

В. Ф. Гришко, к. т. н.; С. В. Жульжик

ОПТИМІЗАЦІЯ КОМПЛЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ЗА КРИТЕРІЯМИ НАДІЙНОСТІ

Розроблено програмні засоби автоматизованого комплектування комп'ютерних систем за критеріями надійності. Проведено збір даних про основні параметри моделей комплектуючих пристроїв широкого кола виробників, проаналізовано вплив ціни, потужності та продуктивності на показники надійності комп'ютерних систем.

Ключові слова: комп'ютерна система, потужність, продуктивність, ціна, надійність, програма, оптимізація, комплектування.

Забезпечення надійності є однією з основних завдань розвитку технічних систем. Оцінка надійності виконується на всіх етапах життєвого циклу комп'ютерних систем: від початку їх створення до гарантійної та післягарантійної експлуатації. Особливо важливо забезпечити високу надійність систем на етапі проектування, зокрема на етапі комплектування комп'ютерних систем. При цьому якісна система не може бути створена без достовірного знання показників надійності комплектуючих виробів. Такі знання базуються на даних, які отримані в процесі експлуатації аналогічної продукції конкретних фірм-виробників. У цьому випадку надійність комплектуючих виробів характеризується тривалістю напрацювання на відмову, тривалістю відновлення або комплексним показником – коефіцієнтом готовності.

Одним з найбільш поширених технічних пристроїв у наш час є персональний комп'ютер (ПК), який знайшов широке застосування як у сучасних автоматизованих системах управління, так і на побутовому рівні. Проте, зважаючи на функціональність сучасних ПК, називати їх пристроями некоректно. Як відомо [1], пристроєм називається сукупність елементів, об'єднаних у загальну закінчену технічну конструкцію, що має самостійне експлуатаційне призначення. Тоді як система – технічно обгрунтована сукупність спільно діючих пристроїв, призначена для виконання певного практичного завдання. У даному випадку пристроями можна вважати складові частини ПК (материнські плати, вінчестери, блоки живлення, відеокарти тощо), від вибору тієї чи іншої моделі яких залежить надійність окремого ПК і автоматизованої системи в цілому.

Відповідно до існуючих статистичних даних [2] станом на 2004 рік Україна знаходилася на сотому місці в рейтингу країн за кількістю комп'ютерів на душу населення з показником 18 комп'ютерів на 1000 жителів. Як повідомила інформаційна агенція "РБК-Україна" [3], тільки 35% домогосподарств у містах з населенням понад 50 тис. мешканців має хоча б один працюючий стаціонарний комп'ютер і 8% домогосподарств, в яких ще немає ПК, планують його придбати до кінця 2008 р. Повідомляється, що протягом 2006 – 2007 рр. кількість проданих стаціонарних комп'ютерів збільшувалася на 20 – 25% щорічно, і прогнозується, що у 2008 р., в порівнянні з попереднім роком, ринок десктопів зросте ще на 20%. У цілому, станом на середину 2008 р. кількість ПК на 100 жителів України складає 13 одиниць, і ця цифра продовжує зростати.

Враховуючи тенденції ринку і той факт, що дві третини населення України взагалі не розуміють, для чого потрібен комп'ютер [3], постає проблема вибору покупцем такої конфігурації ПК, яка задовольнила б його з погляду продуктивності, надійності та ціни. Вибір рішень невеликий: порадитися з фахівцем у цій області, зробити вибір навмання або витратити багато часу на пошук необхідної інформації. Однак недоліками таких рішень є те, що фахівця знайти непросто, а під час купівлі першого-ліпшого ПК імовірність задоволення потреб покупця мінімальна. Беручи до уваги той факт, що сервісне обслуговування ПК у більшості випадків відбувається далеко від місця проживання покупця, на перший план

виходить імовірність безвідмовної роботи та залежність "ціна – надійність". Вибираючи комплектуючі пристрої, необхідно враховувати також такі параметри, як: потужність і продуктивність, що безпосередньо або опосередковано впливають на надійність комп'ютерних систем. Наприклад, використання пристроїв зі значним споживанням енергії призводить до перегріву системи, сприяє передчасним відмовам або потребує встановлення додаткових охолоджуючих пристроїв, що підвищує остаточну ціну ПК. У свою чергу, підвищення продуктивності ряду комплектуючих виробів призводить до підвищення їх потужності та встановлення більш потужних блоків живлення, що також впливає на ціну комп'ютерної системи.

