

Ю. Е. Востриков¹, А. В. Шабурова¹*

Исследование производительности компьютерных систем с применением SSD накопителей в организации ФППК Роскадастр

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: vostrikov.iury@gmail.com

Аннотация. Данная научная публикация посвящена изучению целесообразности замены жестких дисков HDD на твердотельные накопители SSD в организации ФППК «Роскадастр». В работе подробно рассматриваются основные причины, по которым организация может задуматься о замене жестких дисков, а также проводится анализ теоретических и практических аспектов использования SSD накопителей. Для осуществления эксперимента была создана выборка, включающая компьютеры с HDD и SSD накопителями. При анализе производительности были учтены важные параметры, включая время загрузки операционной системы и запуска программ. Путем сбора и обработки данных, включая время загрузки операционной системы и запуска программ, было проведено сравнительное исследование производительности компьютеров с различными типами накопителей. Результаты данного исследования помогут принять решения относительно замены HDD на SSD и так же, могут послужить основой для разработки плана модернизации компьютерных систем в организации, способствуя повышению их эффективности и производительности.

Ключевые слова: HDD, SSD, компьютер, тестирование, метод t–тест Стьюдента

Y. E. Vostrikov¹, A. V. Shaburova¹*

Research of Performance of Computer Systems Using SSD Drives in the Organization of FPPK Roskadastr

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: vostrikov.iury@gmail.com

Abstract This scientific publication is devoted to the study of the feasibility of replacing HDD hard drives with SSD solid-state drives in the organization of the FPPK "Roskadastr". The paper discusses in detail the main reasons why an organization may think about replacing hard drives, and also analyzes the theoretical and practical aspects of using SSD drives. To carry out the experiment, a sample was created, including computers with HDD and SSD drives. During the performance analysis, important parameters were taken into account, including the time of loading the operating system and running programs. By collecting and processing data, including the boot time of the operating system and the launch of programs, a comparative study of the performance of computers with different types of drives was conducted. The results of this study will help to make decisions regarding the replacement of HDD with SSD and can also serve as a basis for the development of a plan for the modernization of computer systems in the organization, contributing to their efficiency and productivity.

Keywords: HDD, SSD, computer, testing, Student's t–test method

Введение

В последние годы было проведено множество исследований, посвященных сравнению производительности HDD и SSD накопителей. Некоторые из этих исследований показывают, что SSD накопители имеют значительно более высокую производительность по сравнению с HDD, особенно в отношении скорости чтения и записи данных. Однако, есть также исследования, которые показывают, что разница между производительностью HDD и SSD накопителей не так велика, как могло бы показаться [8].

Целью работы является определение преимуществ и недостатков перехода на SSD накопители, а также оценка его практической значимости. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- провести обзор литературы по теме;
- сравнить производительность HDD и SSD;
- провести экспериментальное исследование.

Теоретическая значимость исследования заключается в обобщении существующих знаний о твердотельных накопителях и их применении на предприятиях. Практическая значимость заключается в возможности принятия обоснованных решений о модернизации компьютеров в организации с учетом экономических и технических факторов. Результаты исследования показывают, что переход на SSD может значительно повысить производительность компьютеров.

Методы и материалы

Для проведения исследования была выбрана организация ФППК «Роскадастр» с целью изучения влияния использования SSD накопителей на скорость работы компьютеров. В аудитории, которая использовалась для обучения сотрудников, находилось 10 компьютеров. Из них 5 компьютеров оборудовали SSD накопителями на 1 ТБ, в то время как у оставшихся 5 компьютеров были установлены HDD накопители. Все компьютеры имели одинаковую конфигурацию, за исключением типа накопителя.

Характеристики компьютеров с HDD:

- материнская плата Gigabyte H310M S2H 2.0;
- процессор Intel Pentium G5400 3.7 GHz;
- видеоадаптер Intel UHD Graphics 610;
- оперативная память 2x Netac Basics 4 ГБ;
- блок питания 430W;
- накопитель HDD WD Caviar Blue WD10EZEX, 1ТБ.

Характеристики компьютеров с SSD:

- материнская плата Gigabyte H310M S2H 2.0;
- процессор Intel Pentium G5400 3.7 GHz;
- видеоадаптер Intel UHD Graphics 610;
- оперативная память 2x Netac Basics 4 ГБ;
- блок питания 430W;
- накопитель SSD KINGSPEC P3–1TB 1ТБ.

