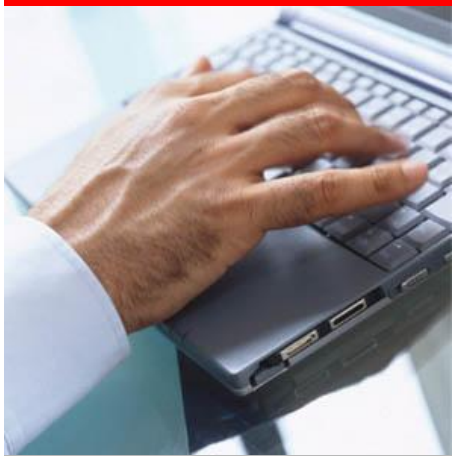

ORACLE®

# Обзор Sun Oracle Exadata и Database Machine

Игорь Мельников
Oracle CIS

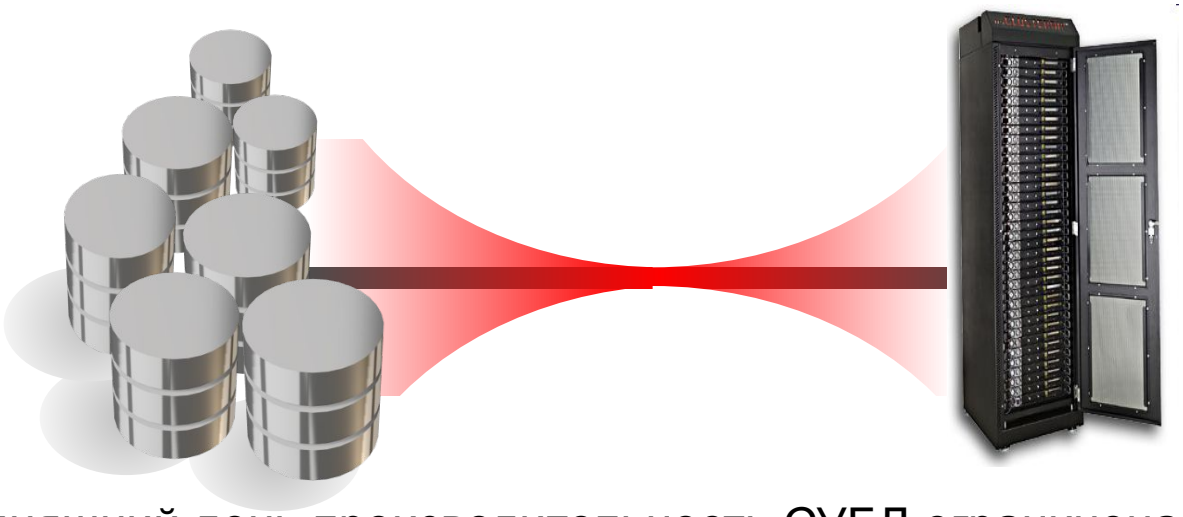
# План

- Введение
- Архитектура и технологии
- Преимущества
- Что говорят заказчики



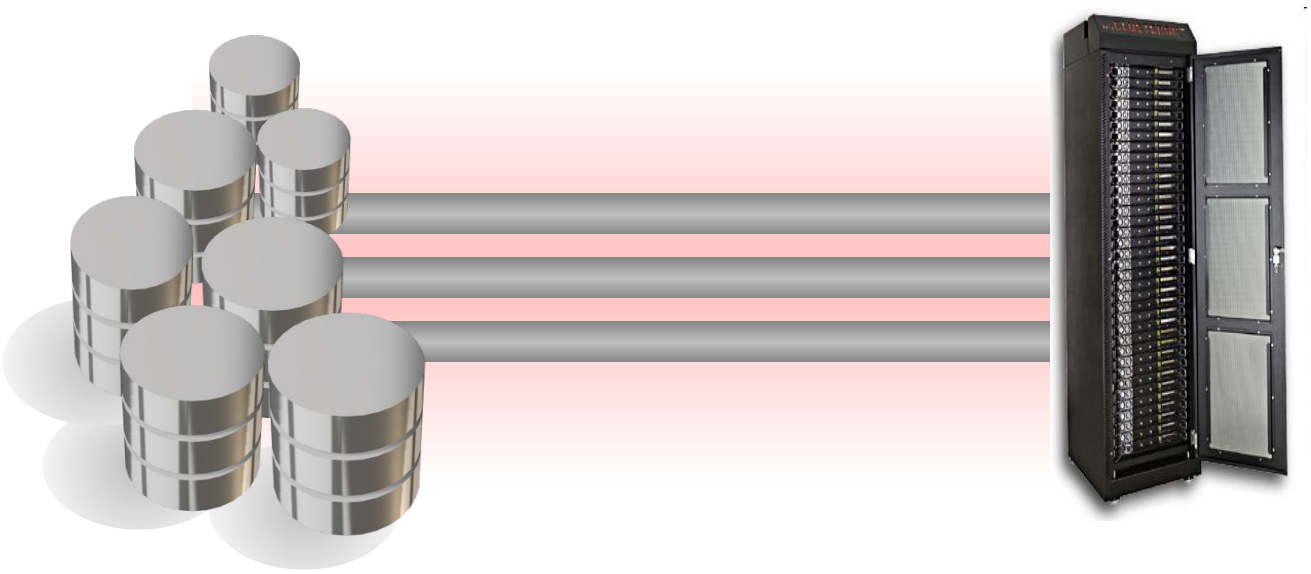
# Введение

# Узкие места систем хранения



- На сегодняшний день производительность СУБД ограничена возможностями систем хранения
  - Системы хранения ограничены возможностями передачи данных к серверам
  - Внутренние ограничения дисковых массивов
  - Ограничения SAN
  - Скорость дисков ограничивают произвольный ввод/вывод
- Пропускная способность ограничивает производительность хранилищ данных
- Ограничения произвольного ввода/вывода “тормозят” производительность приложений OLTP

