УДК 004.896

Д.Ю. ЧАЙКОВСЬКИЙ

Хмельницький національний університет, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ РЕЖИМІВ ЖОРСТКИХ ДИСКІВ ПЕРСОНАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРІВ

Розглянуті основні фактори, які впливають на температуру жорстких дисків. Проведено ряд досліджень з метою виявлення залежностей температур жорстких дисків від їх розташування та навантаження. На основі аналізу результатів досліджень, створено причинно-наслідкові таблиці температур, які дозволяють виявити основні причини підвищення температур жорстких дисків.

температурні режими, жорсткі диски, перегрівання, температурні здавачі

Вступ

Сучасні персональні комп'ютери (ПК) є складними комп'ютерними системами (КС), складовими яких є такі компоненти, як: системна плата, монітор, жорсткий диск, CD-ROM, мікропроцесор, відеокарта та ін. Більшість компонентів ПК має у своєму складі мікропроцесорні пристрої (МПП), навантаження на які спричиняє підвищення їх робочих температурних характеристик та температур компонентів ПК, побудованих на їх основі.

Наприклад, центральний процесор ПК, ступінь інтеграції якого на сьогодні досягає більш 3×10^5 млн/мм^2, споживає у процесі функціювання 50–120 Вт електроенергії, виділяючи при цьому велику кількість тепла. Така кількість тепла на обмеженій ділянці призводить до швидкого перегрівання та виходу з ладу центрального процесора у разі, якщо його не охолоджувати [1].

Виробниками компонентів ПК передбачені температурні режими, при яких гарантується безвідмовне функціювання компонентів на протязі певного періоду часу. Недотримання таких температурних режимів є одним з чинників, що може призвести до передчасного виходу з ладу компонентів ПК.

Засоби забезпечення експлуатаційних температурних режимів компонентів ПК

Основна частина компонентів ПК розміщена у системному блоці, який являє собою закритий корпус і обмежує відтік тепла. Для охолодження компонентів ПК у системному блоці встановлюються кулери, радіатори та додаткові кулери. Ті компоненти, що мають тенденцію до підвищення температурних режимів, комплектуються температурними давачами у вразливих до перегрівання місцях. Для визначення температур застосовуються вбудовані термістори, термопари і температурні діоди, котрі дозволяють відслідковувати температуру компонентів у процесі експлуатації.

Одним із засобів контролю за температурою компонентів ПК є спеціалізована система розширеної конфігурації і інтерфейсу живлення (Advanced Configuration and Power Interface – ACPI) [2]. Вона забезпечує правила контролю температур компонентів ПК, дозволяє BIOS і операційній системі зчитувати температурні дані компонентів у разі наявності вбудованих температурних давачів та відповідним чином реагувати при виході температури за допустимі межі.

Системні блоки BTX мають покращене охолодження компонентів ПК [3 – 5], проте існуючі специфікації температурних проектів системних блоків надають лише загальні рекомендації щодо розміщення компонентів ПК, які є недостатніми для забезпечення їх оптимальних температурних режимів [6].

Сучасні операційні системи мають вбудовані підсистеми температурного контролю компонентів ПК, також існує ряд програмних спеціалізованих додатків: CPUCool, SpeedFan та ін., які дозволяють

© Д.Ю. Чайковський

визначити температуру деяких компонентів ПК [7, 8].

Відомі засоби та системи забезпечення експлуатаційних режимів компонентів ПК мають ряд недоліків: фактори, які впливають на температуру, залишаються поза увагою; не зберігаються або зберігаються на протязі короткого періоду часу дані про експлуатаційні температурні режими, не всі компоненти містять температурні давачі, оповіщення користувача є недостатньо інформативними або невчасними, для контролю за температурою компонентів ПК необхідно застосовувати спеціалізовані програмні додатки.

Таким чином, при наявності відповідних засобів температурного контролю, відбувається лише фіксація зміни температури компонентів ПК, без локалізації причин, які її викликали і без надання рекомендацій користувачу щодо мір для встановлення оптимальних температурних режимів компонентів ПК.

Дослідження змін температур компонентів ПК при різних умовах функціювання

Для визначення і локалізації причин зміни температур у системному блоці окреслимо основні фактори, які впливають на температуру компонента ПК:

1) навантаження компонента ПК, що залежить від виконуваного програмного додатку;

2) взаємне розташування компонентів ПК (які є джерелами тепла);

3) охолодження (пасивне – повітряні потоки, активне – кулери).

Для визначення впливу навантаження на температуру компонентів ПК дослідимо навантаження, яке створюють найбільш вживані програмні додатки: дефрагментація диску, постійне копіювання, читання/запис, музичні додатки, відеододатки, відеоігри, офісні додатки, складні обчислення, одночасне виконання декількох додатків.

