

THE ADVANTAGES OF MULTI-LEVEL CELL MEMORY WHEN WORKING WITH MODERN COMPUTERS

Abstract: The resource of modern computers is quite good with one very important exception – HDD with spinning discs. The traditional spinning hard disk is the primary non-volatile information carrier. The SSD has the same functions as the hard drive but there the information is stored on linked chips of flash memory, protecting data even in cases of no electrical supply.

Author information:

Tsvetoslav Tsankov
Assoc. prof. Eng., PhD
Faculty of Technical Sciences
at Konstantin Preslavsky – University of Shumen
✉ c.cankov@shu.bg
🌐 Bulgaria

Keywords:
Access time, IOPS, MLC, NAND flash,
SLC, SMART, SSD.

Ekaterina Konstantinova
Student
Faculty of Technical Sciences
at Konstantin Preslavsky – University of Shumen
✉ katminkova2@gmail.com
🌐 Bulgaria

1. Въведение

Съвременните операционни системи имат много тежки изисквания към бързодействието на запаметяващото устройство. Традиционния въртящ се твърд диск е основен енергонезависим информационен носител в компютъра. Информацията на него не изчезва когато се изключи системата.

Преди няколко години на пазара се появява нова технология, която предлага не просто увеличение, а драматичен скок в бързодействието на компютрите. Тя се нарича Solid-state drive (SSD). SSD има функциите като на твърд диск, но информацията се съхранява във взаимно свързани чипове флаш памет, които пазят информацията дори когато няма захранване. Тези флаш чипове са различни от USB флаш паметите и обикновено са по-бързи и по-надеждни.

HDD използва набор от една или повече дискови плочи около общ шпиндел, наричани дисков пакет. Всяка плоча е покрита с магнитен слой, върху който информацията се записва и четете от магнитна глава. Данните се записват върху концентрични окръжности – писти, които се номерират за всяка плоча поотделно, като се започва от най-външната към най-вътрешната. Най-добра скорост на четене и запис има в близост до периферията на дисковете, а намалява при записи към оста.

Освен ниската производителност, работата на HDD е шумна и има вибрации. Много са уязвими от преместване и сътресения по време на работа, а смъртоносни за тях могат да бъдат и

ниските температури. Оста на шпиндела винаги трябва да е хоризонтална или вертикална, за да не възникват сили, които да повредят лагерите на самия вал. HDD в последните години са с много понижена надеждност, особено тези вградени в ноутбуците, които са изключително бавни [1], [4].

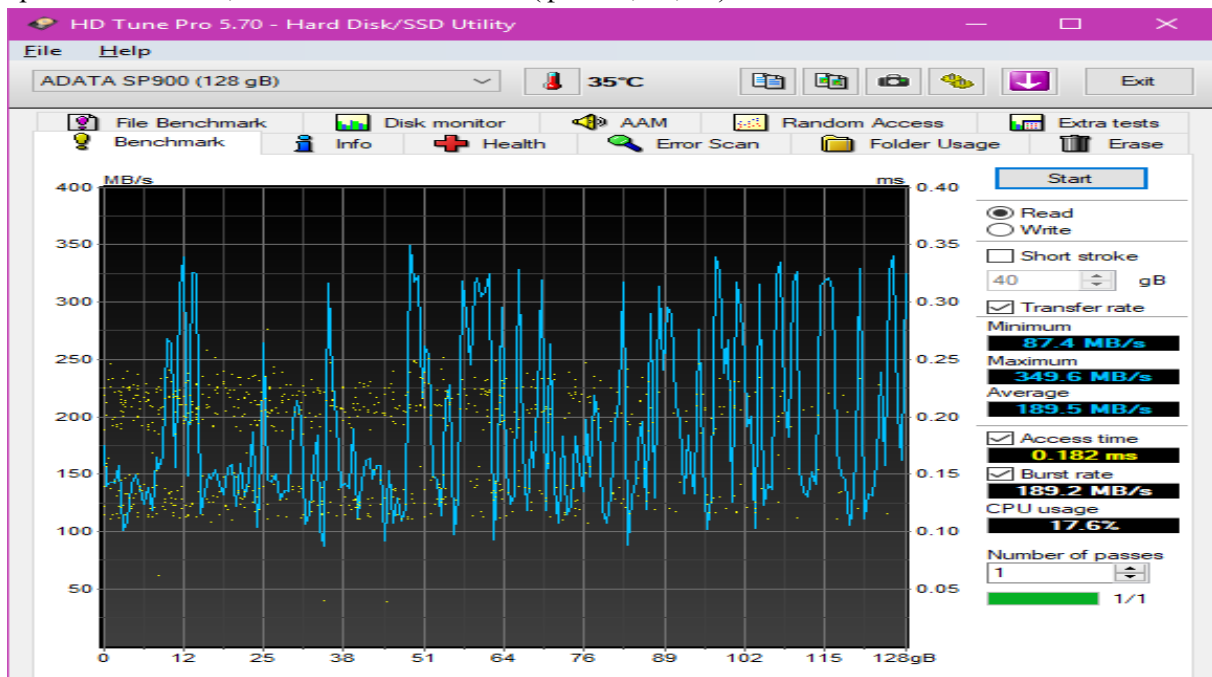
SSD работят най-добре от гледна точка на скорост, износоустойчивост, форма, шум, фрагментация – това са важните фактори. Те не фрагментират файловете, поради липсата на четящи глави, което означава, че информацията може да се съхранява навсякъде. По този начин SSD са много по-бързи.

