

*Олексій Вікторович Драглюк
Іван Михайлович Кісельов*

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ВИБОРУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Аналіз тенденцій використання новітніх інформаційних технологій для розробки систем озброєнь найбільш технічно розвиненими країнами світу переконливо свідчить про те, що найсучасніші обчислювальні засоби впевнено лідирують у списку пріоритетів замовників таких систем. До того ж висновку можна прийти після аналізу стану, характеристик і параметрів існуючих засобів автоматизації в Збройних Силах України, з урахуванням складу, обсягу й вартості устаткування.

Обчислювальний комплекс (обчислювальна система, ЕОМ, ПК, сервер, ноутбук і т.д.), як його апаратна і програмна складові є основою будь-якої складної системи, незалежно від її класу й призначення. Подальше підвищення рівня автоматизації й ступеня автоматизації розв'язуваних завдань призводить до посилення вимог як до самих систем, так і до обчислювальних засобів цих систем.

Як відомо, до будь-якої складної системи висувається досить широкий спектр вимог, а саме:

- по функціональності, тобто по складу розв'язуваних системою завдань;
- по якості рішення й надання результатів рішення завдань користувачам системи;
- по обсягу циркулюючої (вхідної, вихідної, внутрішньої) інформації;
- по швидкості обробки й передачі інформації в системі;
- по надійності функціонування й безвідмовності системи;
- по економічній ефективності системи.

Ці вимоги природно трансформуються й породжують відповідні, можна сказати, адаптовані до області застосування комп'ютерних технологій, специфічні вимоги до комп'ютерної техніки.

Історичний процес розвитку комп'ютерних технологій і комп'ютерних архітектур є яскравим підтвердженням постійного урахування розробниками комп'ютерних виробів попиту споживачів (по функціональній застосованості, швидкодії, потужності, ємності, надійності, стійкості, доступності, ціні, габаритах, вазі, економічній ефективності). За 70 років комп'ютерними системами пройдений шлях від комп'ютерних монстрів до кишенькових ПК, від окремих несумісних комп'ютерів до всесвітніх комп'ютерних мереж.

Уніфікація ЕОМ у всіх сферах їхнього використання була, безумовно, відповіддю на вимогу економічної ефективності систем. Однак, така уніфікація - це не тільки шлях до економічної ефективності, а також і шлях до побудови об'єктивно необхідних складних територіально розподілених систем.

Поява й розвиток мереж ЕОМ підсилили потребу в уніфікації апаратного й програмного забезпечення ЕОМ, їхньої міжнародної стандартизації. Однак, досягти більших успіхів у розробці універсальних ЕОМ широкого діапазону застосування не вдалося. Конструктори ЕОМ стали орієнтуватися на досягнення заданого (бажаного) діапазону характеристик. З'явилася безліч архітектур ЕОМ, що задовольняє той або інший спектри вимог. З'явилася класифікація ЕОМ відповідно до цих вимог, і не єдина. Класи ЕОМ стали відрізнятися продуктивністю (до 10^{15} FLOPS), обсягом оперативної пам'яті (до 128 Гб), обсягом зовнішньої пам'яті (до 4000 Гб), характеристиками доступності, масштабованості, сумісності, мобільності, вартості та ін.

В міру розвитку комп'ютерної індустрії й комп'ютерних технологій непомітно виникла проблема оптимального вибору обчислювальних систем для їхнього використання в тій або іншій області.

Безліч виробників і широкий спектр номенклатури виробів комп'ютерної техніки істотно ускладнили проблему вибору цих виробів у якості базових при проектуванні складних систем. Невдалий вибір базового елемента як компоненту складної системи може не тільки утруднити одержання необхідних характеристик системи, але й виключити можливість її масштабування при модернізації.

Будь-який вибір припускає, в першу чергу, наявність достовірного повного кількісного опису обраних об'єктів, їхніх параметрів, характеристик і властивостей. Завдання вибору об'єкта істотно спрощується, якщо безліч таких параметрів і характеристик об'єкта зведено до мінімально достатнього, базового набору. Базові набори є основою для створення відповідних баз даних (БД), їхнього перегляду й аналізу. Параметри й характеристики обчислювальних систем вносяться в БД як атрибути об'єктів пошуку.

Практично корпорації-виробники комп'ютерів надають споживачам для аналізу й оцінки технічні дані на виробі, скопійовані й розташовані по відповідних підсистемах (наприклад, процесор, оперативна пам'ять, зовнішня пам'ять і ін.).

При цьому для тієї або іншої підсистеми можна знайти досить докладні відомості про її характеристики в постачальників комплектувального устаткування. Повний перелік базових параметрів можна уточнити після вивчення архітектур всіх відомих комп'ютерних рішень.