Отже, постає завдання оптимізації комплектування комп'ютерної системи за критеріями надійності.

Для розв'язання поставленої задачі необхідно:

- провести збір даних про технічні, економічні та надійнісні характеристики основних компонентів комп'ютерних систем;
- визначити показники надійності комп'ютерної системи;
- побудувати функцію оптимізації комплектування відповідно до показника "ціна – надійність".

У рамках компанії «qVox», яка займається продажем і сервісним обслуговуванням комп'ютерної та побутової техніки в Україні, проведено збір і аналіз інформації про кількість продаж та відмов різних моделей комп'ютерних комплектуючих.

Основною характеристикою технічної якості об'єкта приймалася складова функції надійності (безвідмовності) для непрямого визначення надійності $P(t)$, що дорівнює ймовірності того, що в заданому інтервалі часу чи в межах заданого напрацювання при заданих режимах і умовах експлуатації відмов у системі не виникає:

$$P(t) = W(T), \quad (1)$$

де t – заданий час; T – тривалість безвідмовної роботи системи; $W(A)$ – імовірність події A , для якої виконується умова $T > t$.

Прийmemo відмову будь-якої комплектуючої частини ПК як подію A , імовірність якої $W(A)$ необхідно визначити. За область розрахунків приймаємо кількість комплектуючих частин, які проходять тестування. Тоді ймовірність безвідмовної роботи пристрою описується таким чином:

$$P(A) = 1 - W(A).$$

Відомі методи оцінки надійності складних систем [4, 5], що, як правило, потребують інформації про надійність окремих комплектуючих елементів системи. Зокрема, можна виділити імовірнісно-фізичний метод, де розподіл напрацювання до відмови ПК описується DN-розподілом виду

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sqrt{\mu t}}\right) + e^2 \Phi\left(-\frac{t + \mu}{\sqrt{\mu t}}\right) \quad (2)$$

та метод на основі експоненціального розподілу (лямбда-метод). Цей закон розподілу напрацювання до відмови ПК описується експонентним розподілом

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (3)$$

Перший метод потребує складних розрахунків і характеризується точністю результатів, а другий забезпечує простоту обчислень, але дає відому методичну похибку, яка повинна бути врахована. Результат порівняння двох методик розрахунку надійності ПК базової комплектації [6] з відомими показниками надійності комплектуючих частин представлено в таблицях 1 та 2.

Описані вище методи та достовірні дані про надійність окремих елементів дозволяють

провести точну оцінку надійності системи в цілому. Логічно також припускати, що збільшення собівартості комп'ютерних комплектуючих повинно гарантувати підвищення імовірності їх безвідмовної роботи [7], а отже, і підвищення надійності системи в цілому.

Вирішення задачі оптимізації комплектування комп'ютерної системи виконувалося з огляду на те, що їх розробка, конструювання та комплектування так, як і інших технічних систем, пов'язані з вирішенням альтернативної задачі: з одного боку необхідно мати систему максимальної надійності, а з іншого – необхідно, щоб її ціна була прийнятною. У цьому випадку необхідно коректно сформулювати мету. Якщо за мету ставиться досягнення визначеного показника надійності комп'ютерної системи, то цільова функція у цьому випадку мінімізує витрати, необхідні для досягнення мети. Якщо метою задачі є досягнення максимально можливого показника надійності при заданих витратах, то ці витрати розглядаються у вигляді обмеження для цільової функції, що максимізує показник надійності системи. В обох випадках спосіб вирішення задачі однаковий, тому що в одному випадку розглядається функція «надійність – витрати», в другому – зворотня їй функція.