2. Необходимостта от преминаване от HDD към SSD

Безспорни са предимствата на полупроводниковите запаметяващи устройства SSD. Много от потребителите все още избягват закупуването на компютри със SSD, поради сравняването на техния капацитет с капацитета на HDD за същата цена. Обикновеният потребител съхранява големи обеми информация, като лични снимки и видео, любима музика, пиратски софтуер и кинофилми. При използването на компютър снабден само с твърд диск, потребителите трябва да се примирят със бавното зареждане на операционна система и друг софтуер. Често поради максимална заетост на твърдия диск, компютъра „замръзва“ и трябва да се изчака, за да се освободи този негов ресурс.

Голямо е разнообразието от системен софтуер, който може да е вграден в операционната система или да се инсталира допълнително. Най-важното при тестовете разбира се е независимото съдийско решение при оценяването на резултатите. Използват се не само универсални мерни единици, но и ранг-фактори за конкретен софтуер.

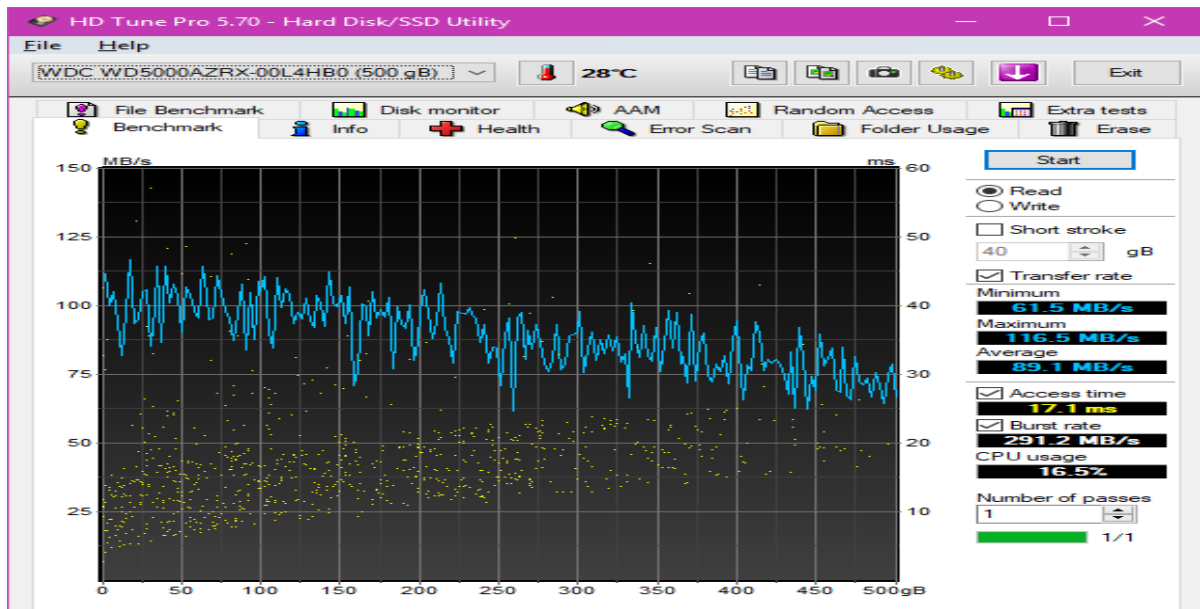
За провеждане на сравнителните изпитания се използва софтуерният продукт HD Tune Pro. Съпоставят се SSD и HDD, работещи на един компютър при едни и същи условия и компютър, работещ с HDD в масив RAID 0. Съревнованието се извършва при еднаква база за сравнение за SSD, HDD и масива RAID 0 (фиг. 1а, 1б, 1в).