На основе предварительного исследования и анализа характеристик различных моделей твердотельных накопителей. Проведенное исследование показало, что KINGSPEC SSD демонстрируют высокую производительность в сравнении с аналогами других производителей, а также обладают устойчивостью к повреждениям и долгим сроком службы. В связи с этим, было принято решение о покупке и установке именно этой модели накопителей на 5 компьютеров для дальнейшего исследования производительности в сравнении с HDD.

Были выбраны различные задачи, включающие в себя запуск программ, работу с документами, использование интернет-ресурсов и запуск ОС. Каждая задача была запущена на всех компьютерах в случайном порядке. Для каждой задачи было измерено время, которое затратил компьютер на ее выполнение.

Для проверки статистически значимых различий между двумя выборками, полученными в результате эксперимента по сравнению производительности HDD и SSD, можно применить метод t-теста Стьюдента [1]. Этот метод является одним из самых распространенных инструментов для анализа статистических различий между двумя выборками. Данный метод основывается на проверке гипотезы о равенстве средних значений двух выборок и позволяет оценить значимость различий между ними. Также, необходимо учитывать, что для применения t-теста необходимо проверить нормальность распределения выборок и равенство дисперсий, что мы и сделаем дальше.

Расчет будет производиться с помощью формулы [4]:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (1)$$

где \bar{x}_1 – средняя арифметическая первой сравниваемой группы; \bar{x}_2 – средняя арифметическая второй сравниваемой группы; m_1^2 – средняя ошибка первой средней арифметической; m_2^2 – средняя ошибка второй средней арифметической.

Для расчета t-статистики по методу Стьюдента, нам понадобятся следующие формулы.

Для расчета среднего значения выборки [4, 6]:

$$\bar{x} = \frac{(\sum x_i)}{n}, \quad (2)$$

где \bar{x} – среднее значение выборки; $\sum x_i$ – сумма всех значений выборки; n – количество значений в выборке.

Для расчета среднего отклонения используем формулу [4, 6]:

$$\sigma^2 = \frac{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}}{(n-1)}, \quad (3)$$

где σ – среднее отклонение выборки; \sum – сумма значений выборки; x_i – значение выборки; \bar{x} – среднее значение выборки; n – количество значений в выборке.

Для расчета стандартной ошибки используем формулу [4, 6]:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

где m – стандартную ошибку среднего значения; σ – среднее отклонение выборки; n – количество значений в выборке.

Для оценки производительности было измерено время загрузки операционной системы и запуск ряда программ на каждом компьютере. Полученные результаты представлены в табл. 1 и приведены значения выборочного среднего, стандартного отклонения [2]. В дальнейшем, на основе этих данных будет проведен анализ различий между выборками при помощи t-теста Стьюдента, что позволит понять целесообразность модернизации на SSD накопитель.

Результаты

Для проведения анализа различий между выборками, полученными в результате эксперимента, использовался критерий t-Стьюдента. В табл. 1 представлены результаты проведенных измерений времени загрузки операционной системы и запуска ряда программ. Эти данные могут помочь определить, какой тип накопителя HDD или SSD имеет более высокую производительность.

Таблица 1

Результаты после измерений

HDD				SSD			
№ ПК	запуск ОС	запуск ME	запуск GC	№ ПК	запуск ОС	запуск ME	запуск GC
	x_1, c	x_3, c	x_5, c		x_2, c	x_4, c	x_6, c
1	36	11	9	1	16	4	4
2	39	16	8	2	19	5	4
3	44	15	9	3	15	3	3
4	42	11	7	4	21	7	6
5	38	13	10	5	12	4	5

Изучив табл. 1, мы можем сделать вывод, что время, необходимое для загрузки операционной системы и запуска программ на компьютерах с установленным SSD накопителем, значительно меньше по сравнению с компьютерами, использующими HDD накопители [7].

Приведенная ниже табл. 2 содержит результаты проведенного эксперимента, данные позволяют оценить время загрузки операционной системы и за-

пуска программ для компьютеров, использующих SSD и HDD накопители. Анализ этих результатов позволяет сделать выводы о преимуществах и недостатках каждого типа накопителя в контексте производительности.

