

ISSN 2306-1561

Automation and Control in Technical Systems (ACTS)

2014, No 4, pp. 168-176.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-17



Research of Resiliency and Reliability of RAID Data Storage

Terentiev Dmitry Igorevich

Russian Federation, Undergraduate Student, Department of «Automated Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64.
Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

lostavatar@mail.ru

Nikolaev Andrey Borisovich

Russian Federation, Honoris Causa, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty «Control Systems».

State Technical University – MADI, 125319, Russian Federation, Moscow, Leningradsky prospekt, 64.
Tel.: +7 (499) 151-64-12. <http://www.madi.ru>

nikolaev.madi@mail.ru

Abstract. This article describes the currently existing levels of RAID. The features of their work, the scope of application. Highlighting their strengths and weaknesses. Analysis was performed on the RAID system data reliability and resiliency and performance.

Keywords: RAID, IOPS, disk array, resiliency, analysis, comparison, reliability.

ISSN 2306-1561

Автоматизация и управление в технических системах (АУТС)

2014. – №4. – С. 168-176.

DOI: 10.12731/2306-1561-2014-4-17



УДК 004.9

Исследование отказоустойчивости и надежности хранения данных в дисковых массивах RAID

Терентьев Дмитрий Игоревич

Российская Федерация, магистрант кафедры «Автоматизированные системы управления».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

lostavatar@mail.ru

Николаев Андрей Борисович

Российская Федерация, Лауреат премии правительства РФ, Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, декан факультета «Управление».

ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», 125319, Российская Федерация, г. Москва, Ленинградский проспект, д.64, Тел.: +7 (499) 151-64-12, <http://www.madi.ru>

nikolaev.madi@mail.ru

Аннотация. В статье описаны существующие на данный момент уровни RAID массива. Рассмотрены особенности их работы, сферы применения. Выделены их достоинства и недостатки. Был проведен анализ RAID систем на надежность хранения данных и отказоустойчивость и быстродействие.

Ключевые слова: RAID, IOPS, дисковый массив, отказоустойчивость, анализ, сравнение, надежность.

1. Введение

Важную роль электронно-вычислительной системе играют жесткие диски [1, 5, 6, 8, 9, 11]. На них хранятся данные, операционная система, файлы подкачки, базы данных и другая информация. К сожалению, скорость работы во всех системах ограничена быстродействием каждого элемента. И очень большую роль в скорости работы системы является быстродействие системы сохранения данных.

При организации работы информационной системы разработчики обязательно сталкиваются с необходимостью ускорения или повышения качества сохранения и чтения данных [1 – 12]. При этом необходимо обезопасить данные от потерь. Решений данных проблем не так много и основным методом, который используют все системные администраторы, является объединение жестких дисков в массив RAID.

RAID (Redundant Array of Independent Disks) – избыточный массив независимых дисков) – технология хранения данных, которая объединяет диски в логический элемент для повышения быстродействия жестких дисков [1, 5].

Цель работы – проанализировать различные конфигурации RAID для проведения исследования на предмет отказоустойчивости и надежности хранения данных в дисковых массивах.

2. Определение задачи и метода исследования

Различные конфигурации RAID отмечаются номерами 0,1,5,6,10(1+0) и другие и выполняют различные функции. Использование RAID намного эффективнее и удобнее использования одного диска в системе, а также является более дешевым вариантом усовершенствования системы, чем покупка жесткого диска последнего поколения. Для создания дискового массива необходимы абсолютно идентичные жесткие диски, одного производителя. Это требование объясняется тем, что скорость записи, чтения и другие характеристики диска должны быть одинаковыми для правильного и равномерного распределения блоков данных по дискам. И в случае применения современных моделей HDD, которые позволяют одновременно производить и чтение и запись на один и тот же диск, получаем существенный выигрыш в скорости обращения к массиву в целом, особенно при большом количестве пользователей, обращающихся к системе хранения в один и тот же момент времени.

Различные дисковые массивы предназначены для выполнения разного рода поставленных задач, и при организации работы сети **важно правильно подобрать необходимую конфигурацию RAID**. Для этого необходимо учесть многие факторы, такие как: быстродействие, надежность сохранения данных и экономичность.