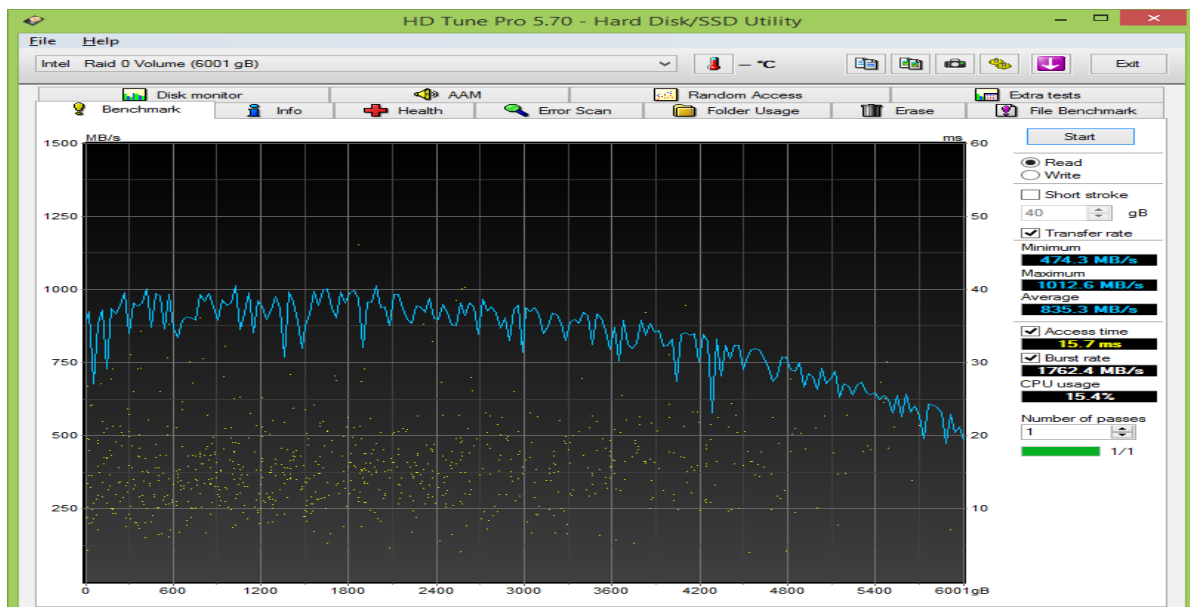
Фиг. 1а. База за сравнение при SSD

Скоростта на предаване на данни се измерва по цялата повърхност на диска или през избрания капацитет. Оста X показва позицията в гигабайти (GB). Оста Y показва скоростта на предаване в мегабайти в секунда (MB/s). Най-добрите резултати в дадения тест са от RAID 0.

SSD дава несравнимо предимство при средното време за достъп, което се измерва и се показва в милисекунди (ms). Измерените времена за достъп са показани на графиката като жълти точки.



Фиг. 16. База за сравнение при HDD



Фиг. 1в. База за сравнение при RAID 0

В HDD и RAID 0 твърди дискове плътността на данните във външните пътеки на твърдия диск е по-висока, отколкото при вътрешните пътеки. Четенето или запис на външните пътеки ще се извършва с по-висока скорост, защото скоростта на въртене на шпиндела е еднаква. Това може да се види в графиката на скоростта на трансфер, където скоростта е най-висока в началото

на теста и намалява към края на теста. Това не се отнася за SSD дискове и други носители за съхранение [2], [3].

Отличната върховна скорост (Burst rate) е при RAID 0. Върховната скорост е най-високата скорост (в мегабайти за секунда), при която данните могат да бъдат прехвърлени от интерфейса на устройството (IDE, SATA, SCSI, USB) към операционната система.