Простоєм системи назвемо стан, при якому ПК не виконує жодної задачі користувача.

Розділимо програмні додатки на групи щодо навантаження на комп'ютерну систему і, відповідно, впливу на температуру компонентів ПК:

1) незначне навантаження (музичні додатки, офісні додатки, читання/запис);

2) середнє навантаження (тимчасове копіювання, відеододаток, невимогливі щодо ресурсів системи відеоігри);

3) значне навантаження (постійне копіювання, дефрагментація диску, складні обчислення, паралельне виконання декількох додатків).

Не всі компоненти ПК мають вбудовані температурні давачі. Існують також ситуації, при яких вбудовані температурні давачі показують оптимальну температуру елементів компонента ПК, на яких вони встановлені, в той час, як температура інших, чуттєвих до температури елементів, є неоптимальною або критичною. Тому, існує необхідність у вимірюванні температури не тільки за допомогою вбудованих давачів, а й за допомогою зовнішніх давачів температури. Зміна режимів навантаження компонентів ПК або конфігурації системи є причинами зміни температур. Для виявлення змін температур при зміні умов функціонування (режимів навантаження і зміні розташування) проведемо експерименти з жорстким диском Seagate.

Дослідження і аналіз зміни температур жорсткого диску Seagate при різних умовах функціювання

Більшість сучасних жорстких дисків мають вбудований температурний давач, дані з якого можна отримати за допомогою технології S.M.A.R.T. Скористаємось його даними при експериментах, а також встановимо на поверхню жорсткого диску зовнішні температурні давачі. На поверхні жорсткого диску оберемо наступні місця для встановлення зовнішніх температурних давачів (рис. 1): 1 – шина даних; 2 – центральний процесор мікропроцесорної плати; 3 – двигун диску даних; 4 – диск даних; 5 – мікропроцесорна плата (зверху); 6 – двигун (зверху); 7 – диск даних (зверху). Температура навколишнього середовища у всіх експериментах коливається у межах 21 – 22°C. Температура всередині системного блоку у всіх експериментах коливається у межах 24–26 °C (24 °C при простої, 25–26 °C при значному навантаженні).

Рис. 1. Розміщення зовнішніх температурних давачів на поверхні жорсткого диску

Проведемо експерименти над жорстким диском:

1) жорсткий диск розміщується ззовні системного блоку. Єдиним джерелом охолодження є температура навколишнього середовища. При переході з режиму простою до режиму навантаження найбільше зростання температури спостерігалось на: центральному процесорі (4 – 5 °С), двигуні (2 – 3°С), диску даних (2 – 3°С), центральному процесорі – зверху (3 – 4°С). Зростання температури на інших місцях встановлення давачів становило близько 1°С;

2) експерименти, при яких жорсткий диск знаходиться всередині системного блоку. Джерелом охолодження є повітряні потоки. Вплив джерел тепла незначний в зв'язку з їх віддаленим розташуванням. Температури при переході з режиму простою до режиму навантаження по всій поверхні зростають на 3 – 4°С. Проте, зростання температур у найгарячіших місцях (центральний процесор, двигун, диск даних) є нижчим, у порівнянні з попередніми експериментами, що пояснюється впливом повітряних потоків, які усереднюють загальну температуру і знижують її. На верхній поверхні при переході з режиму простою до режиму навантаження спостерігається підвищення температури у порівнянні з попереднім експериментами, оскільки верхня поверхня охолоджується повітряними потоками гірше, ніж нижня. У режимі простою спостерігається нижча температура по всій поверхні у порівнянні з попередніми експериментами, не дивлячись на те, що температура системного блоку є вищою за температуру навколишнього середовища. Це пояснюється тим, що у системному блоці є повітряні потоки, а отже, краще охолодження;

3) експерименти, при яких жорсткий диск знаходиться всередині системного блоку. Джерелом охолодження є повітряні потоки. Вплив джерел теплоти є значним, оскільки їх розташування близьке до жорсткого диску. У експерименті у якості джерел тепла застосовувались CD-ROM зверху і дисковод 3,5" знизу. Температура по всій поверхні у режимі простою у даних експериментах перевищує температуру у режимі навантаження у попередніх експериментах. У режимі переходу від простою до навантаження температура досягає значень 40 – 44 °С, не дивлячись на те, що дисковод 3,5" не є джерелом тепла, оскільки не навантажений.