Практика показує, що, незважаючи на розходження форм - факторів і розмірів ЕОМ, ми вправі розглядати будь-яку ЕОМ як складну систему, що складається з наступного базового набору підсистем:

- обчислювальна підсистема (мікропроцесори, тактові генератори, контролери, адаптери зовнішніх пристроїв, що забезпечують обмін інформацією між системним блоком і підключеним до нього зовнішнім устаткуванням);

- пам'ять ЕОМ (оперативна пам'ять - для тимчасового зберігання оброблюваної інформації й програм, магнітні й оптичні диски для тривалого зберігання великого обсягу інформації);

- підсистема відображення (дисплей, відеокарти, інтерфейси, використовувані для видачі результатів споживачам);

- підсистема вводу-виводу (маніпулятор типу "миша", клавіатура, принтер);

- підсистема програмного забезпечення;

- засоби системного програмування.

До базових параметрів ЕОМ можна віднести:

- швидкість процесора (тактова частота);

- обсяг оперативної пам'яті;

- обсяг зовнішньої пам'яті (дискових накопичувачів);

- число процесорів;

- число комп'ютерів кластера.

Неординарність вибору базових параметрів може мати місце для обчислювальних систем, що одержали пріоритетний розвиток за останні десятиліття. Як відомо, в останні роки бурхливий розвиток одержали високопродуктивні обчислювальні системи (багатопроесорні, паралельні, кластерні). Незважаючи на ряд складностей з розробкою для них програмного й телекомунікаційного устаткування, вони здатні значно поліпшити такі характеристики складних систем, як масштабність, надійність і продуктивність. Однак, для формалізації вибору таких обчислювачів необхідно стандартизувати безліч вихідних параметрів цих обчислювачів і визначити їх функціональні або інші залежності.

Параметри й характеристики кожної із цих підсистем істотно впливають на вибір ЕОМ для рішення заданого класу завдань. Вони ж і визначають належність ЕОМ до відповідного класу.

Базові параметри ЕОМ стануть основою для визначення найважливіших характеристик обчислювальних структур: пропускну здатності, продуктивності (процесора, комп'ютера, сервера), надійності, доступності, обсягу пам'яті, функціональності (індекс-фактора), вартості,

коефіцієнта використання мережі й ін. Безліч зазначених характеристик обчислювальних структур буде використано для формулювання критерію багатофакторного вибору цих структур як компонентів розроблюваних систем.

Характеристики можуть бути отримані:

- розрахунковим шляхом,

- практичним тестуванням.

Існують серйозні проблеми розрахунку, пов'язані з моделями вихідних даних і їхньою стандартизацією. Так, наприклад, продуктивність ЕОМ визначається архітектурою процесора, ієрархією внутрішньої й зовнішньої пам'яті, пропускну здатністю системного інтерфейсу, системою переривань, набором периферійних пристроїв у конкретній конфігурації, досконалістю операційної системи (ОС) і т.д. Навіть для одержання у явному вигляді залежності швидкодії процесора від обсягу й типу пам'яті доведеться прикласти чимало зусиль. Повний же розрахунок зажадає системного підходу до його виконання й системного ж використання отриманих результатів для багатопараметричного вибору елементів структури.

Вибір математичної моделі для виконання необхідних розрахунків є далеко не тривіальним завданням. Тут неоціненну послугу могли б зробити розробники комп'ютерних архітектур. Так чи інакше, перш ніж створювати й апробувати нову архітектуру, вони щораз моделюють цю архітектуру на предмет оцінки її прогностичних характеристик. Однак, стандартизація таких математичних моделей, складання відповідних каталогів і їхнє використання в довідкових виданнях - справа, будемо сподіватися, майбутнього. Виконувати ж повторно аналогічну, досить трудомістку й складну роботу тільки для гарантування оптимального вибору обчислювальних систем економічно недоцільно. Тому при рішенні завдання вибору обчислювальних засобів в основному доводиться використати "рекламну продукцію", наука тут перебуває в полоні у практиці [1].

Таким чином, системний автоматизований вибір обчислювачів комп'ютерних мереж вимагає створення відповідних БД і підготовки для їхнього створення необхідних атрибутів. Систематизація пошукової інформації, її селекція й обробка становлять основну мету відповідної системи управління базою даних (СУБД).

Проблема з розробкою БД виникає лише тому, що пошук і відбір об'єктів сполучені зі специфікою самих об'єктів і розходженням критеріїв відбору, які є багатопараметричними, багатомірними. А це значно ускладнює проектування СУБД для формування й обробки запитів пошуку.

Таким чином, для створення БД ЕОМ і вибору необхідних ЕОМ як компонентів складних систем необхідно:

- визначити (сформулювати) базові параметри й характеристики ЕОМ, які б дозволили повністю й коректно описати все компоненти ЕОМ, тобто складові її підсистеми;

- розробити спектр вимог до атрибутів ЕОМ, виходячи із завдань і умов функціонування систем;

- мати базу даних по всій продукції ЕОМ, що виробляється, і СУБД, що придатна для формування й обробки запитів пошуку, з урахуванням специфіки даних по продукції, що виробляється.