Исследование будем проводить над массивами 0,1,5,6 и 10 уровня. В ходе исследования необходимо выяснить отказоустойчивость, надежность хранения данных и экономичность каждой конфигурации RAID. А также определить цели основные цели использования различных рейд массивов.

Для анализа мы возьмем самые популярные и используемые в наше время массивы 5,6 и 10 уровня. RAID будут состоять из полностью одинаковых дисков 10,000 об/мин SATA 3.5, объемом 1Тб в количестве: 8, 20, 100 шт.

Анализируем мы будем по следующим параметрам:

- эффективный объем и эффективность использования дискового пространства;
- отказоустойчивость;
- Количество операций ввода/вывода (IOPS) с нагрузками: 80% чтение/20%запись, 20% чтение/80%запись, 50% чтение/50%запись.

3. Результаты исследования

3.1. Эффективный объем и эффективность использования дискового пространства

Эффективный объем и эффективность использования дискового пространства в первую очередь влияют на рентабельность рейда с финансовой точки зрения.

Таблица 1 – Эффективность использования дискового пространства

	Количество дисков		
	8	20	100
RAID5	87,5%	95%	99%
RAID6	75%	90%	98%
RAID10	50%	50%	50%

Из таблицы 1 и рисунка 1 видно, что самым дорогим в реализации является RAID10 по причине того, что он предоставляется пользователю только 50% всего отведенного под него дискового пространства. При использовании малого количества дисков от 5 до 10, RAID5 оказывается дешевле.

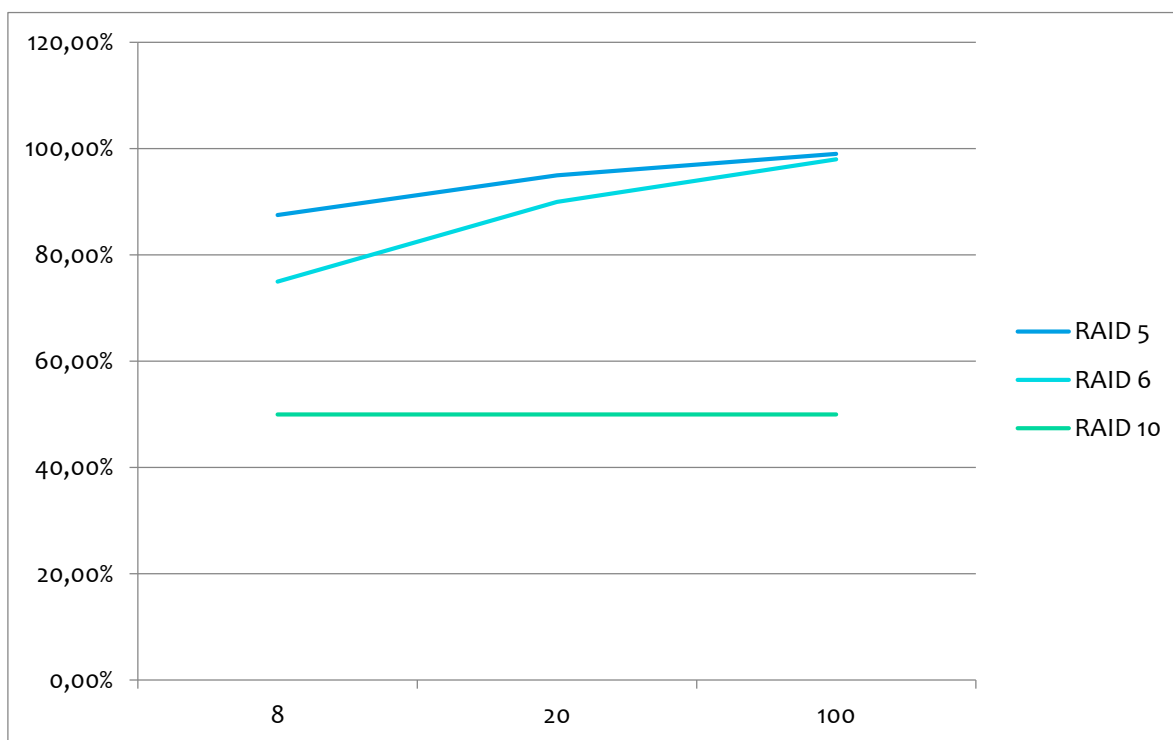


Рисунок 1 – Эффективность использования дискового пространства в зависимости от количества дисков в рейде

