справжніх» і «несправжніх» та залишити перших з них, тобто математиків, фізиків, хіміків, біологів і якусь частину гуманітаріїв, в Академії наук, а всіх інших передати або до системи Міністерства промполітики, або ще кудись. Це, на думку Ю.М. Березанського, допомогло б одразу розв'язати обговорювану проблему. Вважаю таку пропозицію абсолютно неприйнятною і вельми небезпечною.

Я чудово розумію важливість теорем про існування розв'язку тих чи інших класів

задач, але також добре усвідомлюю, що на одних цих теоремах далеко не виїдеш. Адже добре відомо, що більшість реальних складних задач не мають аналітичних розв'язків і відшукувати їх доводиться за допомогою числових методів. А для цього потрібно розробляти, як уже вказувалося, не тільки власне комп'ютери, а й обчислювальні методи і відповідне спеціалізоване програмне забезпечення.

Оскільки серед «справжніх» наук академік НАН України Ю.М. Березанський не згадав інформатику, що є ключовою ланкою у розвитку сучасної цивілізації, то за замовчуванням припускається, що ці дослідження,

очевидно, мають проводитися або у Мінпромполітики, або у Міністерстві транспорту і зв'язку.

Упевнений, що кожен із учасників наших Загальних зборів легко уявить собі, до яких жахливих наслідків не тільки для Академії наук, а й для всієї країни призвело би прийняття такого «революційного» шляху реформування НАН України.

Майдан породив у нас сподівання на те, що нове керівництво держави зуміє оцінити вирішальну роль науки в розвитку нашої країни. Буде не просто прикро, а без перебільшення — катастрофічно для всіх нас, якщо ці сподівання не справдяться.

**Я.С. ЯЦКІВ,
академік НАН України,
директор Головної астрономічної обсерваторії НАН України**

Я відійду від традиції говорити про українську науку взагалі та про те, як вивести її з кризового стану зокрема. Про це багато написано та сказано у ЗМІ. Цікаву та корисну для організаторів науки інформацію можна знайти на сайті КНК НАН України у тій частині, що стосується проекту «Науці — громадську ініціативу».

Я говоритиму про вічне. Зрозуміло, що про астрономію, оскільки вона шукає відповіді на вічні питання: як виник той світ, у якому ми живемо, чому він став таким, яким ми його сьогодні спостерігаємо? Чи єдині ми у Всесвіті і чи можливі контакти з іншими цивілізаціями?

Я говоритиму про це з багатьох причин, але головною є те, що 2005 рік оголошено роком Альберта Ейнштейна — творця загальної теорії відносності та основоположника новітньої космології. У загальній теорії відносності використовується такий принцип (щоб обійти так званий парадокс дідуся): «Що сталося, то сталося. Його відмінити не можна».

Так уже сталося, що Україна є великою астрономічною державою, яка в 1991 р. отримала від колишнього СРСР ще й потужні астрокосмічні комплекси. Виникає серйозна проблема — як їх зберегти, модернізувати та ефективно використати. Це не є суто астрономічною проблемою, аналогічна ситуація склалася і в інших галузях науки. Тому я на прикладі астрономії розповім, як ми намагаємося розв'язати цю проблему.

Вирішальне значення має інтеграція української астрономічної науки у світову систему. Від 1992 р. ми входимо до Міжнародного астрономічного союзу, з 1998 р. — до Європейського астрономічного товариства (ЕАТ). Мені випала честь бути віце-президентом цих союзів, що сприяє розв'язанню багатьох проблем, зокрема сплати членських внесків. Цьогоріч ситуація значно краща. Президією НАН України прийнято важливе рішення про централізовану сплату членських внесків до міжнародних наукових організацій, у яких бере участь Україна.