

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ, АВТОМАТИЧНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СХЕМ

У статті розглядаються перспективи застосування технологій автоматизованого контролю для розв'язання завдань діагностування об'єктів комп'ютерної техніки. Формулюється проблема, що стримує розробку систем технічного обслуговування об'єктів комп'ютерної техніки нового покоління.

Ключові слова: автоматизована система контролю, технічне обслуговування, діагностування, BIOS.

Petro B. Vovk, Alex An. Velykyi. Automated control system, automatic recovery and electronic circuits diagnostics. The article discusses the prospects of using automated control technologies to solve the problems of diagnosing computer equipment. The problem is formulated that is holding back the development of technical maintenance systems for the new generation of computer equipment.

Key words: automated control system, maintenance, diagnostics, BIOS.

П. Б. Вовк, О.А. Великий. Системы автоматизированного контроля, автоматического восстановления и диагностики электронных схем. В статье рассматриваются перспективы применения технологий автоматизированного контроля для решения задач диагностирования объектов компьютерной техники. Формулируется проблема, сдерживающая разработку систем технического обслуживания объектов компьютерной техники нового поколения.

Ключевые слова: автоматизированная система контроля, техническое обслуживание, диагностирование, BIOS.

Постановка проблеми. Сучасний персональний комп'ютер (ПК) являє собою не просто складний пристрій з електронними та електронно-механічними вузлами (накопичувачами, контролерами, адаптерами), але і пристрій, наповнений складними операційними системами, програмними пакетами, "вшитими" програмами тестування і самоперевірки контролерів, адаптерів, - усіх вузлів і блоків ПК, які беруть участь в роботі машини.

Оскільки сам персональний комп'ютер і відповідно його програмне забезпечення з часом значно ускладнилися, з'явилися нові погляди на діагностику і ремонт ПК, що відрізняються від тих, що мали місце 6 - 8 років тому. Змінилися вимоги до засобів контролю технічного стану комп'ютерів, організації та проведення заходів по технічному обслуговуванню засобів обчислювальної техніки [1]. Міждержавний стандарт 1978 року (ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники) морально застарів, натомість нового в Україні немає.

Постановка завдання. Технічне обслуговування (ТО) ЕОМ являє собою комплекс організаційно-технічних заходів, проведених з метою забезпечення необхідних параметрів експлуатаційної надійності. До таких параметрів відносяться:

- забезпечення ЕОМ відповідним обслуговуючим персоналом;
- включення до складу ЕОМ необхідних засобів діагностики несправностей;
- забезпечення інструментом, приладами, деталями й комплектуючими пристроями;
- включення до складу ЕОМ сервісної апаратури для перевірки зовнішніх пристроїв, змінних функціональних вузлів - типових елементів заміни, блоків живлення;
- проведення профілактичних робіт.

Отже, правильно організовані системи автоматизованого контролю та технічного обслуговування дозволять понизити експлуатаційні витрати (за рахунок зменшення числа аварійних ситуацій, що приводять до відмовам, скорочення дорогих позапланових ремонтів, зниження витрат на планові ремонти) і сприяє збільшенню ресурсу технічного об'єкту.

Виклад основного матеріалу. Під контролем розуміють процес перевірки правильності роботи об'єкта (елемента, вузла, пристрою). Якщо пристрій працює вірно - схема контролю не виробляє ніяких сигналів (в деяких системах виробляється сигнал нормальної роботи), пристрій

невірно працює - схема контролю видає сигнал помилки. На цьому закінчуються функції контролю. Іншими словами, контроль - це перевірка: правильно - неправильно.

Процес **діагностування** можна розділити на окремі частини, які називаються елементарними перевірками [2].

Елементарна перевірка полягає в подачі на об'єкт тестового впливу і у вимірюванні (оцінці) відклику об'єкта на цей вплив. Алгоритм діагностування визначається як сукупність і послідовність елементарних перевірок разом з певними правилами аналізу результатів останніх з метою відшукування місця в об'єкті, параметри якого не відповідають заданим значенням.

Отже, **діагностика** - це теж контроль, але контроль послідовний, спрямований на пошук несправного місця (елементу) у діагностованому об'єкті.

Зазвичай діагностика починається за сигналом помилки, виробленому схемами контролю комп'ютера.

Систему автоматичного контролю і діагностики часто називають **системою виявлення помилок**.

Виникнення помилки в будь-якому пристрої чи схемі комп'ютера викликає сигнал помилки, за яким виконання програми призупиняється.

За сигналом помилки відразу ж починає працювати система діагностики, яка у взаємодії з системою контролю виконує такі функції:

- розпізнавання (діагностування) характеру помилки (збій, відмова);
- повторний запуск програми (частини програми, операції), якщо помилка викликана збоєм;
- локалізація місця несправності, якщо помилка викликана відмовою, з подальшим її усуненням шляхом автоматичної заміни (або відключення) елемента, що вийшов з ладу або заміни за допомогою оператора;
- запис в пам'ять комп'ютера інформації про всі збої та відмови, що сталися, для подальшого аналізу.