# Способы увеличения пропускной способности

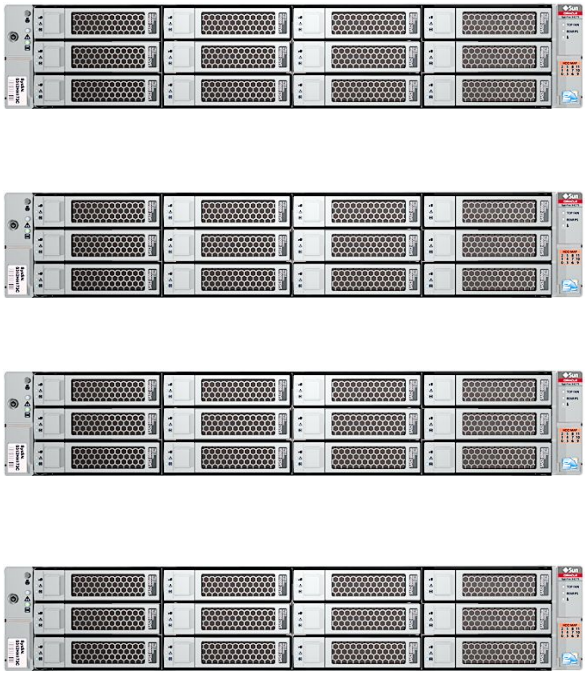


- Передавать меньше данных
- Добавить ещё каналов
- Сделать каналы шире

# Exadata – интеллектуальная система хранения

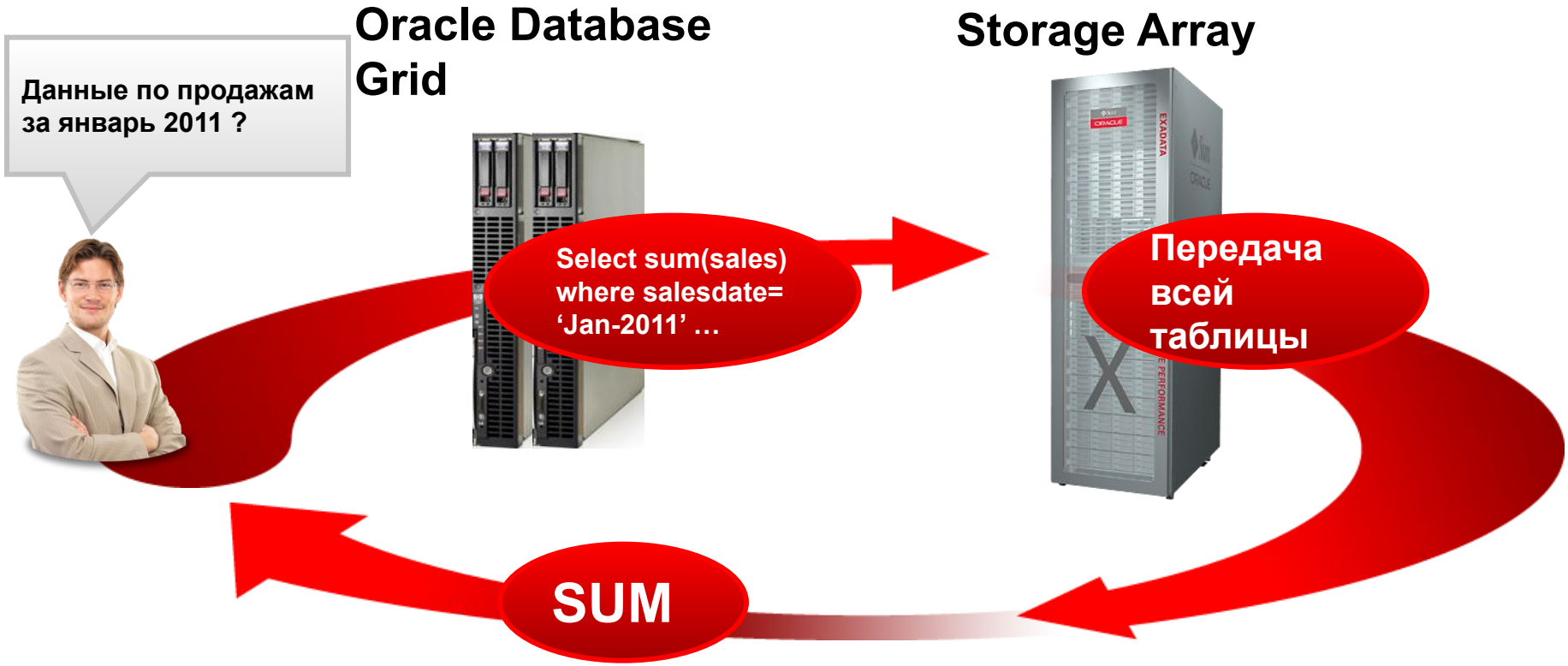
- Oracle решает проблему узких мест в потоках данных 3-мя способами
  - Storage grid с массовым параллелизмом серверов хранения Exadata (ячеек).
    - Пропускная способность растет с увеличением объема данных
  - Интенсивная обработка данных осуществляется в ячейках Exadata.
    - Примитивные операции запросов выполняются над потоком данных с диска, разгружая ЦПУ серверов СУБД
  - Компрессия по столбцам сокращает объем данным в десятки раз
    - Exadata Hybrid Columnar Compression обеспечивает в десятки раз уменьшает стоимость и увеличивает производительность
- Oracle решает проблему ограничения количества произвольных операций I/O с использованием Exadata Smart Flash Cache
  - Увеличение произвольных операций I/O в порядки 20X

Exadata Storage Cells



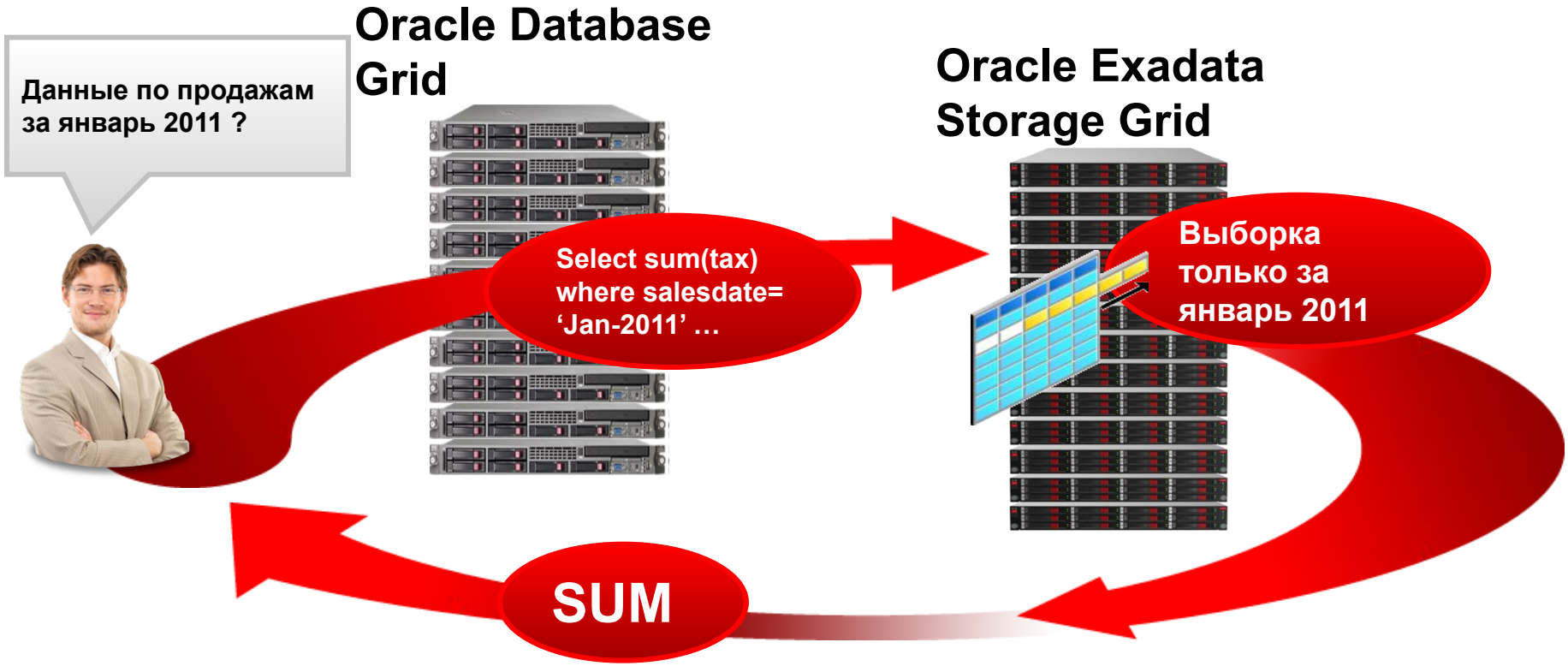
# Обработка запросов:

