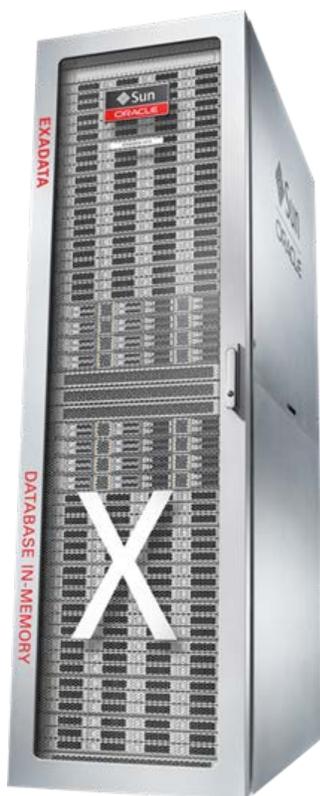


МАШИНЫ БАЗ ДАННЫХ ORACLE EXADATA X7-2

ORACLE®
EXADATA



Машины баз данных Oracle Exadata отличаются исключительно высокой производительностью, экономичностью и обеспечением высокой доступности баз данных Oracle. В основе решений Exadata лежит современная облачная архитектура, которая сочетает высокопроизводительные горизонтально масштабируемые серверы баз данных, горизонтально масштабируемые интеллектуальные серверы хранения данных с современными флеш-накопителями PCI, а также унифицированную высокопроизводительную сетевую среду InfiniBand, объединяющую все серверы и хранилища. Уникальные сквозные алгоритмы обработки баз данных в Exadata реализованы на уровнях хранилища, вычислительных серверах и сетевых компонентах InfiniBand, обеспечивая более высокую мощность и производительность при меньших затратах по сравнению с другими платформами. Машины баз данных Exadata предназначены для любых задач баз данных, включая обработку интернет-транзакций, организацию информационных хранилищ, выполнение аналитики в оперативной памяти (In-Memory Analytics) и любые их комбинации. Простые и быстрые вводе в эксплуатацию Машины баз данных Exadata обеспечивают надежную защиту важнейших баз данных клиентов. Машина БД Exadata может быть куплена и развернута в ЦОД у заказчика как основа частного облака для баз данных, или приобретена как облачная среда через сервисную подписку (вся инфраструктура управляется инженерами Oracle) при двух возможных вариантах размещения – в публичном облаке Oracle Public Cloud или же у самого заказчика Cloud at Customer.

Программно-аппаратный комплекс для быстрого и надежного развертывания

Машина баз данных Exadata проста в развертывании, т.к. включает в себя все необходимые для работы с СУБД Oracle аппаратные компоненты. Сетевое оборудование, серверы баз данных и серверы хранения данных предварительно сконфигурированы, настроены и протестированы экспертами Oracle, что позволяет экономить недели и даже месяцы рабочего времени, которые обычно требуются для развертывания высокопроизводительных систем. Всестороннее комплексное тестирование гарантирует

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- До 912 ядер ЦП и 28,5 ТБ памяти на стойку для задач баз данных
- До 360 ядер ЦП в стойке, выделенных для обработки SQL-запросов в системе хранения
- От 2 до 19 серверов баз данных на стойку
- От 3 до 18 серверов хранения на стойку
- До 920 ТБ флеш-памяти (неформатированной) на стойку
- До 2,1 ПБ дискового пространства (неформатированного) на стойку
- Технология Hybrid Columnar Compression (гибридное сжатие по столбцам) обеспечивает 10–15-кратное сжатие данных
- Сеть InfiniBand со скоростью 40 Гбит/сек. (QDR)
- Полное резервирование, которое обеспечивает высокую готовность

совместимость всех компонентов (ПО баз данных, ОС, микропрограммного обеспечения, драйверов и т. п.), а также отсутствие узких мест производительности и единых точек отказа, которые могут стать причиной выхода системы из строя.