Проведені експериментальні дослідження з використанням кулера жорсткого диску показали, що температура жорсткого диску утримується у межах 24 – 27 °С, що на порядок нижче, ніж у всіх попередніх експериментах, які проводились без кулера жорсткого диску. Навантаження призводить до підвищення температури на 2 – 3°С, тобто температура залишається оптимальною. Проте, при наявності джерел тепла (CD-ROM зверху, жорсткий диск знизу) у режимі навантаження температура жорсткого диску може досягати 39 – 40 °С і вище. На основі аналізу експериментальних даних з метою виявлення причин змін температури під впливом різних факторів створимо причинно-наслідкову таблицю (табл. 1) температур жорсткого диску.

Таблиця 1

Причинно-наслідкова таблиця змін температур жорстких дисків

Причини (умови)	Наслідки	Прогнози
Жорсткий диск Seagate. Знаходження – всередині системного блоку. Джерела охолодження – повітряні потоки. Джерела тепла – відсутні. Режим – перехід від простою до навантаження.	Підвищення температури по всій поверхні. Найбільше підвищення – на всій верхній поверхні жорсткого диску і на центральному процесорі.	Температура буде зростати по всій поверхні на протязі 80 – 100 хвилин, після чого стабілізується. Температура на верхній поверхні зросте на 4–5°С, на нижній 2–3 °С. Температура центрального процесора збільшиться на 4°С. Температура вбудованого давача зросте на 2 – 4 °С на протязі 60 – 80 хвилин.
…	…	…

Таблиця 2

Результати досліджень температур жорстких дисків Seagate, Western Digital, Samsung при різних умовах функціонування

№	Режим	Виробник	№ температурного давача															
			1		2		3		4		5		6		7		SMART	
			min	max	min	max	Min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1	Простій	Seagate	26,2	28,3	34,2	36	31	32,1	28,5	30,2	26,7	27,2	28,9	30	29,5	30,1	30	31
		WD	24,3	25,2	33,1	33,5	31,4	32,3	28,8	29,7	27,4	28,3	29,1	30,1	29,3	30,2	31	32
		Samsung	21,5	21,8	32,9	33,6	32,5	33,6	29,2	30,2	28,4	30	29,7	30,2	29,6	29,9	32	32
	Середнє навантаження	Seagate	26,5	28,4	34,7	37,1	31,3	32,8	29,1	30,7	27,3	28,5	29,4	30,3	29,4	30,3	32	32
		WD	23,3	24,3	33,8	35,2	32,5	33	29,4	30,5	28,4	29,4	29,8	30,5	29,8	31,1	32	33
		Samsung	21,7	22,8	33,3	34,6	32,8	34,2	29,8	30,3	29,5	30,6	30,1	30,7	29,5	30,4	33	34
	Значне навантаження	Seagate	28	29,6	39,1	39,9	34,2	34,8	32,8	33,2	30,5	30,7	31,3	31,7	31,4	31,7	37	38
		WD	24,3	25,2	38,2	38,6	34,7	35,6	32,3	32,8	30,6	30,9	31,4	31,9	31,6	31,9	37	37
		Samsung	22,8	23,2	37,3	38	35,4	36,2	31,7	32,4	29,9	31,2	32,4	32,8	32,1	32,3	36	38
2	Простій	Seagate	24,3	25,2	29,5	31,6	28,5	30,2	27,5	29,2	27,2	28,7	29	30,1	27,5	28,1	28	29
		WD	24,4	24,7	30,1	32	29,5	30,9	28,4	29,7	28,2	29,2	29,1	30	28,9	28,9	28	29
		Samsung	24,3	24,8	31,7	32,3	32,1	32,9	30,5	31	29,3	29,9	29,3	29,7	29,9	30,2	30	30
	Середнє навантаження	Seagate	24,6	25,6	29,4	32,1	29	30,7	28,1	30,3	27,8	28,9	28,9	30,6	27,8	28,8	29	30
		WD	24,5	25,4	30,5	32,4	30,5	31,5	29,4	30,9	28,5	29,4	29,5	30,4	28,9	29,7	30	30
		Samsung	24,5	25,3	32,1	32,9	32,7	33,5	30,9	31,6	29,4	29,9	30,2	30,2	30,1	30,6	30	31
	Значне навантаження	Seagate	27,9	28,8	34,1	35,5	31,5	33,2	30,7	32	32,7	34,3	32,5	34,2	30,5	32,1	31	32
		WD	27,5	28,2	35,4	36,5	32,4	34,4	31,4	33,2	33,1	33,6	32,8	33,9	31,9	32,9	32	33
		Samsung	27,2	27,6	36,8	38,1	35,8	36,2	33,9	34,5	33,5	33,8	33,2	33,6	34,1	34,3	36	38
3	Простій	Seagate	31,3	31,8	38,8	39,9	34,6	35,5	34,5	34,9	34,3	34,8	34,7	35,3	34,3	34,7	34	35
		WD	29,2	29,5	36,5	37,1	35,6	36,4	34,9	35,5	34,4	34,9	35,6	36,2	34,9	35,8	35	35
		Samsung	27,5	27,7	35,3	36	37,5	38,3	35,4	35,9	34,3	34,8	37	37,2	36,9	37,2	35	36
	Середнє навантаження	Seagate	31,7	32,3	38,6	40,2	35	35,8	34,8	35,7	34,8	35,4	35,3	35,9	34,6	35,4	36	36
		WD	28,6	29,6	36,6	37,7	35,8	36,5	35,2	35,9	34,9	35,5	36,2	36,5	35,2	36,4	36	37
		Samsung	27,7	28	35,6	36,3	37,7	38,8	35,7	36,5	34,8	35,6	37,3	37,6	37,2	37,5	36	37
	Значне навантаження	Seagate	33,6	35,3	**42,9**	**44,1**	36,4	38	35,5	36,8	38,1	39,7	38,6	39,9	38,4	39,5	**40**	**41**
		WD	32,2	32,8	**42,4**	**42,9**	**40,3**	**41,4**	38,5	39,7	38,9	**40,1**	**40,7**	**41,4**	**40,4**	**40,8**	**40**	**42**
		Samsung	31,3	32,1	**42**	**43,2**	**44,4**	**44,8**	**41,1**	**42,3**	**40,1**	**40,6**	**43**	**43,4**	**43,1**	**43,4**	**42**	**44**