## *Используя обычный дисковый массив*



# Обработка запросов:

## *Используя Exadata Storage Server*



# Архитектура

# Sun Oracle Database Machine

- Grid – архитектура будущего
  - Высочайшая производительность, низкая стоимость, резервирование, инкрементальная масштабируемость
- Sun Oracle Database Machine первая и единственная полная архитектура для управления данными

## Database Grid

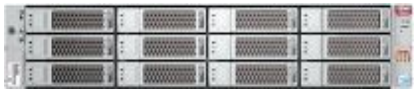
- **8 compute servers (1U) или 2 сервера (4U)**
- **96 / 128 Intel cores**

## InfiniBand Network

- **Скорость 40Gb/s с резервированием**

## Storage Grid

- **14 серверов хранения (2U)**



- **168 ядер в системе хранения**
- **100 TB SAS, или 336 TB SATA диски**
- **5 TB PCI Flash**
- **Данные зеркалируются между серверами хранения**

# Database Machine Software

## *Архитектура*


ORACLE
11*g* Database Server

**ASM**
Управление пулом хранения

**Exadata**
Интеллектуальная система хранения


- Oracle Database 11*g* на 8 или 2 узлах RAC
- ASM обеспечивает зеркалирование, чередование и балансировку
- ПО Exadata обеспечивает smart scan с помощью протокола iDB

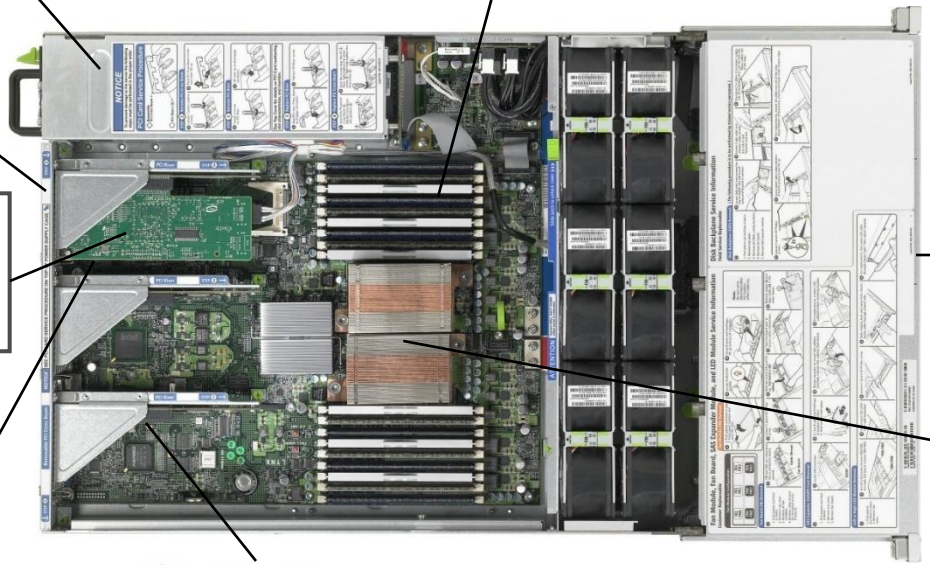
# “Железо” Sun Exadata Storage Server

Dual-redundant, hot-swappable power supplies

24 GB DRAM

ILOM

Disk Controller HBA with 512M battery backed cache



12 x 3.5” Disk Drives

2 Quad-Core Intel® Xeon® Processors

InfiniBand QDR (40Gb/s) dual port card

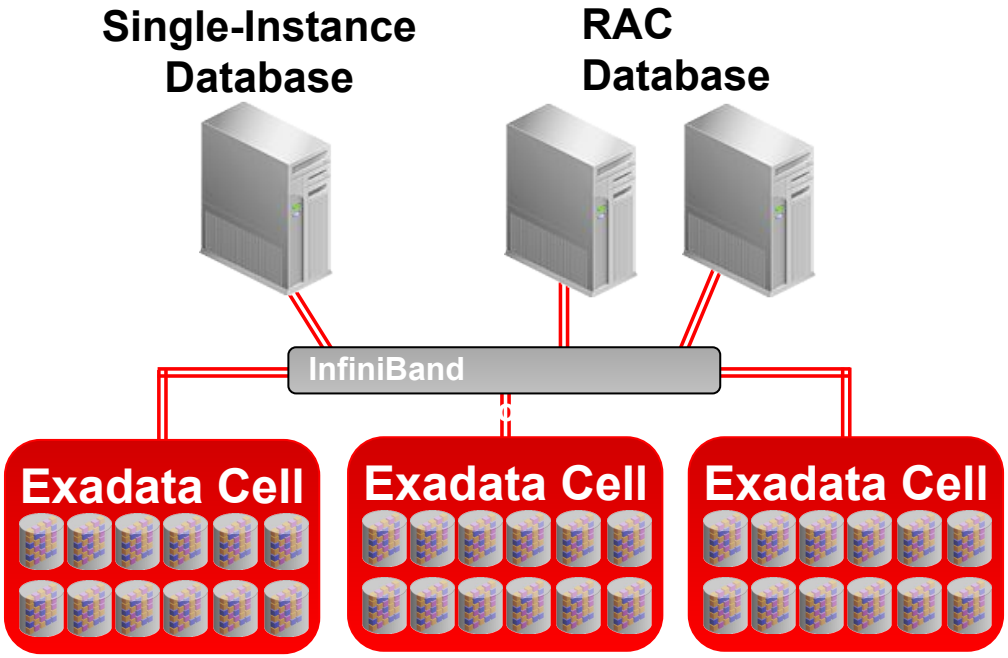
4 x 96GB Sun Flash PCIe Cards

**Pre-installed Software:**

- Oracle Exadata Storage Server Software
- Oracle Enterprise Linux
- Drivers

ORACLE

# Конфигурация Exadata



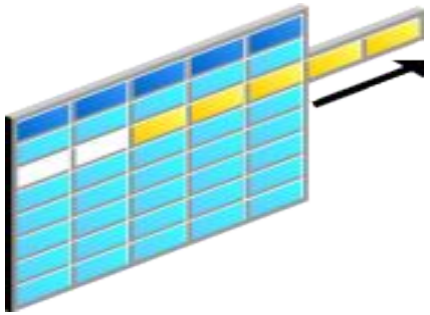

- Каждая ячейка Exadata это самостоятельный сервер, который обеспечивает дисковое пространство и работу ПО  Exadata
- БД Oracle располагается на множестве ячеек Exadata
- Производительность СУБД Oracle увеличивается за счет кооперации Exadata Storage Server
- Нет практического лимита на количество ячеек, которые могут быть в GRID