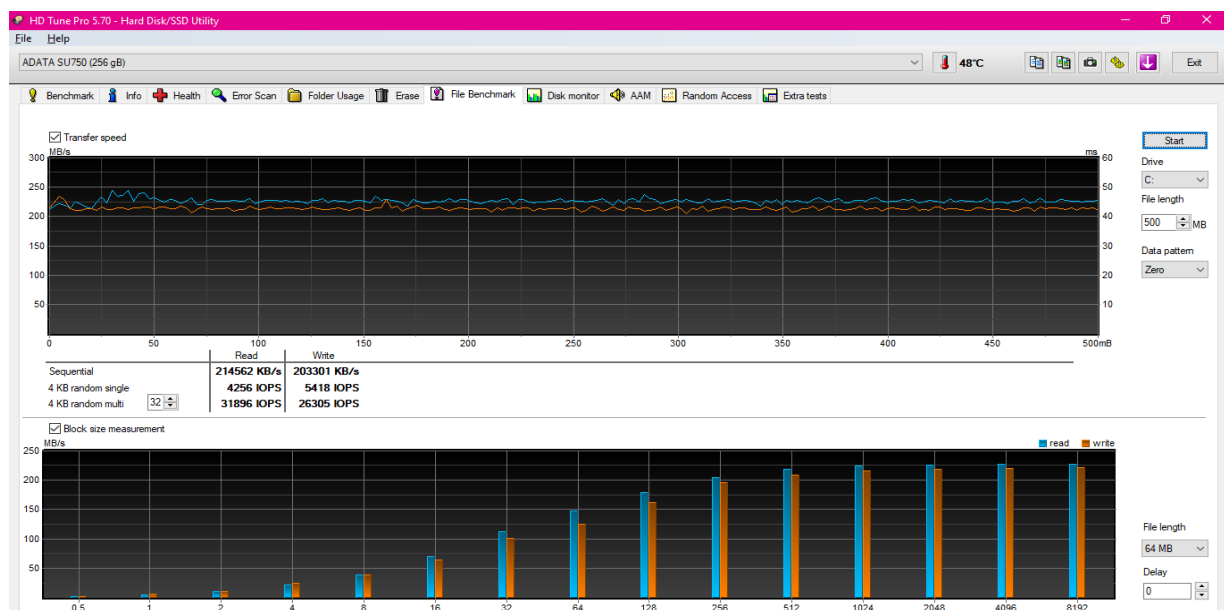
Параметърът CPU usage е приблизително равен и в трите случая и затова не подлежи на обсъждане относно целта на изследването. CPU usage показва колко време на процесора (в %) е необходимо на системата за прехвърляне на данни от твърдия диск.

Сега на пазара се предлагат преносими компютри с възможност за избор при една и съща крайна цена: например HDD с капацитет 1 TB или 128 GB SSD. Често пъти големият обем информация, която може да съхрани носителя на информация, подвежда потребителя. Съвременните тънки твърди дискове предлагат твърде незадоволителни характеристики, като изключим големия капацитет. Зареждането на операционна система например от такъв диск е твърде бавно. Като се има предвид, че SSD с голям обем е твърде скъп, препоръчително е при голям ъпгрейд на компютрите да се запазва стария HDD като втори диск, на който да се съхраняват големите обеми информация, т.к. в средностатистическия случай той е с обем 1 TB.

