

А.И. Захаров, Г.А. Брякалов, П.И. Михайлова

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА ИТ-ОБОРУДОВАНИЯ
СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Решаются задачи анализа состава и технических возможностей средств обработки и хранения данных. Необходимость решения задачи анализа средств и возможностей системы хранения данных заключается в том, что, помимо сведений об ее структуре, возникает потребность оценки эксплуатационных возможностей системы хранения данных, учитываемых при проектировании и строительстве перспективных систем хранения. В этом случае особенно важно знать время передачи информации между центром обработки данных и системой хранения данных, время полного заполнения емкости хранилища данных и др.

Ключевые слова: система хранения данных, массив дисков, центр обработки данных.

A.I. Zakharov, G.A. Bryakalov, P.I. Mikhaylova

SOME ASPECTS ABOUT IT-HARDWARE ANALYSIS
OF DATA STORAGE SYSTEM

The article is devoted to solving the problem of compositional analysis and technological capability of processing equipment and data storage. The necessity of solving the problem of means and abilities data storage system analysis lies in such thing, that except its structure definition, reliability assessment of DSS components arises, which are based on projecting and building long range storage system. In this case most importantly is to know the time of information transfer between data processing centre and data storage system, the time of data storage full filling and so on.

Keywords: data storage system, disk array, data processing center.

Введение

Система хранения данных (СХД) предназначена для централизованного хранения, управления и надежной передачи данных по назначению. Система хранения данных является ключевым элементом центра обработки данных (ЦОД), с которым тесно взаимодействуют вычислительные средства, занятые обработкой информации [6].

Классическая система хранения данных включает в себя следующие компоненты [4; 8]:

1. *Устройства хранения данных:* дисковые массивы и ленточные накопители.
2. *Инфраструктуру доступа серверов к устройствам хранения данных.* В современных СХД для объединения компонент, как правило, используются высокопроизводительные информационные сети.
3. *Систему резервного копирования и архивирования данных.* Система предназначена для создания резервных копий и восстановления данных.
4. *Сети хранения данных.* Сети хранения данных строятся на основе высокоскоростных технологий и являются основой инфраструктуры СХД.
5. *Программное обеспечение систем хранения данных.* Программное обеспечение предназначено для повышения скорости и надежности доступа к данным в СХД.

Захаров А.И., Брякалов Г.А., Михайлова П.И. Некоторые аспекты анализа...

Методика решения задачи анализа средств и возможностей системы хранения данных

Содержательная постановка задачи

Решение задачи анализа средств и возможностей системы хранения данных заключается в оценке состава и структуры СХД и ее технических возможностей. На содержательном уровне постановку задачи можно сформулировать следующим образом:

1. Имеется некоторая система хранения данных.
2. Требуется разработать методику анализа СХД и определить ряд важнейших ее технических характеристик (например, количество и емкость магнитных дисков, время передачи данных, величину потребляемой электроэнергии и др.).

Постановка задачи

Дано:

1. Задана система хранения данных, например, гибридная СХД типа серии NetApp FAS52600 [7].

2. Объем данных, необходимый для передачи из ЦОДа в СХД.

Требуется:

1. Провести анализ состава ИТ-оборудования СХД типа серии NetApp FAS52600.
2. Провести анализ видов и количества системных затрат дисковой памяти.
3. Выполнить расчет реальной емкости дисковой памяти для СХД типа серии NetApp.
4. Для СХД типа NetApp определить занимаемую ею площадь и количество потребляемой электроэнергии.
5. Определить время передачи информации между ЦОДом и СХД.

Анализ состава ИТ-оборудования СХД типа серии NetApp FAS 52600

С целью повышения наглядности и удобства представления состава ИТ-оборудования СХД воспользуемся характеристиками СХД серии NetApp (таб.).