# Возможности ПО Exadata

- Exadata Smart Scans
  - Многократное сокращение объема данных в сторону серверов БД
- Exadata Storage Indexes
  - Исключает ненужные дисковые операции В/В
- Hybrid Columnar Compression (HCC)
  - Компрессия увеличивает эффективность использование дискового пространства и на порядок увеличивает скорость сканирования данных
- Exadata Smart Flash Cache
  - Ломает ограничения произвольных операций В/В, увеличивая их количество в 20 раз
  - Удваивает производительность сканирования данных
- I/O Resource Manager (IORM)
  - Обеспечивает приоритет операций В/В для обеспечения предсказуемой производительности

# Exadata Smart Scan

- Ячейки Exadata реализуют механизм передачи запросов на сторону хранилища (scan offload) с тем, чтобы значительно уменьшить объем данных возвращаемых  на сторону серверов БД
  - Фильтрация строк на основе  “where” предиката
  - Фильтрация колонок
  - Фильтрация соединений (join)
  - Фильтрация инкрементального backup
  - **Фильтрация зашифрованных данных** 11.2
  - **Работа с функциями Data Mining** 11.2
  - **10x уменьшение данных является обычным (на тестах заказчиков)**



- Полностью прозрачно для приложения
  - **Даже если происходит сбой ячейки или диска во время запроса**

# Exadata: изменение плана запроса

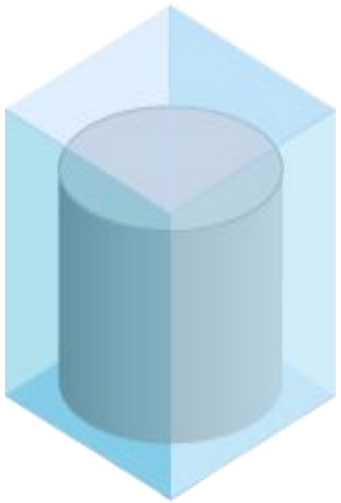
- TABLE ACCESS STORAGE FULL
- INDEX ACCESS STORAGE FULL
- storage(SYS_OP_BLOOM_FILTER(…))

```
-----------------------------------------------------------------
| Id  | Operation                          | Name      | E-Rows |
-----------------------------------------------------------------
|   0 | SELECT STATEMENT                   |           |        |
|   1 |  SORT AGGREGATE                    |           |      1 |
|   2 |   PX COORDINATOR                   |           |        |
|   3 |    PX SEND QC (RANDOM)             | :TQ10000  |      1 |
|   4 |     SORT AGGREGATE                 |           |      1 |
|   5 |      PX BLOCK ITERATOR             |           |     46 |
|*  6 |       TABLE ACCESS STORAGE FULL    | SALES     |     46 |
-----------------------------------------------------------------

Predicate Information (identified by operation id):
---------------------------------------------------

   6 - storage(:Z>=:Z AND :Z<=:Z)
       filter("PRICE"<25000)
```

# Прозрачность технологии Smart Scan для приложений



- Smart scans прозрачен для приложения
  - Не требуется изменения приложения или  SQL кода
  - Возвращаемые данные полностью консистентны
  - В случае выхода из строя ячейки во время smart scan незавершенная часть запроса прозрачно перенаправляется на ячейку, содержащую копию данных
- Smart Scans корректно обрабатывает следующие случаи:
  - Неподтвержденные записи (uncommitted) и заблокированные записи
  - Цепочки строк (chained rows)
  - Сжатые таблицы
  - Обработку национальных языков
  - Работа с датами
  - Регулярные выражения
  - Партиционированные таблицы

# Передача функций data mining на сторону Exadata


- Data mining запрос на  Exadata:

```
select cust_id
from customers
where region = 'US'
and prediction_probability(churnmod, 'Y' using *) >
0.8;
```

Функции Data Mining выполняется на Exadata

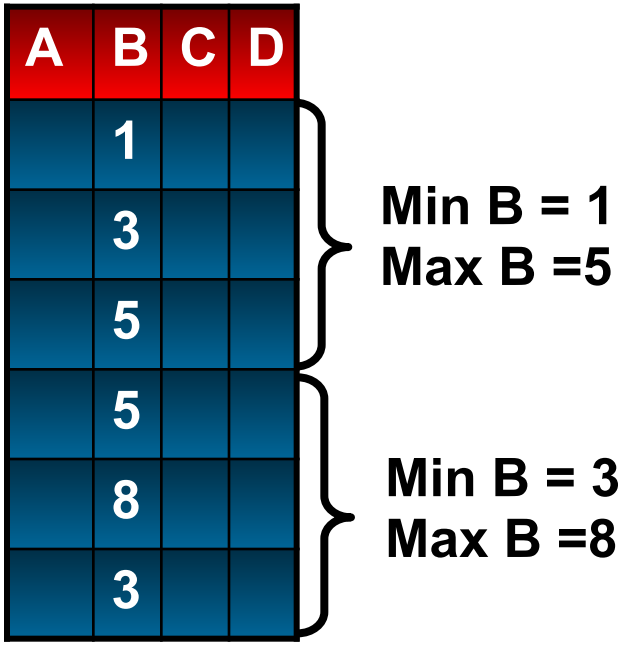
- Функции Data  Mining scoring перегружаются на Exadata
- Выигрыш производительности до  10x раз
- Уменьшает утилизацию ЦПУ на стороне сервера БД