Система автоматизованого контролю ПК носить строго ієрархічний характер [3].

Перший, найнижчий, **рівень** представлений різноманітними програмами тестування апаратних засобів ПК. Тестуючі програми розміщені в мікросхемі BIOS. Основне завдання тестуючих програм не допустити роботи ПК з несправними апаратними засобами з метою запобігання псування або втрати інформації, розміщеної в ПК. Програми виконуються при кожному включенні ПК, користувач не може втрутитися в процес тестування.

Робота системи автоматизованого контролю починається з моменту включення ПК. Ця послідовність операцій організована в спеціальний процес, який отримав назву «завантаження». Початковий етап завантаження виконується на всіх комп'ютерах однаково і не залежить від встановленої на комп'ютері операційної системи.

Іноді при завантаженні системи з'являється повідомлення будь-якої програми про помилку. Поєднуючи отриману інформацію зі знаннями про процес завантаження, можна визначити, де саме стався збій.

Процес стандартного завантаження комп'ютера можна поділити на ряд етапів тестування.

1. Включення живлення комп'ютера.
2. Джерело живлення виконує процес самотестування. Якщо всі схеми справно працюють і всі вихідні напруги відповідають стандарту, джерело живлення видає на системну плату сигнал Power_Good. Між включенням комп'ютера і подачею сигнал проходить 0,1 - 0,5 с.
3. Мікросхема таймера отримує сигнал Power_Good і припиняє генерувати сигнал Reset, який подається на мікропроцесор.
4. Мікропроцесор починає виконувати код, записаний в ROM BIOS за адресою FFFF:0000. Розмір ROM BIOS від цієї адреси і до кінця складає 16 байт; за даною адресою записана команда переходу на реально виконуваний код ROM BIOS.
5. BIOS виконує тестування системи, щоб перевірити її працездатність. Знайшовши помилку, система подасть звуковий сигнал, так як відеоадаптер все ще не ініціалізований.
6. У пошуках програми роботи з відеоадаптером BIOS сканує адреси пам'яті відеоадаптера, починаючи з C000:0000 і закінчуючи C780:0000. Якщо BIOS відеоадаптера знайдений, перевіряється контрольна сума її коду. При збігу контрольної суми із заданою управління передається BIOS відеоадаптера, яка ініціалізує відеоадаптер і виводить на екран курсор; в іншому випадку з'являється повідомлення «C000 ROM Error».

7. Якщо BIOS відеоадаптера не знайдено, використовується відеодрайвер, записаний в мікросхемі ROM системної плати, який ініціалізує відеоадаптер і виводить на екран курсор.

8. BIOS системної плати сканує пам'ять, що залишилася з C800:0000 по DF80: 0000 з кроком 2 Кбайт в пошуках BIOS будь-яких інших підключених до системної плати адаптерів (таких як SCSI-адаптери). Виявлені BIOS виконуються так само, як і BIOS відеоадаптера.

9. У разі невідповідності контрольної суми будь-яких BIOS виводиться повідомлення XXXX ROM Error, де XXXX - сегментна адреса некоректного модуля ROM.

10. BIOS перевіряє значення слова за адресою 0000:0472, щоб визначити, яке завантаження виконується (холодне або гаряче). У разі гарячого завантаження за цією адресою записано слово 1234h, що призводить до пропуску POST. Якщо за цією адресою записано інше слово, виконується програма POST.

11. Програма BIOS шукає в дисководі «А» системну дискету і читає на ній сектор 1, що знаходиться на циліндрі 0, стороні 0 (найперший сектор). Сучасні версії BIOS дозволяють завантажуватися не тільки з дискети, але і з інших пристроїв, наприклад жорсткого диска і накопичувача CD-ROM, USB. Порядок пошуку завантажувальних пристроїв визначається за допомогою програми установки параметрів BIOS. Цей сектор завантажується за адресою 0000:7C00 і перевіряє, чи є диск завантажувальним.

12. Якщо значення перших байтів зчитаного сектора некоректні, на екрані відображається повідомлення про помилку завантажувального запису дискети 602-Diskette Boot Record Error і система зупиняється.

13. Якщо дискета була підготовлена в DOS за допомогою команди Format або Sys, а два перших файли в кореневому каталозі не є системними або їх не можна прочитати, видається повідомлення про те, що диск не системний: «Non-System disk or disk error Replace and strike any key when ready».