Состав и характеристики СХД серии NetApp FAS 52600

Состав	Характеристика
Максимальная емкость системы	120 Тбайт
Максимальное число дисков	120 шт.
Контроллерные конфигурации	4U/24 диска
Емкость диска SAS	1 Тбайт
Дисковые полки DS4246 (4U; 24 диска, 3,5", SAS)	5 шт.
Встроенный Flash Cache NetApp	1 Тбайт (на контроллер)
Пропускная способность канала передачи данных	Ethernet 50 Гбит/с

Анализ состава ИТ-оборудования СХД NetApp FAS 52600, взятой в качестве прототипа, показал, что состав и структура исследуемой системы могут быть подобны, а ее характеристики полностью соответствовать характеристикам серии NetApp, включая устройства хранения данных, инфраструктуру доступа к ним, систему резервного копирования и другие элементы.

Анализ видов и количества системных затрат дисковой памяти

В соответствии с особенностями управления дисками в СХД NetApp, для распараллеливания нагрузки на контроллеры общая масса дисков делится пополам, и каждая половина закрепляется за одним из контроллеров. На каждый контроллер приходится по 60 дисков, но при этом необходимо учитывать системные затраты дисковой памяти.

Итак, следует учитывать следующие виды затрат дисковой памяти.

Для размещения операционной системы (ОС) контроллеров резервируется по 3 диска на контроллер, т.е. остается уже 57 дисков ($60 - 3$).

В исследуемой системе СХД типа серии NetApp используется массив дисков типа RAID-DP; RAID (англ. Redundant Arrays of Independent Disks – «избыточный массив дисковых накопителей») – это технология виртуализации данных, которая объединяет несколько дисков в логический блок [2].

Под резервную замену дисководов (hot spare) отводится еще по 2 диска на контроллер, остается 55 дисков ($57 - 2$). Hot spare (резервная замена дисководов или «горячее резервирование») – наиболее важная особенность, которая обеспечивает RAID-контроллеру возможность для безостановочного обслуживания массива дисков с высокой степенью отказоустойчивости.

При использовании RAID-массивов имеют место системные затраты дисковой памяти.

В RAID-DP-группе 16 дисков, 14 из них хранят данные, а 2 – четность. Четность – это механизм подсчета целостности данных, реализованный посредством вычисления информации из блоков данных, записанных в массив. Информация о четности может быть использована для восстановления данных в случае сбоя диска. Тогда из 55 оставшихся дисков получится 3 полных группы по 16 дисков в каждой и одна неполная группа, состоящая из 7 дисков, из них: 5 – данные и 2 – четность.

Итого, для контроля четности используется всего 8 дисков, а на данные для одного контроллера остается 47 дисков ($55 - 8$). Тогда на всю систему хранения, включающую два контроллера, приходится 94 диска для хранения данных.

Расчет реальной емкости памяти массива дисков исследуемой СХД

Реальная емкость памяти массива дисков вычисляется с использованием характеристик исходной системы хранения данных (см. табл.).

Для расчета емкости дисковой памяти системы хранения используем формулу из [1; 5]:

$$Q_{\text{СХД}} = K_A \cdot Q_A, \quad (1)$$

где $Q_{\text{СХД}}$ – емкость дисковой памяти системы хранения; K_A – количество дисков системы хранения; Q_A – емкость памяти одного диска.

С учетом данных таблицы для формулы (1) получим емкость дисковой памяти

$$Q_{\text{СХД}} = 94 \times 1 = 94 \text{ Тбайт.}$$

Из емкости дисковой памяти системы хранения необходимо выделить емкости для резервирования данных.

Резерв памяти для механизма отслеживания всех дисковых блоков WAFL (англ. Write Anywhere File Layout – «файловая система с записью повсюду» или внутренняя высокопроизводительная файловая система) составляет 10% от емкости дисковой памяти $Q_{\text{СХД}}$, т.е. 9,4 Тбайт.

Захаров А.И., Брякалов Г.А., Михайлова П.И. Некоторые аспекты анализа...