На закінчення відзначимо, що для реалізації багатопараметричної оптимізації може використовуватися узагальнена цільова функція Гоб [2]:

$$F_{\text{Гоб}} = \sum_{k=1}^S \alpha_k \frac{F_k}{F_k^{\text{норм}}} \rightarrow \max \quad (2)$$

де F_k - k-та цільова функція,

$F_k^{\text{норм}}$ - значення, що нормує k-ту цільову функцію;

s - число складових цільових функцій;

α_k - коефіцієнт ваги k-й цільової функції.

При цьому, в сумі перед складовими цільової функції, які максимізуються, ставиться знак плюс, перед складовими цільової функції, які мінімізуються, ставиться знак мінус.

Багатопараметрична оптимізація являє собою спробу знайти деякий компроміс між тими параметрами, за якими потрібно оптимізувати рішення. Важливим елементом при такій оптимізації є призначення коефіцієнтів ваги кожного параметра, що оптимізується. Розповсюджений метод визначення коефіцієнтів ваги - за допомогою експертів. В табл. 1 наведені результати обробки думки 6 експертів про розподіл коефіцієнтів ваг для форм-факторів комп'ютерів: А - тактова частота процесора, В - кількість процесорних елементів, С - ємність оперативної пам'яті, D - ємність жорстких дисків, Е - об'єм відеокарти, F - формат екрана монітора, G - вартість обчислювального пристрою.

Оптимізація вибору об'єктів за узагальненою цільовою функцією наведена в табл. 2. З цієї таблиці видно, що досягти необхідних параметрів у комп'ютерних виробках можна лише за рахунок вкладення значних фінансових ресурсів.

Таблиця 1

Розподіл коефіцієнтів ваг для форм-факторів комп'ютерів (за думкою експертів)

Експерт	Параметри							Сума
	A	B	C	D	E	F	G	
1	0,15	0,17	0,17	0,14	0,18	0,19	0,13	1
2	0,17	0,19	0,14	0,15	0,17	0,18	0,16	1
3	0,14	0,18	0,15	0,19	0,17	0,17	0,17	1
4	0,16	0,2	0,15	0,13	0,17	0,19	0,18	1
5	0,18	0,16	0,19	0,15	0,17	0,15	0,15	1
6	0,17	0,19	0,16	0,15	0,16	0,17	0,14	1
Коефіц	0,16166667	0,181667	0,16	0,151667	0,17	0,175	0,155	
Ср.квдр	0,001083333	0,001083	0,0016	0,002083	0,0002	0,00115	0,00175	
К.варіац	0,670103093	0,59633	1	1,373626	0,117647	0,657143	1,129032	

Таблиця 2

Оптимізація вибору об'єктів за узагальненою цільовою функцією

Програма оптимального вибору об'єктів								
Параметри об'єктів	A	B	C	D	E	F	G	F _{Гоб}
Значення параметрів	3300,00	4096	128	250	4096	26	10000000	0,49
Значення параметрів	1000	4	16	1	2048	22	1000	0,28184139
Значення параметрів	100	8	64	2	3	28	800	0,22074509
Значення параметрів	133	1024	128	128	2048	13	1000000	0,30694899
Значення параметрів	400	2	32	4	1024	24	700	0,23293215
Значення параметрів	533	2048	128	64	3	18	2000000	0,29070279
F _{норм}	3300	4096	256	800	4096	28	10000000	
Коефіцієнт ваги	0,161667	0,181667	0,16	0,151667	0,17	0,175	0,155	
Нижня границя параметрів	66	2	2	512	1024	12	400	

Добрі результати дає також метод послідовних поступок. При цьому методі вибирають кілька суперечливих параметрів, один з них призначають як цільова функція, а для інших послідовно приймаються конкретні значення. Завдання оптимізації вирішується кілька разів при різних прийнятих значеннях параметрів.

Література

1. Ефимов В.В. Статистические методы в управлении качеством продукции., / В.В. Ефимов. Т.В. Барт. - М.:КНОРУС, 2006.-240 с.
2. Клячкин В.Н. Статистические методы в менеджменте качества: компьютерные технологии. / В.Н. Клячкин - М.: Финансы и статистика, 2007.-304 с.

Рассмотрена методология решения задачи оптимального выбора вычислительного устройства в качестве важнейшего компонента сложной системы специального назначения. Указаны некоторые важные проблемы, подлежащие разрешению на этом пути.

Ключевые слова: компьютерная система, вычислительный комплекс, ЭВМ, сервер, оптимизация.

The article describes the methodology of solving the problem of optimal choice of the computing device as an essential component of a complex system of special purpose. Are some important issues to be solved in this way.

Key words: computer system, computer system, AMR, server optimization.