3. Надстройване на стар компютър с SSD

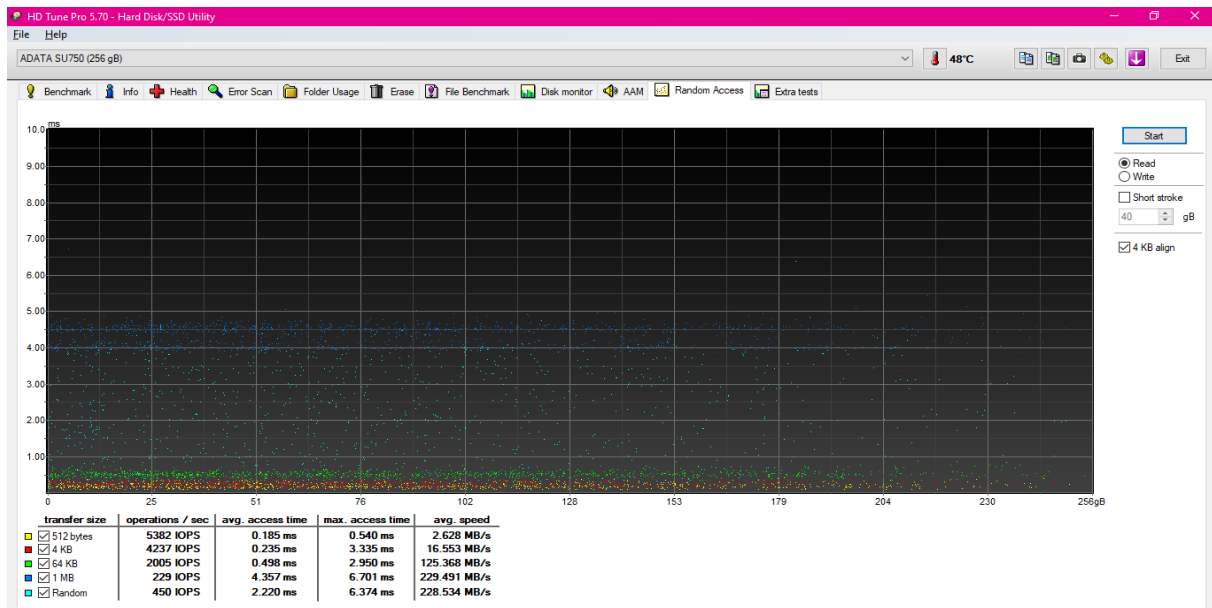
В експлоатация са все още много стари машини, които е оправдано да бъдат надградени с полупроводниково запаметяващо устройство. Невинаги за съжаление е възможно и преминаването към нова версия на операционната система, поради липса на драйвери за хардуера. До осмата година от излизането на модела, безпроблемно може да се направи надстройване със SSD и с нов Windows.

За пример е даден преносим компютър DELL, който е на 9 години и единственият проблем е по-бавният интерфейс SATA revision 2.0, позволяващ максимална скорост на трансфер от 300 MB/s. Високопроизводителните флаш-базирани запаметяващи устройства надвишават това ограничение, поради което се препоръчва използването им на машини със SATA revision 3.0, 600 MB/s. Въпреки тази препоръка, резултатите за работата на компютъра са много по-добри и от най-добрия твърд диск (фиг. 2).



Фиг. 2. База за сравнение при SSD на стар компютър

При работата с операционни системи, системен и приложен софтуер, не е достатъчно само изложеното предимство за високата скорост на трансфер и скоростта при различна големина на блоковете. Най-силната страна на полупроводниковите запаметяващи устройства е скоростта при случаен достъп. Забележително е средното време за достъп (фиг. 3).



Фиг. 3. Тест за произволен достъп

Многократно по-бързият произволен достъп дава основателна причина за своевременното надграждане на стария компютър. Много често грешно се тълкува икономическата обосновка на едно такова надграждане. В действителност неудобството, което се създава у потребителя, когато изчаква бавния твърд диск, няма как да получи парична стойност, за да се направи адекватна оценка за направените разходи.

4. Бъдещето на флаш паметите със заряд на много нива

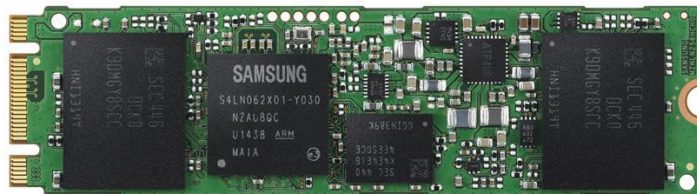
Производството на полупроводниковите запаметяващи устройства SSD има своите особености. Съществуват две технологии, които се използват за производство на NAND-флаш памети – SLC и MLC:

- SLC – single-level-cell – технология за производство на чипове с еднобитова технология за запис на данните. Това означава, че една клетка се използва за съхранение на един бит данни;
- MLC – multi-level-cell – технология със заряд на много нива. Това означава, че една клетка може да съхранява не един, а 4 бита данни (16 нива на заряд).

MLC технологията позволява достигането на много по-малки габаритни размери на запаметяващото устройство в сравнение със SLC. Ето защо в последните години SSD физически не е само с форм-фактора на HDD, а вече е във вид на малка платка с чипове, поставена в слот на дънната платка на компютъра. Това дава възможност при преносимите компютри да разполагаме с допълнителен твърд диск с въртящи плочи, който е на ниска цена и разполага с много голямо пространство за съхранение на информация.