3.2. Отказоустойчивость

Отказоустойчивость показывает, при каком количестве дисков, вышедших из строя, система продолжит нормально функционировать и не будут потеряны данные.

Таблица 2 – Исследование отказоустойчивости массивов(ед.дисков)

	Количество дисков		
	8	20	100
RAID 5	1	1	1
RAID 6	2	2	2
RAID 10	1-4	1-10	1-50

Если говорить об отказоустойчивости (см. таблицу 2), то бесспорным лидером является RAID10, именно поэтому его используют в банковских системах, потеря данных в которых, понесет за собой огромные убытки. Показатели RAID6 и RAID5 остаются без изменений при увеличении количества дисков в массиве.

3.3. Количество операций ввода/вывода с нагрузками

Количество операций ввода/вывода (англ. Input/Output Operations Per Second (IOPS)) – один из ключевых параметров при измерении производительности систем хранения данных, жестких дисков (HЖМД), твердотельных диски (SSD) и сетевых хранилища данных (SAN).


По сути, IOPS это количество блоков, которое успевает считаться или записаться на носитель. Чем больше размер блока, тем меньше кусков, из которых состоит файл, и тем меньше будет IOPS, так как на чтение куска большего размера будет затрачиваться больше времени[2].

Вычисление IOPS проводилось при различных нагрузках на систему и конфигурациях системы из 8, 20 и 100 дисков.

3.3.1. Чтение 80% Запись 20%

Таблица 3 – Измерение IOPS при нагрузке 80/20

	Чтение 80%/ Запись 20%		
	8	20	100
RAID5	884	2210	11050
RAID6	866,6667	2166,667	10833,33
RAID10	936	2340	11700



Процесс чтения данных из
RAID10

Как видно из таблицы 3 и графика, представленного на рисунке 2, лидером по производительности при чтении данных, является RAID10, это достигается благодаря тому, что данные из массива считываются параллельно из рабочих дисков и зеркал, увеличивая тем самым скорость доступа к информации.