# Exadata Storage Index

*Прозрачно исключает ненужные чтения*

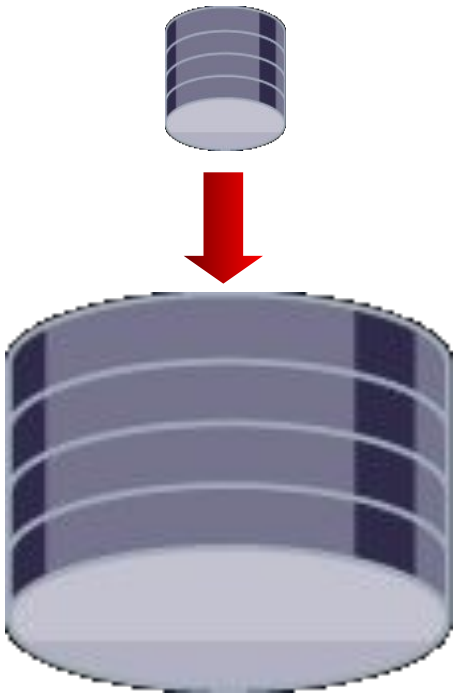
New

**Таблица** **Индексы**




- Exadata Storage Index – структуры в памяти, которые хранят информацию о распределении данных между блоками данных.
  - Хранит МИН и МАКС значения для каждой колонки
  - Обычно одна запись в индексе для каждого Мб диска
- Исключает ввод-вывод для тех дисков, где МИН и МАКС не соответствуют условию “where”
- Полностью **автоматически и прозрачно**

# Проблема роста данных

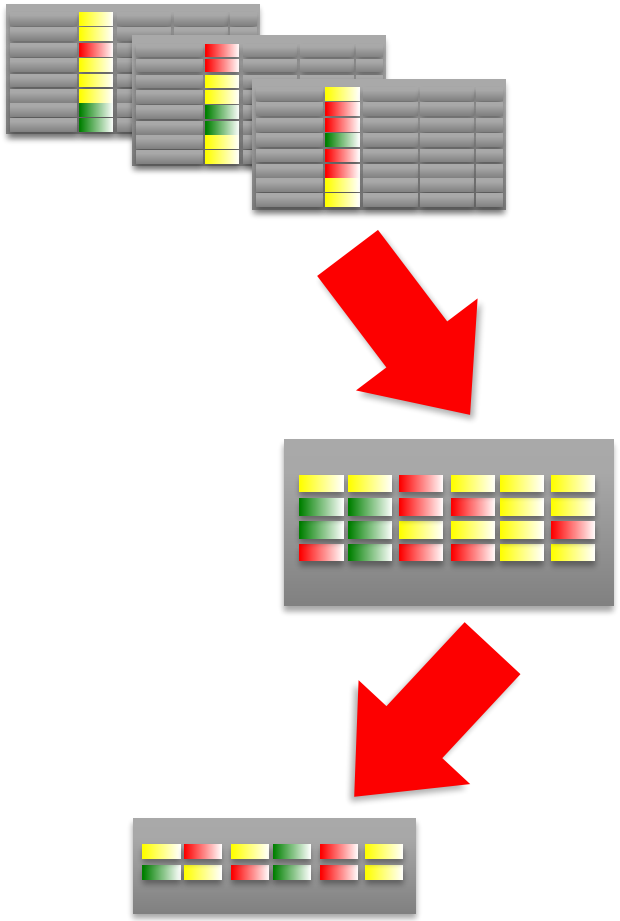


- ИТ-структура должна поддерживать экспоненциальный рост объема данных
  - Без воздействия на производительность
  - Без увеличения стоимости
- Мощное и эффективное сжатие – ключ решения

# Гибридное колоночное сжатие

## Hybrid Columnar Compression

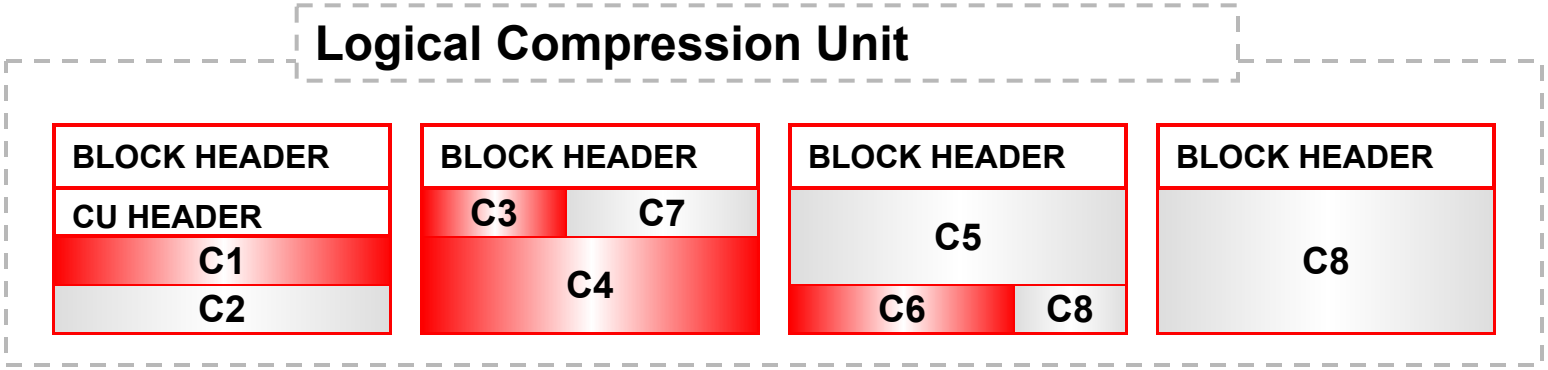
- Данные группируются по колонкам и затем сжимаются
- **Query Mode** для хранилищ данныХ
  - Оптимизированы для быстрого доступа
  - **10X сжатие**
  - Время сканирования уменьшается соответственно
- **Archival Mode** для редко используемых данных
  Оптимизировано для уменьшения занимаемо места
  - 15X сжатие
  - До  to 50X раз для некоторых данных
- **Помощник по сжатию**
  `DBMS_COMPRESSION` **PL/SQL пакет**