За сравнителните тестове се използва преносим компютър от ново поколение, който е снабден с полупроводниково запаметяващо устройство SAMSUNG MZNLN128HAHQ-000L2 и допълнителен твърд диск Seagate Mobile ST1000LM035.

Полупроводниковото запаметяващо устройство SAMSUNG е с форм-фактор M.2, който е по-компактна реализация на SATA Express, допълнен с вътрешен интерфейс USB 3.0. Интерфейсът му е SATA 6 Gbit/s, а капацитета му е 128 GB (фиг. 4).



Фиг. 4. SSD SAMSUNG MZNLN128HAHQ

Твърдият диск Seagate Mobile ST1000LM035 (2,5") е бюджетен при цена малко над 80 лв. и е с капацитет 1 TB, кеш памет 128 MB и обороти на шпиндела 5400 rpm (фиг. 5, но без сравнение на съразмерност с фиг. 4) [5].

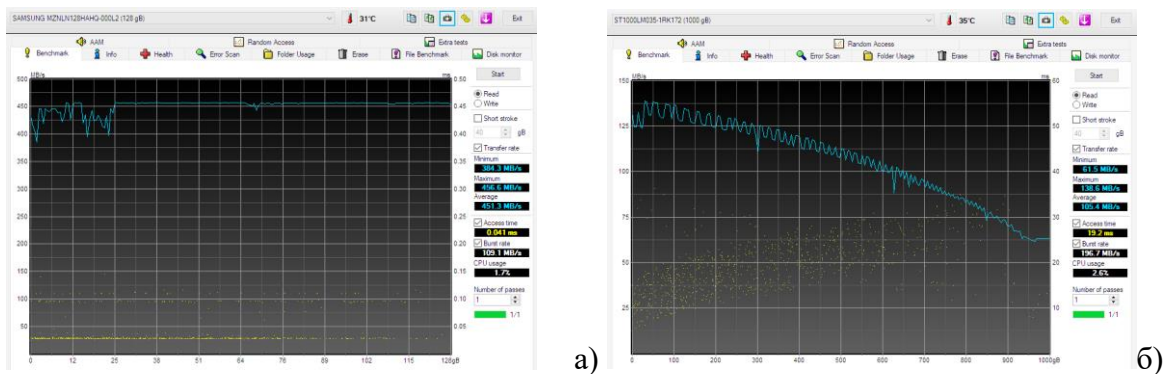


Фиг. 5. Seagate Mobile ST1000LM035

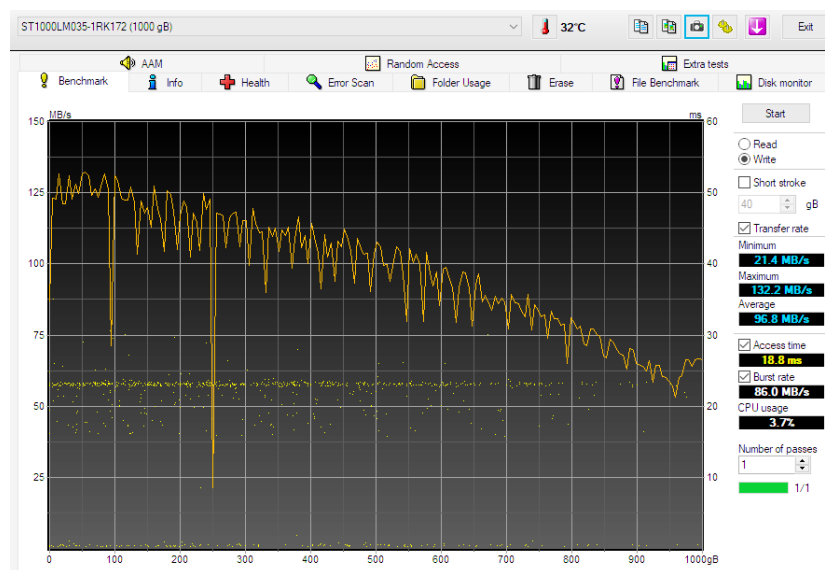
Съпоставят се SSD и HDD, работещи на един компютър, за да се спази необходимото при всички съревнования „спортсменство“. Първите тестове са на линейната скорост на четене (фиг. 6а и 6б). Забележителна е не само високата скорост на четене при SSD, но и това че тя е почти еднаква по целия обем.