Таблиця 1

Склад і показники надійності модулів ПК

№	Модуль	Тип	Кількість, m_j , шт	Інтенсивність, $\lambda_j \cdot 10^{-6}$, 1/рік	Напрацювання, $T_j \cdot 10^6$, рік
1	Системна плата	Asus M2N-MX	1	4.33	0.231
2	Процесор	Athlon 5600+	1	3.88	0.257
3	Пам'ять SIMM	DDR2 1Gb KingStone	1	1.13	0.882
4	Відеокарта	ATI PE HD2600XT	1	2.51	0.397
5	НЖМД	WD3200AAJS	1	2.15	0.464
6	DVD/RW	NEC 7170A	1	2.31	0.431
7	Клавіатура	Chicony W-0108	1	6.65	0.150
8	Мишка	Defender 7630	1	2.74	0.365
9	Джерело живлення	Targa PT-400CF	1	4.91	0.203
10	Корпус	КМЕ СХ-9387	1	3.86	0.259

Таблиця 2

Результати розрахунку показників надійності ПК

Показник надійності	Лямбда-метод	ІФ-метод
$T_{сер}$, year	91737	83720
T_{γ} , year ($\gamma=0.9$)	9669	19841
$P(t_{зад})$	0,967	0,998

Як видно з наведених таблиць 1 та 2, розрахункові оцінки середнього напрацювання до відмови ПК досить близькі для обох методів. Проведені розрахунки показали, що більш простий класичний λ -метод оцінки показників надійності розроблювальної комп'ютерної техніки не поступається за точністю ІФ-методу, що ґрунтується на двопараметричній моделі надійності (DN-розподіл), тому саме цей метод обрано для створюваної комп'ютерної

програми автоматизованого розрахунку надійності комп'ютерних систем.

На основі інформації про характеристики кожної комплектної частини і її ціну була розроблена комп'ютерна програма, що представляє собою набір засобів і функцій для віртуального моделювання запланованої системи з наявних в базі програми комплектних частин та подальшої оцінки надійності як окремої комплектуючої частини комп'ютерної системи, їх партій, згрупованих відповідно до фірми-виробника чи технології виробництва (як приклад, графічні процесори (рис. 1)), так і цілої комп'ютерної системи з подальшою оптимізацією її комплектації. При цьому до уваги беруться залежності "ціна – надійність", "ціна – потужність" та "ціна – продуктивність", які розраховані для всіх типів комп'ютерних комплектуючих.

Маючи таку програму, можна ще до створення комп'ютерної системи оцінити її надійність, корегувати її комплектацію, оцінювати показники "ціна – надійність", "ціна – потужність" та "ціна – продуктивність" і, що найголовніше, оптимізувати параметри системи відповідно до поставлених вимог.

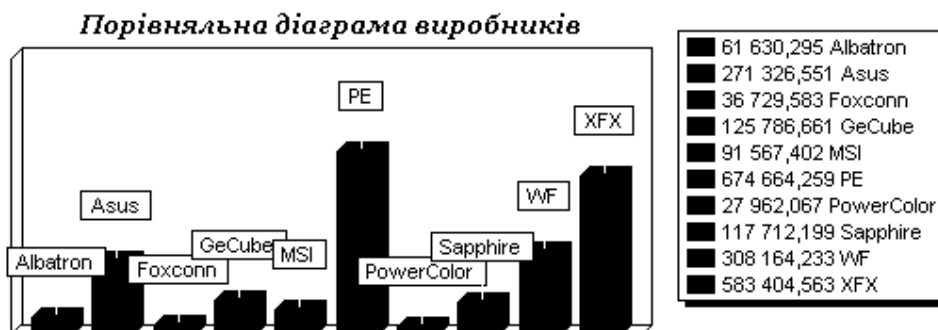


Рис. 1. Напрацювання на відмову графічних процесорів різних виробників

За результатами спостережень протягом трьох років зроблено висновок: надійність комп'ютерних комплектуючих, що призначені для домашніх ПК, практично не залежить від собівартості комплектуючої частини. У кращому випадку коефіцієнт готовності відповідного типу пристроїв однаковий в усьому ціновому діапазоні, а подекуди навіть зменшується з ростом ціни. Відповідні результати спостережень для материнських плат представлено на рис. 2.



Рис. 2. Залежність коефіцієнтів готовності материнських плат від їх ціни

Зростання кількості електроенергії, що необхідна для нормального функціонування пристрою, спричиняє додаткове навантаження на блок живлення, а отже, зменшує надійність комп'ютерної системи в цілому. Ріст споживання електроенергії з ростом ціни можна продемонструвати на прикладі графічних процесорів (рис. 3). При цьому слід зазначити, що відповідна ситуація не стосується центральних процесорів, де виробникам вдалося скоротити рівень споживання електроенергії своїх виробів.