Резерв под снимки системы хранения (снэпшоты) составляет 20% от $Q_{\text{СХД}}$, т.е. 18,8 Тбайт. Снэпшот можно рассматривать как копию неких данных в специально отведенной (резервной) области.

Тогда общая емкость резервирования памяти составит 30% от $Q_{\text{СХД}}$, т.е. 28,2 Тбайт.

В итоге за счет использования дисков для контроля четности считывания данных и общего резервирования реальная емкость дисковой памяти системы хранения составит лишь 65,8 Тбайт, т.е. $(94 - 28,2 = 65,8 \text{ Тбайт})$.

Из практики известно, что массив дисков, заполненный данными на 100%, не работает. Максимум заполняемости системы хранения данными лежит в районе 80% от ее емкости, что позволяет работать системе хранения еще нормально. Отсюда реальная рабочая емкость дисковой памяти $Q_{\text{раб}}$ для работы в режиме допустимой заполняемости СХД составляет лишь только, 52,64 Тбайт, т.е. 80% от 65,8 Тбайт.

Расчет площади помещения, занимаемого СХД

Анализируемая СХД конструктивно состоит из пяти полок по 24 диска в каждой, а габариты одной полки 465×480×170 мм (ширина, глубина, высота). При этом следует иметь в виду, что существующие промышленные стандарты четко регламентируют конструктивные размеры всех деталей промышленных изделий.

В ходе монтажных работ телекоммуникационное оборудование предпочтительно устанавливать на высоте не более 2 метров, так как это удобно с точки зрения эксплуатации оборудования, а также из соображений, что высота потолков в помещениях не всегда позволяет выполнить монтаж шкафов свыше величины 42U. Обозначение U – от английского слова unit или русское «юнит» – это единица измерения, указывающая на высоту шкафа или высоту оборудования. Один юнит равен 4,25 см, поэтому, если высота телекоммуникационного шкафа не должна быть выше 2,0 м, то он не должен быть по высоте выше 42U. Что касается высоты полки СХД, то она составляет, соответственно, $17/4,25 = 4U$.

Глубина шкафа определяется размером устанавливаемого в нем оборудования и прокладываемых кабелей. Согласно стандарту ТИА/EIA-942 она должна быть на 150 мм больше глубины монтируемого оборудования.

Расстояние между направляющими телекоммуникационного шкафа, куда вставляются полки, выбирается равным 19 дюймам, что согласуется с размерами активного и пассивного оборудования, имеющего стандартное 19-дюймовое крепление. Монтаж дисков удобно осуществлять на дисковых полках типа серии DS NetApp DS4246.

Емкость одного дискового накопителя колеблется в районе от одного до трех терабайтов (ТБ).

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что для монтажа оборудования СХД типа серии NetApp FAS52600 подойдет 19-дюймовый напольный шкаф TWT серии ЕСО высотой 36U. Его габариты 600×800×1530 мм и занимаемая площадь S равна

$$S = 0,6 \times 0,8 = 0,48 \text{ кв.м.}$$

Принимая во внимание, что минимальное свободное пространство вокруг стойки должно составлять $\approx 1,5$ м, а с учетом надлежащего воздухообмена увеличено еще на 60 см, то общая площадь под СХД с включением площади под сервер, помещения для оператора и размещения запчастей может достичь ≈ 10 кв.м.

Расчет количества электроэнергии, потребляемой СХД

Известно, что один диск типа SAS Seagate “ST3000NM0043” емкостью 1 Тбайт потребляет электроэнергию, равную 10,72 Вт [4]. Поскольку СХД содержит в себе 5 полок по 24 диска каждая, то суммарная потребляемая энергия будет равняться 1286,4 Вт. Вентиляторный модуль потребляет энергию, равную 39,6 Вт. Тогда общее потребление электроэнергии СХД типа серии NetApp FAS52600 с некоторым запасом составит 1400 Вт или 1,4 кВт.