Якщо дискета була підготовлена в DOS за допомогою команди Format або Sys, а завантажувальний сектор зіпсований, на екран видається повідомлення про збій при завантаженні з диска: Disk Boot failure

14. Перевіряється сигнатура зчитаного завантажувального сектора активного розділу. Якщо останні два байти не відповідають сигнатурі 55AAh, видається повідомлення про помилку: «Missing operating system» і система зупиняється.

15. Завантажувальний сектор активного розділу, як випливає з його назви, містить програму завантаження операційної системи. Якщо завантажувальний сектор зіпсований, видається повідомлення Disk boot failure. Якщо системні файли не є першими в кореневому каталозі або при спробі їх читання виникають збої, видається повідомлення, що диск не системний або містить помилку:

Non-System disk or disk error

Replace and strike any key when ready

Наступні дії залежать від встановленої операційної системи.

Другий рівень автоматизованого контролю представлений тестовими програмами операційної системи. Програми запускаються користувачем при необхідності перевірити роботу конкретного елемента (наприклад системний динамік) або системи ПК (наприклад системи введення-виведення).

До складу операційних систем (Windows) входить кілька діагностичних програм, які забезпечують тестування складових частин ПК. Сучасні діагностичні програми мають графічні оболонки. Такими програмами є, наприклад:

- утиліта очищення диска від непотрібних файлів;
- утиліта перевірки диска на наявність помилок;
- утиліта дефрагментації файлів і вільного простору;
- утиліта архівації даних;
- утиліта конвертації файлової системи.

Перелік та можливості вбудованих у ОС діагностичних програм постійно розширюються.

Третій рівень, включає тестові програми виробників обладнання та програми загального призначення, які дозволяють виконати тестування ПК в цілому або окремої досить великої системи. Тест проводиться ретельно, займає багато часу і дозволяє локалізувати навіть окремі збої устаткування і плаваючі несправності. Програми верхнього рівня можуть, бути використані, тільки якщо будуть успішно пройдені тести першого рівня.

Виробники обладнання випускають спеціальні спеціалізовані програми для діагностики конкретного обладнання конкретного виробника. Можна виділити такі групи програм:

- Програми діагностики апаратного забезпечення. Багато типів діагностичних програм призначені для певних типів апаратного забезпечення. Ці програми надаються разом з пристроями.
- Програми діагностики пристроїв SCSI. Більшість SCSI-адаптерів мають вбудовану BIOS, за допомогою якої можна налаштувати адаптер і виконувати його діагностику.
- Програми діагностики мережевих адаптерів. Деякі виробники мережевих плат також пропонують діагностичне програмне забезпечення. За допомогою цих програм можна перевірити інтерфейс шини, контроль пам'яті, встановленої на платі, вектори переривань, а також виконати циклічний тест. Ці програми можна знайти на компакт-диску, що постачається разом з пристроєм, або ж звернутися на Web-вузол виробника.

Більшість тестових програм можна запускати у пакетному режимі, що дозволяє без втручання оператора виконати цілу серію тестів. Можна скласти сценарій автоматизованої діагностики, найбільш ефективний в тому випадку, якщо необхідно виявити можливі дефекти або виконати однакову послідовність тестів на кількох комп'ютерах.

Наприклад, програма Memtest перевіряє основну пам'ять: основну (base), розширену (expanded) і додаткову (extended). Місце несправності часто можна визначити з точністю до окремої мікросхеми або модуля (SIMM або DIMM).

Залежно від методу, покладеного в основу автоматизованого контролю ПК, розрізняють два основних види контролю:

- програмний;
- апаратний.

Кожен з них може використовуватися як в оперативному режимі, тобто, в процесі роботи комп'ютера, так і в режимі профілактичних перевірок, причому контроль може бути автоматичним або з залученням оператора.

Програмний контроль ПК ґрунтується на використанні спеціальних програм, які контролюють роботу ПК. Він поділяється на:

- програмно-логічний;
- тестовий.

Програмно-логічний контроль ґрунтується на тому, що в основну робочу програму вводяться додаткові операції, при виконанні яких отримується надлишкова інформація, яка необхідна для виявлення і виправлення помилок. Наявність надмірності в інформації дозволяє, наприклад, знаходити ті чи інші контрольні співвідношення, які пов'язують отримані в процесі розрахунку значення і які можна перевіряти за програмою в кінці кожного етапу обчислень. Так, якщо обчислюються значення синусів і косинусів, то правильність їх обчислення можна перевірити за відомим співвідношенням: сума квадратів синуса і косинуса дорівнює 1. Часто вдаються до подвійного прорахунку, при якому надмірність інформації створюється шляхом повторення обчислень, а контрольні співвідношення - це збіг результатів першого і другого перерахунків.

Програмно-логічний контроль не вимагає застосування спеціальної апаратури і дозволяє виявляти помилки, які обумовлені випадковими збоями, в процесі проведення обчислень. Однак цей вид контролю призводить до значного збільшення часу вирішення задачі.