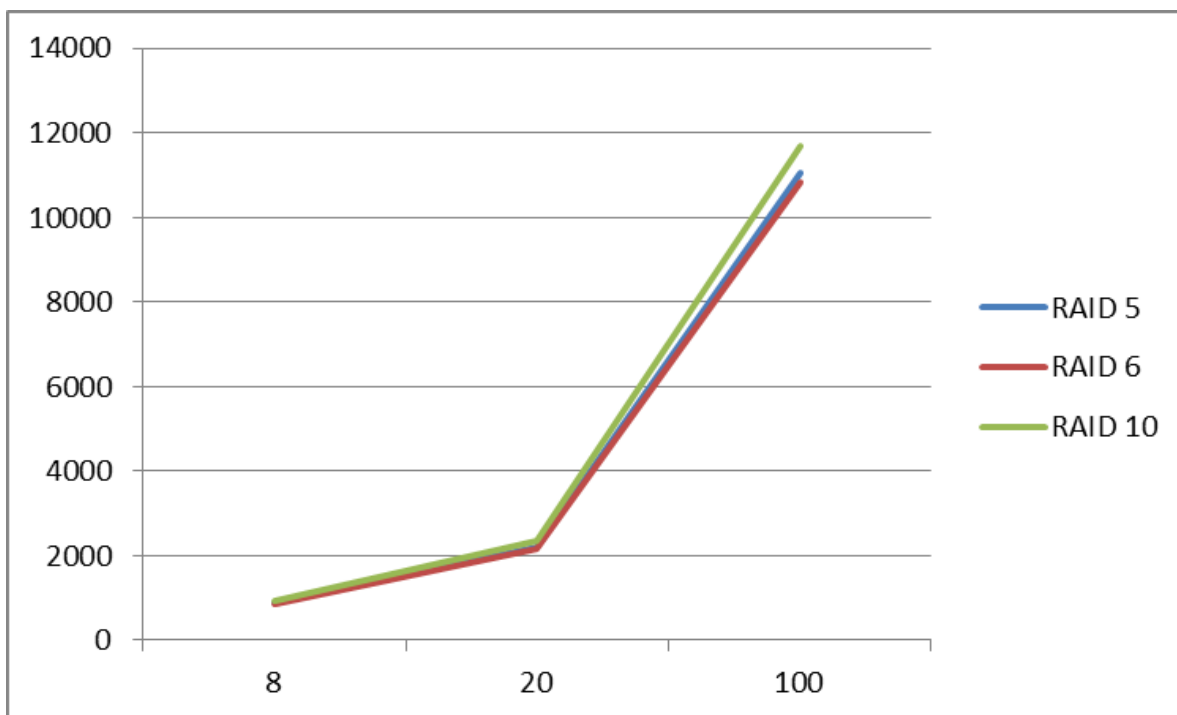



Рисунок 2 – Измерение IOPS при нагрузке 80/20 в зависимости от количества дисков в рейде

3.3.2. Чтение 20% Запись 80%

Таблица 4 – Измерение IOPS при нагрузке 20/80

	Чтение 20% / Запись 80%			 Процесс записи данных в RAID10
	8	20	100	
RAID5	416	1040	5200	
RAID6	346	866	4333	
RAID10	624	1560	7800	

При записи данных RAID10 опять же остается бесспорным лидером в скорости передачи данных (таблица 4, рисунок 3). Все благодаря простоте организации массива. А вот RAID6 сильно отстает от RAID5 по величине IOPS в связи с тем, что у него более сложная организация массива.