# Гибридное колоночное сжатие

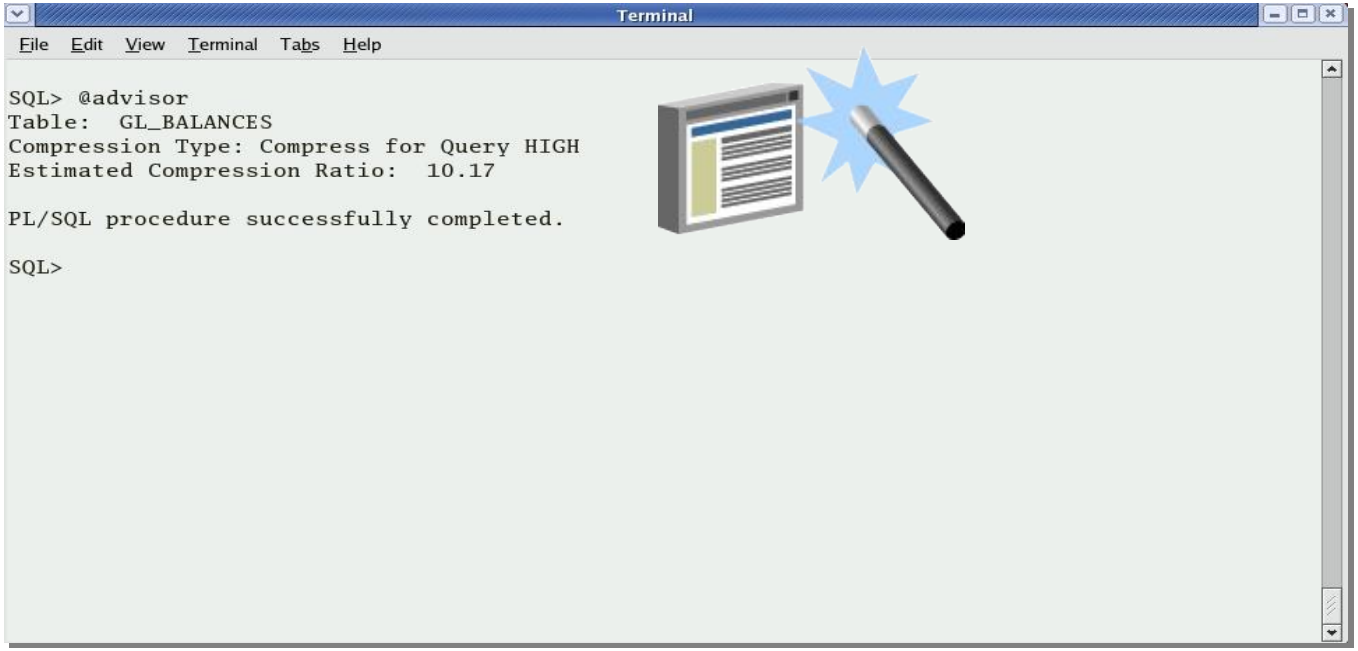
## *Как это работает?*

- Единица сжатия
  - Логическая структура, содержащая несколько блоков данных
  - Данные организуются по колонкам во время загрузки
  - Каждая колонка сжимается отдельно
  - Все данные для этой колонки для всех записей, хранимых в compression unit
  - Редкие изменения



# Помощник по сжатию

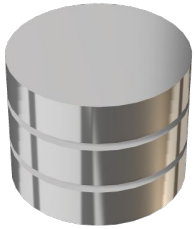
- Новый помощник (advisor) в 11g Release 2
  - `DBMS_COMPRESSION` PL/SQL пакет
  - Оценивает процент сжатия с помощью гибридной колоночной компрессии на не-Exadata “железе”



# Exadata Smart Flash Cache

## Расширяет ограничения произвольного в/в дисков

300 I/O в секунду



- Компромисс между традиционными дисками и Флэш памятью
  - Диски дешевы, имеют большую ёмкость, но ограничены низким в/в (300 IOPS на диск)
  - Флэш память дорогая, имеет малую ёмкость, но может поддержать тысячи операций в/в в секунду

- Идеальное решение - Exadata Smart Flash Cache
  - Хранение данных на диске из-за стоимости
  - **Прозрачно перемещает “горячие” данные на флэш кэш**
  - Используются **флэш карты вместо флэш дисков,** что исключает ограничения дисковых контроллеров
  - Флэш карты в Exadata
    - Высокая пропускная способность, низкая лэтентность
    - 4 x 96GB PCI Express Flash Cards на Exadata Server

Десятки тысяч операций в секунду

# Алгоритмы кэширования Exadata

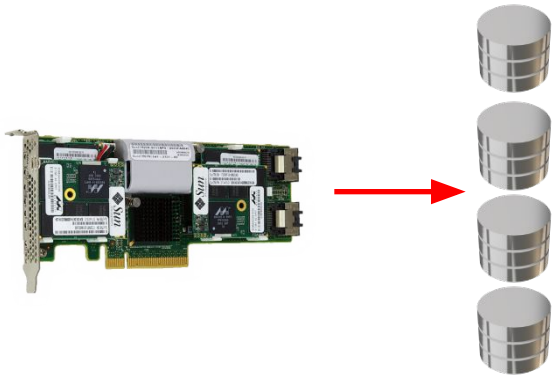
- Эффективное интеллектуальное кэширование часто читаемых данных;
- Автоматически пропускает кэширование для редко читаемых объектов
  - Резервное копирование не кэшируется
  - Вторичные копии пользовательских данных не кэшируются
  - Операции перераспределения данных (rebalancing) ASM не кэшируются
- Пользователи могут определить политики кэширования для конкретных объектов БД.

# Smart Flash Cache

Указать, что таблица должна быть закэширована:

```
ALTER TABLE accounts
    STORAGE (CELL_FLASH_CACHE KEEP)
```

# Exadata логические Flash диски




- Настроить часть или всю Flash память как логический Flash диск
- Дальше он работает как обычный диск
  - Можно создать дисковую группу ASM состоящую из нескольких Flash дисков
  - Данные автоматически зеркалируются ASM между Flash дисками других Exadata Storage серверов
- Высокая производительность для приложений с большим количеством операций записи

# Преимущества

# Сбалансированно и оптимизированно


- Спроектированные системы редко работают с максимальной производительностью:
  - Несбалансированные компоненты, ошибки в конфигурации, “узкие” места
- Exadata спроектирована и оптимизированна от начала до конца:
  - Двухзначные скорости Гбит/сек передачи данных с диска в БД
  - Библиотеки доступа к БД оптимизированны с БИОС, драйверами, ОС, сетевыми протоколами
  - Годы тестирования и отладки
- Удовлетворение требованиям бизнеса за меньшую стоимость

**Полностью оптимизированно**

**Прозрачно для существующих приложений – не нужно никаких изменений!**

# Машина БД Exadata

## *Консолидация всех существующих приложений*


- На Exadata могут совместно выполняться приложения любого типа. Это гарантируется:
  - Широкими каналами и масштабируемой системой ввода/вывода;
  - Instance Caging – ограничение на ресурсы ЦПУ между БД на одном узле;
  - Менеджер ресурсов ввода/вывода;
- Большой объем памяти и процессорные мощности для онлайн задач;
- Оффлоадинг операций (smart scans, storage indexes) для пакетных задач, отчетности, хранилищ;
- Встроенная компрессия – существенная экономия дискового пространства для любых приложений.
  - Архивы и данные для отчетности

# Модели Exadata Database


X2-2 Full Rack


X2-2 Half Rack


X2-2 Quarter Rack


X2-8 Full Rack

# Масштабируем производительность и объем


- **Масштабируемость**
  - До 8 стоек в одну систему простым подключением кабелей
    - Больше с использованием внешних InfiniBand коммутаторов
  - Масштабируется до сотен серверов хранения
    - Многопетабайтные БД
- **Избыточность и иммунитет к сбоям**
  - Иммунитет к сбою любого компонента
  - Данные зеркалируются между серверами хранения