Рис. 3. Залежність споживання електроенергії графічних процесорів від ціни

Оптимізація комплектування комп'ютерних систем проводилась також відносно величини, що дорівнює відношенню кількості виконаних операцій пристроєм до часу, за який вони були виконані. Продуктивність легко оцінити за допомогою великої кількості вже існуючих програмних продуктів [8]. Додатково введений параметр оптимізації безпосередньо характеризує систему й інтуїтивно зрозумілий пересічному користувачеві, а також забезпечує універсальність прийняття рішення щодо вибору комплектуючих виробів. Коли показники надійності не забезпечують однозначного результату, остаточний вибір лежить на показниках продуктивності системи, звичайно, якщо ці показники не є надлишковими з погляду цінової політики покупця.

Результати розрахунків показали, що очікуваний приріст продуктивності при збільшенні вартості комплектуючої частини виправдався, за винятком кількох випадків, зумовлених маркетинговою політикою фірм-виробників.

Планується розміщення розробленого програмного продукту на WEB-ресурсах, забезпечення безперервного оновлення даних надійності комплектуючих елементів, підтримання та розвиток проекту за рахунок нових видів і моделей комп'ютерного обладнання.

Створення подібного ресурсу значно полегшить роботу системних адміністраторів, операторів серверних установок, керівників фірм і організацій, що планують купівлю нового обладнання, скоротить час на пошуки й підбір необхідної конфігурації за заданими критеріями надійності та забезпечить комплектування комп'ютерних систем з урахуванням важливих показників: ціна, надійність, потужність, продуктивність.

Крім того, цю розробку можна використовувати з метою покращення сервісу обслуговування клієнтів різних фірм, що займаються продажем і обслуговуванням комп'ютерної техніки, даючи їм можливість самостійно підбирати конфігурацію, коригувати параметри й вибирати комплектуючі частини відповідно до критеріїв надійності та ціни. Керуючись даними програми для планування майбутньої номенклатури комплектуючих виробів для конфігурації комп'ютерних систем, можна забезпечити їх максимальну надійність і мінімізувати витрати компанії на ремонт та обслуговування.

Висновки. У статті розглянуто основні методи оцінки надійності комп'ютерних систем. Проведено їх порівняльний аналіз. Визначено основні характеристики комп'ютерних пристроїв. Запропоновано методологію оптимізації комплектування комп'ютерної системи за показниками надійності, ціни, потужності та продуктивності. Розроблено комп'ютерну програму для віртуального комплектування комп'ютерних систем, оцінки залежностей "ціна – надійність", "ціна – потужність" та "ціна – продуктивність" як для окремого пристрою, так і для їх групи. Визначено шляхи розвитку та вдосконалення отриманих здобутків.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азарсков В.Н., Стрельников В.П. Надежность систем управления и автоматики: Учеб. пособие. – К.: НАУ, 2004. – 164 с.

2. International Telecommunication Union [Електронний ресурс] : International Telecommunications Union – Режим доступу до журн. : <http://www.itu.int/net/home/index.aspx>
3. РБК-Україна [Електронний ресурс] : В Україні один з найнижчих показників проникнення ПК на душу населення в Центральній Європі / РБК-Україна – Режим доступу до журн. : <http://www.rbc.ua/ukr/newsline/2008/08/19/415521.shtml>
4. Калявін В.П. Надійність та діагностика. – СПб.: Елмор, 1998. – 230 с.
5. Ю. К. Беляев, В. А. Богатырев, В. В. Болотин и др.; Под ред. И. А. Ушакова. Надежность технических систем: Справочник. — М.: Радио и связь, 1985.— 608 с, ил.
6. Леонтьев В.П. Новейшая энциклопедия персонального компьютера 2003. – М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2003. – 920 с.
7. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003. – 154 с.: ил., 24 библиогр.
8. RT Lab [Електронний ресурс] : Методики тестирования производительности компьютерных систем – Режим доступу до журн.: <http://www.rtxlab.org/methods/performance.shtml>

Гришко Віктор Федорович – к. т. н., Науково-дослідний інститут інформаційних процесів, e-mail: grishko@acts.kiev.ua, тел.: (044) 454-94-31.

Жульжик Сергій Володимирович – студент кафедри автоматики та управління в технічних системах, e-mail: admin@julik.org.ua, тел.: +38 (097) 659 84 13.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”.