Различната скорост в началото на SSD от фиг. 6а се дължи на 25 GB пространството, което е заето от операционната система, софтуер и документи. Не е така при HDD и разликата в скоростта на четене при външните и вътрешните писти е много голяма. Голяма разлика между началните и крайните писти при твърдите дискове се наблюдава и в скоростта на запис (фиг. 7).

Разликата в производителността между SSD и HDD се дължи в по-малка степен на разликите в линейните скорости и в по-голяма на времето за достъп.



Фиг. 6. Линейна скорост на четене на а) SSD и б) HDD



Фиг. 7. Линейна скорост на запис на HDD

Тестовите File Benchmark за четене и запис на файлове с голяма дължина отново са в полза, когато трябва да бъдат впечатлени потребителите, преди да направят своя избор между SSD и HDD като запамятаващо устройство за системата. Дори само скорост на последователно четене, която е почти четири пъти по-висока, може да наклони избора към SSD (фиг. 8а и 8б).



Фиг. 8. File Benchmark на а) SSD и б) HDD

Тестът за скорост на трансфер измерва три различни параметъра както за четене, така и за запис:

- последователна скорост;
- I/O операции на 4 KB блокове единично;
- I/O операции на 4 KB блокове с множество заявки.

Производителността за четене и запис на файлове към даденото запамятаващо устройство се измерва с различни размери на блока, вариращи от 0,5 KB до 8192 KB. Дължината на тестовите файлове може да бъде зададена, а за точни резултати е избран голям размер. Ако дължината на файла е твърде малка, твърдият диск може да кешира целия файл, при това ще се отчете скоростта на кеша, вместо производителността на твърдия диск [4], [7].

Benchmark е сравнителният тест, който дава информация и за времето за достъп, което е с най-голяма разлика при SSD и HDD [6].

На табл. 1 правят впечатление огромните разлики между двете запаметяващи устройства при допълнителните тестове.