# Sun Oracle Database Machine

## Экстремальная Производительность для всего


- Для хранилищ данных
  - Параллельные запросы в памяти или в Flash
    - Сжатые  4TB данных в памяти, 50 TB на flash
  - В среднем в  10X-20X быстрее традиционных хранилищ
- Для OLTP-систем
  - Масштабирование реальных приложений в grid  - среде
  - Smart flash кэш обеспечивает 1 млн операций ввода/вывода в секунду
    - Сжатые 1.2 TB данных в памяти, 15 TB в Flash
  - Сжатие в 50x для архивных данных
  - Защищенность и отказоустойчивоть
- Для консолидации баз данных
  - Поддерживает масштабирование любых типов нагрузки
  - Предсказуемое время отклика  в многопользовательском окружении

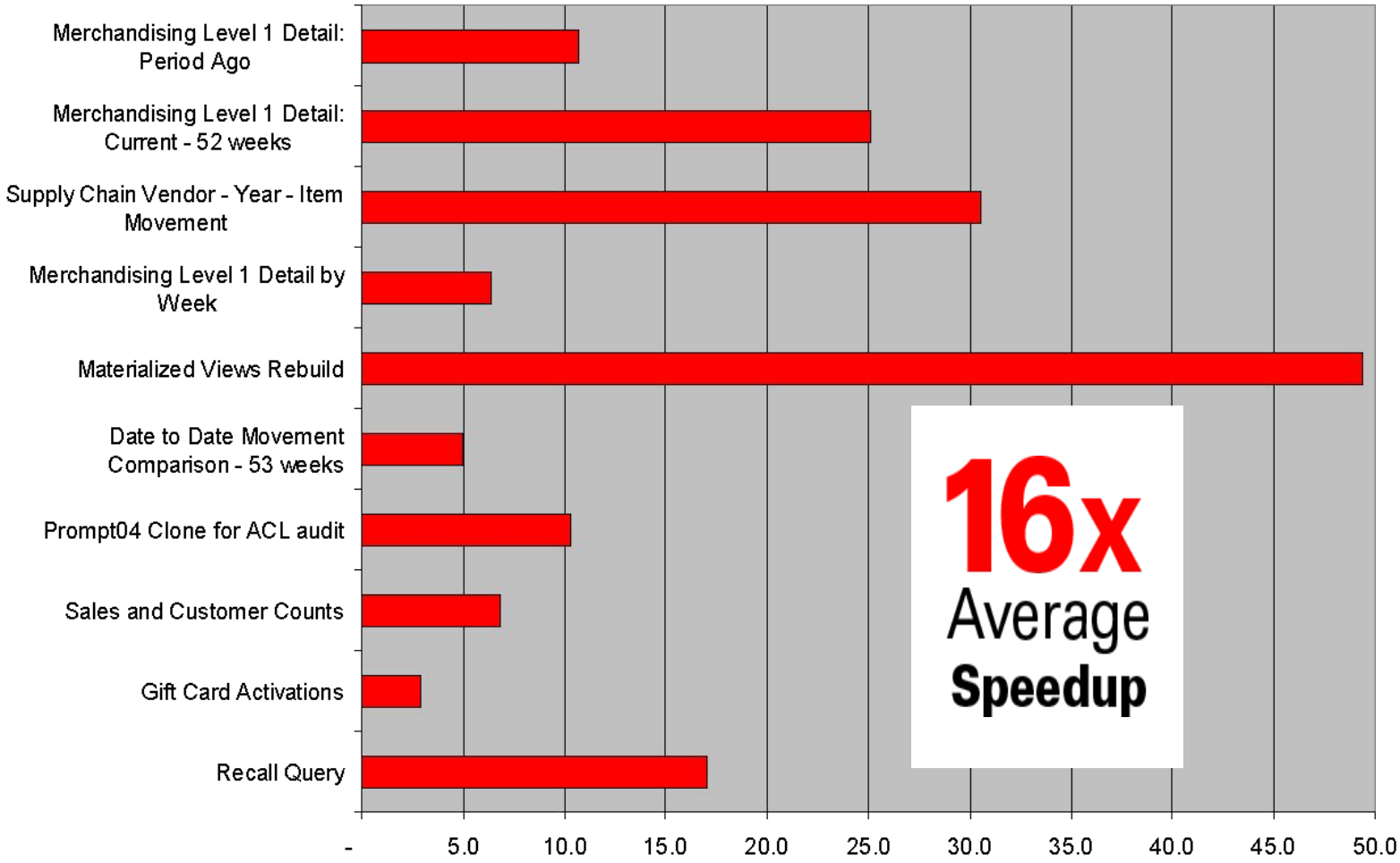
# Что говорят заказчики

# Exadata на рынке

- Была выпущена в 2008
- Применяется в всех регионах и индустриях

# Giant Eagle ускорение – от 3X до 50X

## Ретейлер, хранилище данных по продажам



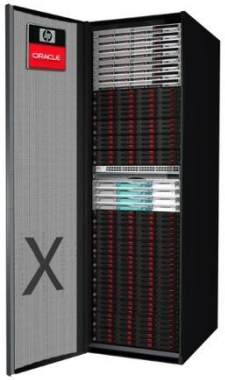
# Giant Eagle


## Существующая система

13 IBM P570 CPUs

EMC CLARiiON and DMX Storage Array

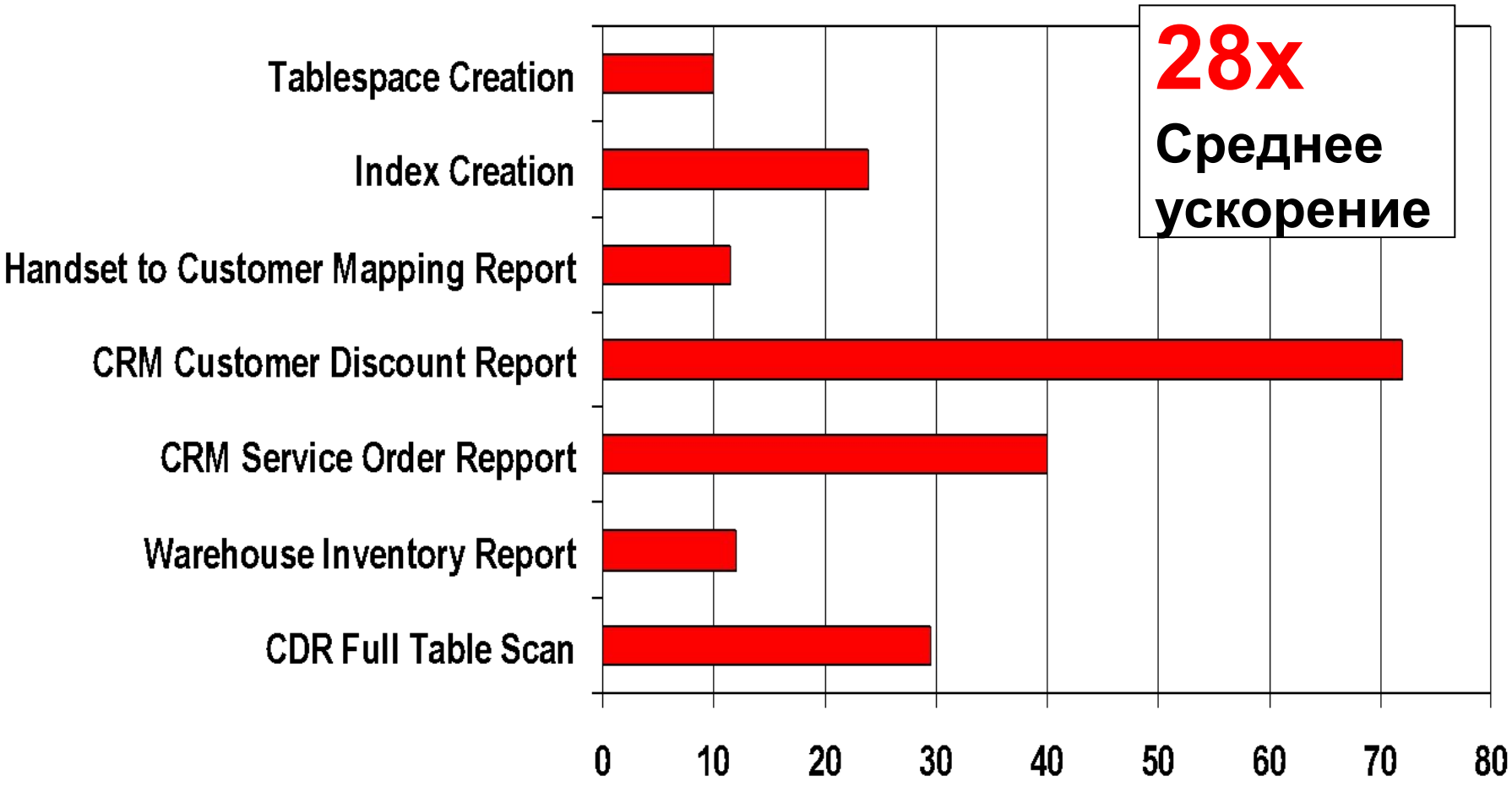
## 1/2 Database Machine




Рост производительности в среднем в **16** раз

# M-Tel ускорения операций – 10X to 72X

## Мобильный оператор, Болгария



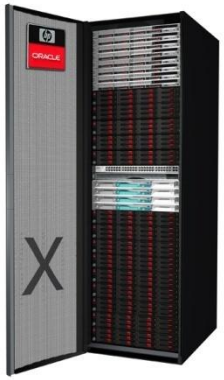
# Оборудование M-Tel

## Существующая система

2 IBM P570s

EMC CX3-40 Storage

## 1/2 Database Machine



# Успех Database Machine


**“Запрос, который раньше выполнялся 24 часа, сейчас выдает результат за 30 минут. Oracle Database Machine превзошла конкурентов в пропускной способности, скорости загрузки, объеме системы хранения и прозрачности.”**

**Christian Maar, CIO**


**“Oracle Database Machine идеальная эффективная по стоимости платформа для удовлетворения наших потребностей в скорости и масштабируемости.”**

**Ketan Parekh, Manager Database Systems**


**“После тщательного тестирования нескольких платформ для хранилищ данных, мы выбрали Oracle Database Machine. Oracle Exadata способна ускорить наши критичные процессы с дней до минут..”**

**Brian Camp, Sr. VP of Infrastructure Services**

# Exadata в 6 раз дешевле

## *Самый мощный в IBM - Power 795*

2 Exadata X2-8

**$3**,000,000

- Больше ядер **CPU**
- Более производительный I/O