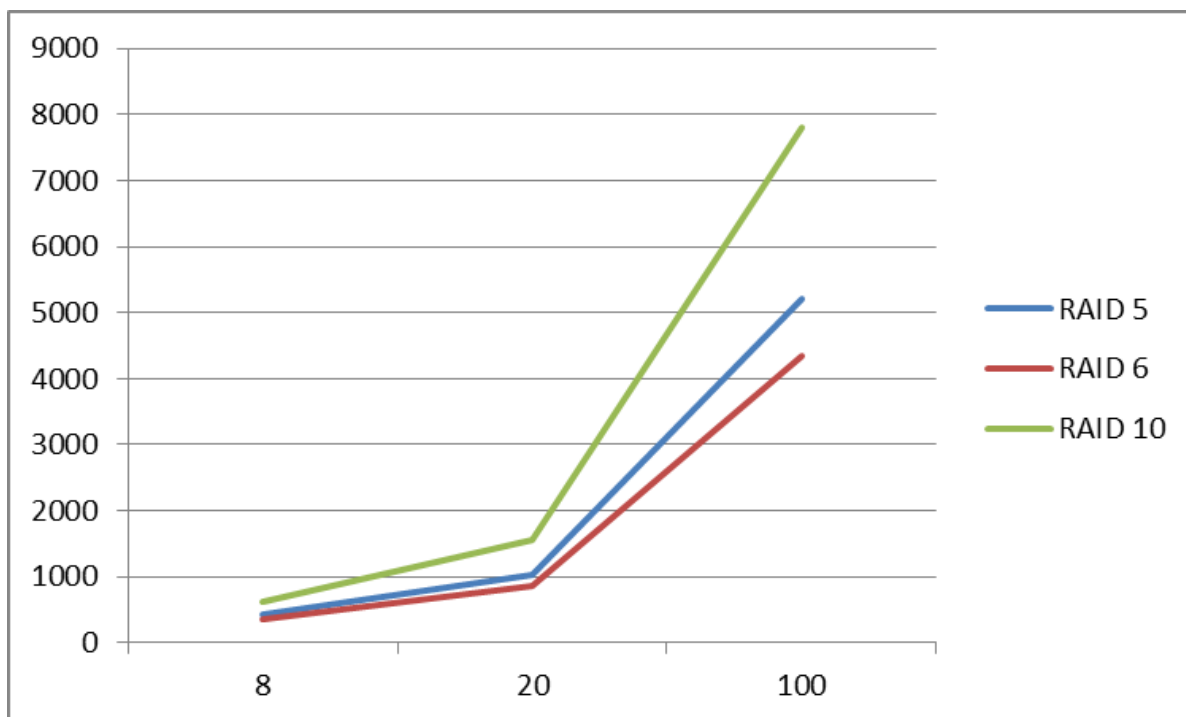



Рисунок 3 – Измерение IOPS при нагрузке 20/80 в зависимости от количества дисков в рейде

3.3.3. Чтение 50%/Запись 50%

Таблица 5 – Измерение IOPS при равномерной нагрузке

	Чтение 50% / Запись 50%		
	8	20	100
RAID5	650	1625	8125
RAID6	606	1516	7583
RAID10	780	1950	9750



Процесс восстановления ошибки данных RAID10

При равной нагрузке RAID5 и RAID6 по характеристикам практически идентичны, а RAID10 все также показывает наивысшую скорость передачи данных (таблица 5, рисунок 4).

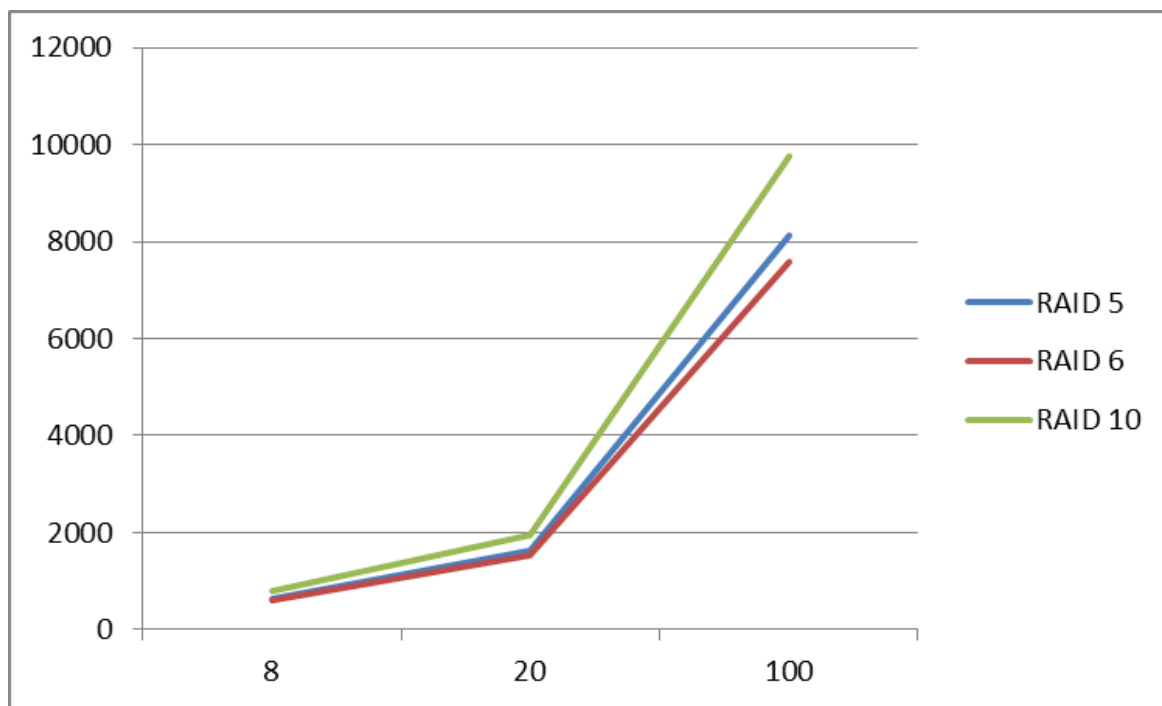


Рисунок 4 – Измерение IOPS при равномерной нагрузке в зависимости от количества дисков в рейде

4. Анализ полученных результатов

Из всего вышеперечисленного можно выделить, что каждая конфигурация имеет свое назначение и свои функции. Самые простейшие схемы организации массивов находят свое применение в персональных и стационарных компьютерах для увеличения производительности и сохранности данных. Более сложные структуры позволяют создать банк данных для выполнения поставленной задачи. RAID0 применяется как доступный способ увеличения быстродействия персонального компьютера благодаря одновременным чтению и записи на несколько носителей, но при выходе из строя одного из носителей, все данные будут потеряны.