Конфигурации всех машин баз данных Exadata стандартны, что дает вам возможность опираться на опыт тысяч других пользователей — банков, телекоммуникационных компаний и организаций розничной торговли, — которые уже внедрили Exadata для своих критически важных приложений. Системы заказчиков также идентичны системам, которые служба поддержки Oracle использует для выявления и разрешения проблем, системам, которые разработчики Oracle применяют при создании и тестировании СУБД Oracle, и системам, которые корпорация Oracle использует для реализации собственных публичных облачных сред SaaS (ПО как услуга) и PaaS (платформа как услуга). Таким образом, **Exadata — это наиболее тщательно протестированная и настроенная платформа для работы с СУБД Oracle, обеспечивающая высочайший уровень поддержки.**

На всех машинах баз данных Exadata используется стандартная СУБД Oracle, что позволяет **с легкостью перенести любое предложение, использующее СУБД Oracle, на машину баз данных Exadata, не изменяя само приложение.** Базы данных можно также легко переносить из машины Exadata на любое другое поддерживаемое СУБД Oracle оборудование, функциональные возможности системы останутся неизменными.

Заказчикам, желающим развернуть базу данных в общедоступном облаке, **Exadata обеспечивает полную совместимость между локальной и облачной средами**, что обеспечивает удобный перенос приложений в облачную среду и возможность развертывания гибридных облачных сред.

ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- Настроенная и протестированная система, которая оптимизирована для любых приложений, предназначенных для работы с БД.
- Полоса пропускания ввода-вывода несжатых данных при обработке SQL-запросов — до 350 ГБ/сек. на стойку.
- Возможность выполнять до 4,8 млн операций ввода-вывода для СУБД блоками по 8 КБ и до 4,3 млн операций ввода-вывода и записи во флеш-память в секунду на стойку блоками по 8 КБ.
- Возможность добавления вычислительных серверов и серверов хранения в соответствии с размером приложения.
- Масштабирование путем подключения нескольких стоек машины баз данных Exadata X7-2 или стоек Exadata для расширения хранилища. Возможность подключения до 18 стоек с помощью кабелей InfiniBand и внутренних коммутаторов. Более крупные конфигурации можно создавать с помощью внешних коммутаторов InfiniBand.

ДРУГИЕ ПРОДУКТЫ

- Облачный сервис Oracle Database Exadata Cloud Service
- Облачный сервис Oracle Database Exadata Cloud at Customer
- Машина баз данных Oracle Exadata X6-8
- Инфраструктура Oracle Exadata Database Server X7-2 и инфраструктура InfiniBand
- Стойка Oracle Exadata X7-2 для расширения систем хранения
- Инфраструктура Oracle Exadata Storage Server X7-2 и инфраструктура InfiniBand

Высокий уровень масштабируемости и гибкое наращивание системы

Машины баз данных Exadata построены на **горизонтально масштабируемой архитектуре, как на уровне серверов баз данных, так и уровне серверов хранения.**

Расширение мощностей и емкостей Exadata происходит путем сбалансированного увеличения числа процессоров, ресурсов хранения и сетевых ресурсов, что обеспечивает масштабируемость без возникновения узких мест.

Горизонтально масштабируемая архитектура позволяет создавать конфигурацию для решения задач любого объема, а также легко наращивать конфигурацию от небольшой до чрезвычайно крупной, не допуская при этом появления узких мест производительности и единых точек отказа.

Широкополосная **сеть InfiniBand** с пропускной способностью 40 Гбит/сек. и малыми временем задержки объединяет все внутренние компоненты системы Exadata.

Специализированные сетевые протоколы для СУБД Oracle на основе стандарта InfiniBand обеспечивают **значительно меньшие задержки и более широкую полосу пропускания**, чем при использовании обычных коммуникационных протоколов. Это обеспечивает быстрой отклик при выполнении операций OLTP и более высокую пропускную способность, необходимую при решении аналитических задач. Также машины баз данных Exadata поддерживают подключение к внешним системам по стандартному интерфейсу Ethernet 10 Гбит или 25 Гбит.

Машина баз данных Exadata — это самая универсальная платформа для работы с базами данных. Машины Exadata X7-2 используют мощные серверы баз данных, каждый из которых оснащен двумя 24-ядерными процессорами x86 и 384 ГБ памяти (с возможностью

- Oracle SuperCluster
- СУБД Oracle Database 12c
- ПО Real Application Clusters
- Средства разбиения на разделы
- Большое количество арендаторов
- Решение Database In-Memory
- Приложение Advanced Compression
- Опция Advanced Security
- Приложение Active Data Guard
- ПО GoldenGate
- ПО Real Application Testing
- OLAP
- Расширенные аналитические возможности
- Средства бизнес-аналитики
- Enterprise Manager
- Oracle Linux
- Oracle Virtual Machine

ДРУГИЕ УСЛУГИ

Oracle предлагает следующие услуги:

- Расширенные услуги для заказчиков
- Поддержка Oracle Support для систем
- Услуги Oracle Platinum
- Консалтинговые услуги
- Курсы Oracle University

«Я готов рекомендовать платформу Exadata за ее производительность, надежность и уровень поддержки. Эти ее преимущества каждый день помогают мне в работе».