- Одинаковый объем дисков
  - Но еще не считая сжатия !
- Отказоустойчивая конфигурация

**IBM P795** + 4 DS8700s with Flash

**$18**,860,000

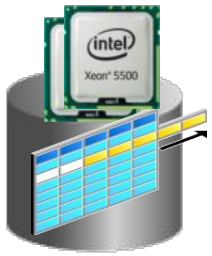
**Сравнение цен только на железо**

# Oracle Sun Exadata

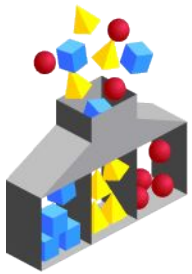
## *Идеальная платформа для баз данных*


- **Для хранилищ данных**
- **Для оперативных систем (OLTP)**
- **Для консолидации баз данных**

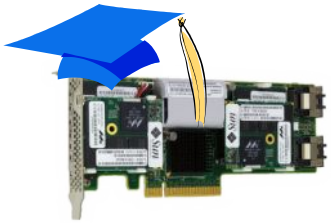
**Быстрее, с меньшей стоимостью**




**Интелектуальная система хранения**



**Сжатие по столбцам**



**Быстрый Flash Cache**





42

# Ресурсы

- Oracle.com:
  **http://www.oracle.com/exadata**
- Портал о технологиях Oracle Exadata:
  **http://www.oracle.com/technology/products/bi/db/exadata**
- Документы об Oracle Exadata:
  **http://www.oracle.com/technology/products/bi/db/exadata/pdf/exadata-technical-whitepaper.pdf**

  **http://www.oracle.com/technology/products/bi/db/exadata/pdf/migration-to-exadata-whitepaper.pdf**

# Database Machine Hardware Price

- Price includes only base hardware and 1 year basic warranty
- See Exadata Price List for definitive prices

| | List Price |
|---|---|
| X2-8 Full Rack | $1,500,000 |
| X2-2 Full Rack | $1,000,000 |
| X2-2 Half Rack | $550,000 |
| X2-2 Quarter Rack | $300,000 |
| X2-2 Half Rack to Full Rack Upgrade | $525,000 |
| X2-2 Quarter Rack to Half Rack Upgrade | $300,000 |
| X2-2 Storage Server | $55,000 |
| X2-2 Expansion Switch Kit | $23,000 |

# Exadata Storage Software Licenses

- Customer must purchase (or transfer existing) Exadata Storage software licenses
  - Note that the licenses can be transferred to another machine in the future. For example, 5 years later if the customer replaces their hardware with a new version, they can transfer their existing licenses from the old hardware.
- Licensing metrics based on number of disk drives in storage servers in the Database Machine.
- List Price is $10,000 / disk drive

| | Required Exadata Licenses |
|---|---|
| X2-8 Full Rack | 168 |
| X2-2 Full Rack | 168 |
| X2-2 Half Rack | 84 |
| X2-2 Quarter Rack | 36 |
| X2-2 Half Rack to Full Rack Upgrade | 84 |
| X2-2 Quarter Rack to Half Rack Upgrade | 48 |

ORACLE


ORACLE®