Поскольку в настоящее время в составе IT-оборудования разных СХД применяется блочное электропитание, то для анализируемой СХД, аналогичной NetApp FAS52600, больше всего подходят блоки питания серии Aero Cool, линейка которой ACPS обладает тремя разновидностями мощности в 1600, 1800 и 2400 Вт. Эта линейка отличается достаточной мощностью, высокой надежностью, модернизированной системой охлаждения и долговечностью. С учетом необходимого запаса по мощности рекомендуется использовать блок питания мощностью в 1600 Вт.

Расчет времени передачи информации между ЦОДом и СХД

Для решения этой частной задачи воспользуемся данными, полученными ранее, учитывая, что 1 байт = 8 бит, а 1 терабайт = 10^{12} байт = $8 \cdot 10^{12}$ бит.

Итак:

1. Рабочая емкость $Q_{\text{раб}}$ дисковой памяти СХД типа NetApp составляет 52,64 Тбайт.

2. Пропускная способность канала передачи данных 50 Гбит/с.

Требуется: определить время полного заполнения рабочей емкости СХД типа NetApp.

В общем случае расчет времени T передачи информации между ЦОДом и СХД осуществляется по формуле [1; 5]

$$T = \frac{Q}{q}, \quad (2)$$

где Q – объем информации системы хранения; q – пропускная способность канала передачи данных.

Время полного заполнения $T1$ рабочей емкости $Q_{\text{раб}}$ системы хранения данных типа NetApp определим по формуле (2):

$$T1 = Q_{\text{раб}}/q = (52,64 \times 10^{12} \times 8) / (50 \times 10^9) = 8422,4 \text{ с.} \approx 2,34 \text{ часа.}$$

Расчет проводился с учетом предположения об одноканальной передаче данных. При многоканальной передаче это время существенно уменьшится.

Заключение

В практике создания и эксплуатации центров обработки данных порой возникает необходимость анализа и комплексной оценки возможностей их систем хранения данных. В статье предпринята попытка решения этой задачи на примере анализа гипотетической системы хранения данных, аналогичной уже существующей. Так, в ходе исследования:

- проведен анализ IT-оборудования системы хранения данных, аналогичной NetApp FAS52600, в том числе состава, количества элементов и структуры СХД;
- проанализированы виды и количество системных затрат дисковой памяти; в общем случае можно выделить три главных разновидности системных затрат дисковой памяти:

Захаров А.И., Брякалов Г.А., Михайлова П.И. Некоторые аспекты анализа...

на управление массивами дисков, общее резервирование, контроль четности и целостности данных;

- проведен расчет рабочей емкости дисковой памяти СХД типа NetApp;
- определены площадь, необходимая для размещения СХД и количество потребляемой системой электроэнергией;
- рассчитано время передачи информации между ЦОДом и СХД.

Предложенная в статье пошаговая оценка характеристик исследуемой системы может рассматриваться как методика решения задачи анализа ИТ-оборудования системы хранения данных, которая сводится к следующим этапам:

Этап 1. Анализ состава, количества элементов и структуры ИТ-оборудования СХД.

Этап 2. Определение видов и величины системных затрат дисковой памяти.

Этап 3. Расчет реальной емкости дисковой памяти анализируемой СХД.

Этап 4. Расчет площади, занимаемой СХД.

Этап 5. Определение количества электроэнергии, потребляемой СХД.

Этап 6. Расчет времени пересылки данных из ЦОДа в СХД.

Материал, предложенный в статье, имеет практическую направленность и может быть полезен лицам, проектирующим ЦОДы и эксплуатирующим их.