Тестовий контроль призначений для перевірки правильності роботи ПК чи її окремих пристроїв за допомогою спеціальних програм-тестів [4]. Контроль за допомогою тестів зводиться до виконання машиною певних дій над вихідними числами і порівнянню результатів з наперед відомими. У випадку розбіжності відповідей фіксується помилка.

Всі тести поділяються на:

- налагоджувальні;
- перевірочні;
- діагностичні.

Налагоджувальні тести необхідні для перевірки правильності функціонування пристроїв і блоків під час налагодження. Ці тести призначені для виявлення грубих помилок (помилки в монтажі, логіці роботи окремих вузлів тощо). Налагоджувальні тести використовуються для перевірки центральних процесорів, пристроїв введення-виведення, оперативної та зовнішньої пам'яті. Вони є самостійними програмами і виконуються без допомоги операційної системи.

Перевірочні тести призначені для періодичної перевірки працездатності ПК, для виявлення несправностей в процесі експлуатації. Ці тести забезпечують повніший контроль і створюють більш різноманітні режими роботи вузлів ПК. Однак як налагоджувальні, так і перевірочні тести свідчать лише про факт появи помилки в тому чи іншому пристрої, не вказуючи місця її виникнення.

Діагностичні тести служать не тільки для виявлення помилки, але і для локалізації місця несправності.

Перевірочні і діагностичні тести працюють під управлінням спеціальної тестової програми перевірки - монітора (частина керуючої програми), яка здійснює виклик, виконання кожного окремого тесту і управління ним. Перевірка пристроїв може проводитися як в профілактичному, так і в оперативному (мультипрограму) режимі, тобто, одночасно з виконанням інших програм (останній вид перевірки пристроїв ПК називається не автономною перевіркою).

В сучасних обчислювальних системах запуск тестів може проводитися і автоматично за сигналом помилки з контрольних схем ПК. При цьому після локалізації помилки розвинені системи саморемонтуються (реконфігурація системи). У менш потужних системах процес локалізації помилки супроводжується подачею оператору відповідного сигналу.

Апаратні засоби контролю створюються введенням до складу ПК спеціального додаткового контрольного обладнання, що працює незалежно від програми. Апаратний контроль забезпечує перевірку правильності функціонування ПК практично без зниження її швидкодії. Однак використання тільки апаратного контролю призводить до значного ускладнення і подорожчання ПК. Крім того, введення до складу ПК великої кількості надлишкового складного обладнання може призвести до зниження її загальної надійності. Тому в сучасних ПК застосовується комбінований метод контролю, що є поєднанням програмних і апаратних засобів.

З метою попередження суттєвого спотворення оброблюваної інформації (тобто, до тієї межі, коли вона вже не зможе бути відновлена) виявлення помилок в машині повинно проводитися неперервно. Тому ця функція покладається на швидкодіючі апаратні засоби контролю, які дозволяють практично повністю поєднати в часі виконання основних операцій ПК і необхідних контрольних операцій [5]. Локалізація місця виникнення несправності і ліквідація наслідків збоїв при цьому покладаються на програмний контроль.

Комбінований метод контролю дозволяє при незначному зниженні ефективності і швидкодії ПК істотно скоротити час пошуку та усунення помилок і загальний обсяг додаткового обладнання ПК, потрібного для цих цілей.

Висновок. В цілому ефективність системи контролю ПК характеризується такими показниками:

- відношенням кількості обладнання, охопленого системою контролю, до загальної кількості обладнання ПК;
- ймовірністю виявлення системою контролю помилок в роботі ПК;
- ступенем деталізації, з якою система контролю вказує місце виникнення помилки (точність діагнозу);
- відношенням кількості обладнання системи контролю до загальної кількості обладнання ПК.

Слід зазначити, що ефективні системи контролю і діагностики можуть бути створені за умови, якщо їх розробка і проектування ПК проводяться одночасно і взаємопов'язано. Тільки такий підхід дозволяє створювати найбільш раціональний контроль з мінімальними витратами на його реалізацію.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Дедков В.К., Северцев Н.А. Основні питання експлуатації складних систем, – М: Вища школа, 2016. – 406с.
2. Жуков І.А. Експлуатація комп'ютерних систем та мереж / Жуков І.А., Дровозов В.І., Масловський Б.Г. – К.: НАУ, 2017. – 368с.
3. Логинов М. Д. Техническое обслуживание средств вычислительной техники : учебное пособие / М. Д. Логинов, Т. А. Логинова. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 319 с.
4. Романов В. П. Техническое обслуживание средств вычислительной техники. Учебно-методическое пособие. – Новокузнецк, 2018. – 191 с.
5. Гаряев П. В. Техническое обслуживание средств вычислительной техники. Учебно-методическое пособие. – Пермь, 2016. – 191 с.