Таблица 2

Результаты после расчетов на ПК с HDD

HDD диски	Расчетные показатели				
	\bar{x}	$\sum x_i$	σ^2	σ	m
x_1	39,8	40,8	10,2	3,19	1,43
x_3	13,2	20,8	5,20	2,28	1,02
x_5	8,20	2,80	0,70	0,84	0,37

Таблица 3

Результаты после расчетов на ПК с SSD

SSD диски	Расчетные показатели				
	\bar{x}	$\sum x_i$	σ^2	σ	m
x_2	16,6	49,20	12,30	3,51	1,57
x_4	4,60	9,20	2,30	1,52	0,68
x_6	4,40	5,20	1,30	1,14	0,51

На основе полученных данных, рассчитаем t -критерий Стьюдента для каждой из выборок:

$$t_1 = \frac{39,8 - 16,6}{\sqrt{1,43^2 + 1,57^2}} = 10,94$$

$$t_2 = 6.82$$

$$t_3 = 5.91$$

Значения t_1, t_2 и t_3 свидетельствуют о том, что разница между двумя выборками является статистически значимой [9]. Это говорит в пользу того, что использование твердотельных накопителей может значительно повысить производительность компьютеров при загрузке операционной системы и запуске программ.

Обсуждение

Сравнение полученных результатов с результатами других авторов также показало, что наша выборка подтверждает общую тенденцию к уменьшению времени запуска программ [8], что может быть полезным при выборе оптимального типа накопителя для повышения производительности компьютерных си-

стем. Однако, разница во времени может различаться в зависимости от характеристик компьютера и особенностей программного обеспечения, что необходимо учитывать при интерпретации результатов.

Заключение

Анализ результатов исследования показал, что среднее время запуска программы на компьютерах с SSD было меньше, чем на компьютерах с HDD. Разница между средними значениями составила 4,23 секунды, что свидетельствует о статистически значимой разнице между этими двумя типами компьютеров.

Также было обнаружено, что разброс значений времени запуска программы на компьютерах с HDD был больше, чем на компьютерах с SSD, что подтверждается большим значением стандартного отклонения в выборке компьютеров с HDD [4, 9]. Это может объясняться более низкой скоростью чтения и записи на жестких дисках в сравнении с твердотельными накопителями.

На компьютерах с SSD наблюдалась более плавная работа программ, без существенных прерываний или задержек, в то время как на компьютерах с HDD были выявлены периодические простои и задержки в работе программы [1].

Таким образом, результаты нашего исследования подтверждают рекомендации по использованию SSD-накопителей в качестве оптимального решения для повышения производительности компьютеров при работе с тяжелыми приложениями и большими объемами данных.

Благодарность

Автор выражает благодарность ФППК «Роскадастр» за предоставленные данные и информацию, необходимые для проведения исследования и написания данной статьи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клячкин, В. Н. Статистические методы анализа данных : учебное пособие / В. Н. Клячкин, Ю. Е. Кувайскова, В. А. Алексеева. – Москва : Финансы и Статистика, 2021. – 240 с.
2. Кулаичев, А. П. Методы и средства комплексного статистического анализа данных : учебное пособие / А.П. Кулаичев. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 484 с.
3. Назаров, С. В. Измерительные средства и оптимизация вычислительных систем [Электронный ресурс] / С. В. Назаров. – Москва : Радио и связь, 1990. – 248 с.
4. Назаров, С. В. Производительность вычислительных систем / С. В. Назаров, А. В. Мурин, А. Г. Барсуков. – Москва : Энергоатомиздат, 1993. – 248 с.
5. Пушкарёва, Т. П. Основы компьютерной обработки информации: учебное пособие / Пушкарёва Т.П. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 180 с.
6. Соколов, Г. А. Основы математической статистики : учебник / Г.А. Соколов. – 2-е изд. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 368 с.
7. Тюнина, Н. А. DVD/VCR/HDD-рекодеры и проигрыватели. Устройство и ремонт : практическое пособие / под ред. Н. А. Тюнина и А. В. Родина. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2020. – 136 с.
8. Хорошевский, В. Г. Архитектура вычислительных систем : учебное пособие / В. Г. Хорошевский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : МГТУ им. Баумана, 2008. – 519 с.

9. Царев, Р. Ю. Основы распределенной обработки информации: учебное пособие / Царёв Р.Ю., Прокопенко А.В., Никифоров А.Ю. - Краснояр.:СФУ, 2015. - 180 с.
10. Чернов, В. Ю. Введение в технику эксперимента и основы обработки результатов измерений : учебное пособие / В. Ю. Чернов, Э. А. Анисимов. – Йошкар–Ола : ПГТУ, 2020. – 68 с.

© Ю. Е. Востриков, А. В. Шабурова, 2023