Литература

1. Захаров А.И., Брякалов Г.А., Чмыхова Я.В. Методика оценки возможностей вычислительных средств центра обработки данных // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2019. Вып. 1. С. 124–129.
2. Зотов Д. RAID-контроллеры с поддержкой функции HBA // Storage News. 2013. № 4 (56). С. 12–17.
3. Интерфейсы жестких дисков. URL: http://itc.ua/articles/sata_i_drugie_interfejsy_zhestkikh_diskov_22528 (дата обращения: 06.05.2020).
4. Кучинский А. Требования к современным СХД // Storage News. 2011. № 4/48. С. 5.
5. Методика расчета и оценки состава ИТ-оборудования центра обработки данных / А.И. Захаров [и др.] // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». 2019. Вып. 2. С. 110–119.
6. Спирли Э. Корпоративные хранилища данных. Планирование, разработка, реализация. Т. 1. Гл. 12. М.: Вильямс, 2001. 400 с.
7. Техническое описание системы NetApp – СХД. URL: <https://www.jitsys.ru> (дата обращения: 06.05.2020).
8. Чиняков Р. Сети хранения в ретроспективе и перспективе // Журнал сетевых решений/LAN. 2004. № 7. С. 12.

Literatura

1. Zakharov A.I., Bryakalov G.A., Chmykhova Ya.V. Metodika otsenki vozmozhnostej vychislitel'nykh sredstv tsentra obrabotki dannykh // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya «Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie». 2019. Vyp. 1. S. 124–129.
2. Zotov D. RAID-kontrollery s podderzhkoj funktsii NVA // Storage News. 2013. № 4 (56). S. 12–17.
3. Interfejsy zhestkikh diskov. URL: http://itc.ua/articles/sata_i_drugie_interfejsy_zhestkikh_diskov_22528 (data obrashcheniya: 06.05.2020).
4. Kuchinskij A. Trebovaniya k sovremennym SKHD // Storage News. 2011. № 4/48. S. 5.

5. Metodika rascheta i otsenki sostava IT – oborudovaniya tsentra obrabotki dannykh / A.I. Zakharov [i dr.] // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya “Slozhnye sistemy: modeli, analiz i upravlenie”. 2019. Вып. 2. S. 110–119.
6. Spirli E. Korporativnye khranilishcha dannykh. Planirovanie, razrabotka, realizatsiya. T. 1. Gl. 12. M.: Vil'yams, 2001. 400 s.
7. Tekhnicheskoe opisaniye sistemy NetApp – SKhD. URL: <https://www.jitsys.ru> (data obrashcheniya: 06.05.2020).
8. Chinyakov R. Seti khraneniya v retrospective i perspective // Zhurnal setevykh resheniy/ LAN. 2004. № 7. S. 12.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.02.P.134

УДК 621.313.13

А.Л. Золкин, К.А. Василенко, А.В. Курунов, В.С. Тормозов

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ РЕМОНТЕ

Исследуется комплексный подход и предложены результаты исследований в сфере разработки программного обеспечения с целью контроля параметров тяговых двигателей подвижного состава в процессе ремонтного производства с применением современных информационных технологий. Предлагается к рассмотрению программное обеспечение, которое позволяет максимально оперативно и точно осуществлять расчеты параметров тяговых двигателей локомотивов и моторвагонного подвижного состава в зависимости от их пробега.

Ключевые слова: тяговый подвижной состав, двигатель, коллекторные пластины, изнашивание, измерение, контроль, программное обеспечение.

A.L. Zolkin, K.A. Vasilenko, A.V. Kurunov, V.S. Tormozov

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR CONTROL
OF ROLLING STOCK TRACTION MOTOR PARAMETERS
DURING MAINTENANCE

This article examines an integrated approach and provides the results of studies in the field of software development aimed on control of the parameters of rolling stock traction motors during maintenance using modern information technologies. The article proposes the software that allows to conduct the most rapid and accurate calculation of traction motor parameters of motive-power units and multiple units based on their run distance.

Keywords: traction rolling stock, motor, collector plates, wearing out, measuring, control, software.

Введение

Среди особо важных задач по развитию российской транспортной системы необходимо прежде всего обозначить наведение порядка и приведение в соответствие с требованиями современного уровня развития экономики с технологической и технической точки