Вона містить множину причин або умов (розташування, навантаження та ін.), множину наслідків, які виникли в зв'язку з множиною причин (оптимальна температура, неоптимальна температура, перегрівання та ін.), множину прогнозів щодо майбутніх температур компонентів ПК при вказаних множинах причин (температура залишиться стабільною, температура підвищиться на M градусів за час T, температура знизиться на M градусів за час T).

Результати проведених досліджень з жорсткими дисками інших виробників представлені у табл. 2.

Виробники програмного забезпечення контролю стану жорстких дисків зазначають, що робоча температура жорсткого диску має бути не більше 35 – 40°C [9]. Підвищення температури лише на 5 – 10°C веде до зниження його надійності більш, ніж у 2 рази, що може спричинити втрату даних. Як зазначається у роботі [10], підвищення температури жорсткого диску прямо пропорційне до кількості помилок жорсткого диску. Зростання температури жорсткого диску на 5°C від оптимальної призводить до зростання кількості помилок жорсткого диску на 10 – 15%. Функціювання жорсткого диску при високих температурах на протязі 30 – 60 днів призводить до механічної деформації рухомих частин жорсткого диску, що є причиною виходу його з ладу.

Висновки

У процесі експериментальних досліджень температурних режимів жорстких дисків різних виробників виявлено їх причинно-наслідкові зв'язки з умовами функціювання та виконуваними програмними додатками. Вбудовані температурні давачі, які використовуються технологією S.M.A.R.T. не завжди відображають реальну температуру елементів, на яких вони встановлені. При підвищенні температури центрального процесора жорсткого диску Seagate до 44°C температурний давач S.M.A.R.T. показує 40°C.

Отже, в зв'язку з виявленою тенденцією взаємовпливів умов функціювання та температурних режимів компонентів ПК, необхідно провести подальші дослідження для розроблення рекомендацій щодо забезпечення оптимальних режимів функціювання ПК.

Література

1. Michael Karbo. PC Architecture [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.karbosguide.com/books/pcarchitecture/chapter27.htm.

2. Advanced Configuration & Power Interface. – [Електрон. ресурс] Режим доступу: http://www.acpi.info/.

3. Sander Sassen. Intel's BTX form factor, what to expect. – [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.hardwareanalysis.com/content/article/1763/.

4. Balanced Technology Extended (BTX) Interface Specification – V. 1.0 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http:// www.formfactors.org.

5. ATX Specification – Version 2.2 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http:// www.formfactors.org.

6. ATX Thermal Design Suggestions – V. 1.0 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.formfactors.org.

7. CPUCool Software [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http:// www.cpu-cool.de/.

8. SpeedFan Software [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: - http:// www.almico.com/speedfan.php.

9. HDD Temperature™ software. – [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http:// www.hddtemp.com.

10. Gary Herbst. Hitachi's Drive-TIP helps ensure high drive reliability. Hitachi Global Storage Technologies [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.hitachigst.com.

Надійшла до редакції 30.01.2007

Рецензент: канд. техн. наук, доцент О.С. Савенко, Хмельницький національний університет, Хмельницький.