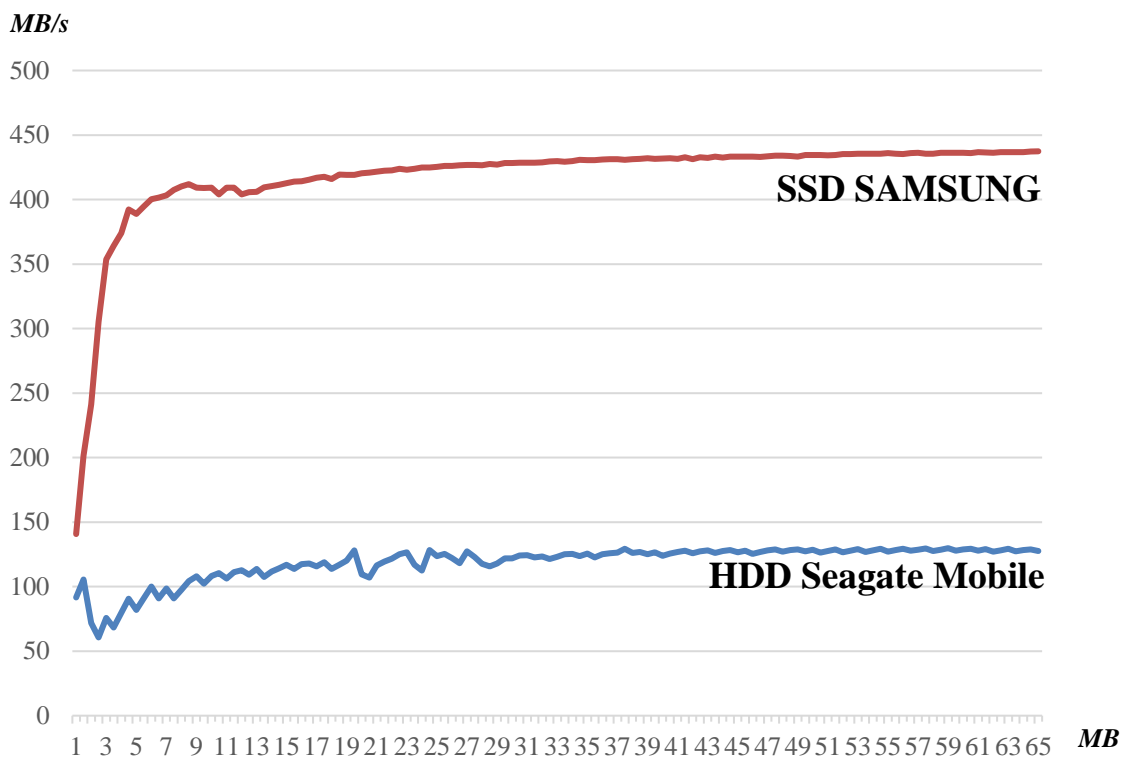
Таблица 1. Допълнителни тестове

	SAMSUNG MZNLN128HAHQ-000L2			ST1000LM035-1RK172		
	I/O	Време	Трансфер	I/O	Време	Трансфер
Random seek	25885 IOPS	0,039 ms	12,639 MB/s	48 IOPS	20,907 ms	0,023 MB/s
Random seek 4 KB	21289 IOPS	0,047 ms	83,162 MB/s	50 IOPS	19,815 ms	0,197 MB/s
Butterfly seek	25325 IOPS	0,039 ms	12,366 MB/s	47 IOPS	21,501 ms	0,023 MB/s
Random seek size 64 KB	14023 IOPS	0,071 ms	215,620 MB/s	51 IOPS	19,677 ms	0,781 MB/s
Random seek size 8 MB	126 IOPS	7,936 ms	510,965 MB/s	14 IOPS	71,338 ms	56,841 MB/s
Sequential outer	7070 IOPS	0,141 ms	441,887 MB/s	2140 IOPS	0,467 ms	133,722 MB/s
Sequential middle	7213 IOPS	0,139 ms	450,801 MB/s	1749 IOPS	0,572 ms	109,302 MB/s
Sequential inner	7199 IOPS	0,139 ms	449,950 MB/s	972 IOPS	1,029 ms	60,758 MB/s
Burst rate	1726 IOPS	0,579 ms	107,881 MB/s	2090 IOPS	0,478 ms	130,639 MB/s

Допълнителни тестове са както следва:

- Random seek – извършва операции с произволно търсене по цялата повърхност на диска;
- Random seek 4 KB – извършва операции с произволно търсене и 4 KB прочитания по повърхността на диска;
- Butterfly seek – извършва операции за търсене, преминавайки от външните писти към вътрешните и обратно;
- Random seek (size 64 KB, size 8 MB) – изпълнява произволни операции четене/запис с произволен размер на блока (макс. 64 KB и 8 MB);
- Sequential outer, Sequential middle, Sequential inner – измерва скоростта на трансфер съответно при външните, средните и вътрешните писти, трите теста са с еднакви стойности на трите параметъра за SSD;
- Burst rate – измерва най-високата възможна скорост на предаване между устройството и интерфейса.

Скоростта на прехвърляне от буфера на устройството може да се проследи с тест на кеша (фиг. 9).



Фиг. 9. Скорост на прехвърляне от буфера на устройството

Заклучение

Необходимостта от бързи запамятаващи устройства задължава потребителите да враждат полупроводниковите запамятаващи устройства SSD в своите компютри. SSD позволяват достатъчно високи скорости на четене и запис. Благодарение на това съвременните операционни системи могат да стартират без характерното за HDD забавяне, с лекота да достъпват произволни услуги и приложения.

Основно в днешно време е, че SSD е предпочитан за добавяне към компютрите като системен, а болшинството от документите, мултимедийно съдържание и архиви на системата се разполагат на класически твърд диск с голям капацитет.

Много са предимствата на SSD, но съвсем малка част от тях могат да се разберат пряко от обикновените потребители. Ето защо следва да се препоръчва използването на тези запамятаващи устройства с най-важния параметър – скоростта на четене.

References:

1. Trifonov, T., 2014. Performance analysis of a mobile computer equipped with solid state disk. Annual of Konstantin Preslavski University of Shumen, ISSN 1311-834X, pp. 27-42.
2. Vasilev, V., Yankova-Yordanova, Y., 2016. Gradation from HDD to SSD. Scientific conference MATTEH 2016, Shumen, ISSN 1314-3921.
3. HD Tune Pro manual version 5.70, EFD Software, 2017.
4. URL: <https://www.anandtech.com/show/2738>
5. URL: <http://www.harddrivebenchmark.net/>
6. URL: <https://www.incom.de/en/storage/>
7. URL: https://www.storagereview.com/ssd_reference_guide