RAID1 используется как дешевый вариант обезопасить данные от утери в случае выхода из строя одного из носителей. Данный массив используется для защиты данных персонального компьютера, как дома так и в офисе.

Как видно в исследовании, самым стабильным и быстродействующим является RAID10. Он имеет самую высокую скорость обработки данных наравне с RAID0 и среднюю надежность, при этом он остается работоспособным пока все диски одной части массива не выйдут из строя. Его минусом и вообще минусом применением любой комбинации с RAID1 является удвоенная стоимость дискового пространства [4]. Но взамен этому, у RAID10 самая надежная защита данных от потери. Так как все данные дублируются на зеркальные диски, вероятность потери этих данных сводится к минимуму. Данная конфигурация широко применяется в банковских и государственных структурах.

Самым распространенным в настоящее время является использование RAID5 [1, 5]. Это дешевый и надежный вариант для организации файлового сервера различных назначений. Он не дает такой надежности как RAID10, зато потеря емкости намного меньше, чем при использовании RAID1.

Преимуществом RAID6 является его высокая отказоустойчивость и хорошая сохранность данных. Благодаря тому, что у него отводится под резерв 2 диска, он сохраняет работоспособность и дает возможность устранить проблему. Но организация этого массива сложнее чем у RAID5, поэтому его использование не так широко распространено.

5. Заключение

Выбор уровня RAID полностью зависит от поставленной перед ним задачи. Используемые на данный момент дисковые массивы это: RAID0, RAID1, RAID5, RAID6, RAID10. Их применение зависит от того, для чего создается массив. Самой отказоустойчивой и безопасной для хранения данных, оказывается RAID10 благодаря комбинации простых рейдов 1 и 0 уровня.

Список информационных источников

- [1] <https://ru.wikipedia.org/wiki/RAID>
- [2] <http://habrahabr.ru/post/164325/>
- [3] <http://www.ixbt.com/storage/raids.html>
- [4] <http://www.fujitsu.com/global/products/computing/storage/eternus/glossary/raid/>
- [5] Остроух А.В. Ввод и обработка цифровой информации: учебник для нач. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с. – ISBN 978-5-7695-9457-1.
- [6] Остроух А.В. Основы информационных технологий: учебник для сред. проф. образования / А.В. Остроух. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 208 с. – ISBN 978-5-4468-0588-4
- [7] Помазанов А.В., Остроух А.В. Создание и тестирование распределённой системы работы с удалёнными узлами // Автоматизация и современные технологии. – 2014. – №7. – С. 17-23.
- [8] Помазанов А.В., Остроух А.В. Новый подход к разработке прототипа распределенной системы баз данных промышленного предприятия // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2014. – №9. – С. 11-20.
- [9] Остроух А.В. Разработка информационно-аналитической системы мониторинга технологических процессов предприятия автомобильной промышленности / А.В. Остроух, Ю. Тянь // В мире научных открытий. – Красноярск: «Научно-инновационный центр», 2013. - № 8.2 (44). – С. 191-205.
- [10] Ostroukh A.V., Tian Yu. Development of the information and analytical monitoring system of technological processes of the automobile industry enterprise // In the World of Scientific Discoveries, Series B. 2014. Vol. 2. No 1. pp. 92-102.
- [11] A. Ostroukh, A. Pomazanov. Realtime Development and Testing of Distributed Data Processing System for Industrial Company // Middle East Journal of Scientific Research. 2014. Vol. 20 (12). pp. 2184-2193. DOI: 10.5829/idosi.mejsr.2014.20.12.21106.