– Ричард Эволд (Richard Ewald)
Старший архитектор технических систем, корпорация Sprint

«Система Oracle Exadata позволила нам быстро и легко перенести наши облачные интегрированные бизнес-приложения, не внося в них какие-либо значительные изменения, и при этом сократить расходы на эту операцию. Благодаря Oracle мы смогли ускорить обработку пакетных данных в 241 раз и в 3 раза повысить общую производительность системы, что, в свою очередь, позволило нам улучшить эффективность выполнения как повседневных, так и критически важных задач, а также повысить качество обслуживания заказчиков».

– Кёдзи Като (Kyoji Kato)
Старший руководитель и главный управляющий компании Daiwa House

расширения до 1,5 ТБ). Кроме того, Exadata использует горизонтально масштабируемые серверы хранения High Capacity (HC) и Extreme Flash (EF). Серверы высокой емкости HC оснащены четырьмя NVMe PCI флеш-картами, каждый с кешем Exadata Smart Flash Cache объемом 6,4 ТБ (неформатированная емкость), а также 12 дисками по 10 ТБ со скоростью 7200 об./мин. Серверы хранения Extreme Flash на основе флеш-памяти оснащены восемью NVMe PCI флеш-картами емкостью по 6,4 ТБ (неформатированная емкость). Начальная конфигурация машины баз данных Exadata включает в себя два сервера баз данных и три сервера хранения. При необходимости можно добавить в конфигурацию дополнительные серверы баз данных и серверы хранения. Гибкая конфигурация машины обеспечивает исключительно эффективные механизмы расширения вычислительных мощностей и/или емкости хранения в соответствии с потребностями вашего бизнеса.

Вы можете не только расширять возможности одной стойки, но и **соединять сразу несколько стоек с помощью интегрированной матрицы InfiniBand**, чтобы создавать еще более крупные конфигурации. Например, система из четырех стоек в четыре раза мощнее, чем одностоечная система, ведь пропускная способность подсистемы ввода-вывода, емкость хранилища и скорость обработки увеличиваются в четыре раза. Машина может быть сконфигурирована как единая система или разбита на логические разделы для консолидации нескольких баз данных. Горизонтальное расширение машин баз данных Exadata отличается исключительной простотой. Опция Oracle Real Application Cluster (RAC) поддерживает динамическое наращивание вычислительной мощности, а функционал Automatic Storage Management (ASM) — динамическое наращивание емкости системы хранения данных.

При необходимости наращивания емкости сверх одной стойки можно воспользоваться **стойкой Oracle Exadata Expansion Rack**. Она позволяет наращивать емкость хранилища и расширять полосу пропускания для любой машины баз данных Exadata. Эта стойка может потребоваться для развертывания баз данных с, очень большими объемами, включая исторические и архивные данные, резервные копии, документы, изображения, файлы XML и JSON, а также данные бизнес-приложений. Стойки расширения подключаются к Exadata с помощью интегрированной матрицы InfiniBand. Настройка и добавление дополнительного пространства к базе данных выполняется онлайн с помощью нескольких простых команд. Начальная конфигурация стойки Exadata Expansion Rack включает в себя четыре сервера хранения данных и может быть расширена.

Возможность интеграции новых поколений серверов СУБД и систем хранения в уже существующие конфигурации Exadata обеспечивает защиту ваших инвестиций. Кроме того, новые версии ПО совместимы с предыдущими поколениями машин баз данных Exadata.

Серверы хранения Extreme Flash: рекордная производительность подсистемы ввода-вывода

Впервые **серверы хранения Extreme Flash (EF)** были использованы в системах Exadata X5 и теперь стали одним из основных компонентов оптимизированных машин баз данных Exadata на основе флеш-памяти. Каждый сервер хранения EF содержит восемь современных флеш-накопителей Flash Accelerator F640 NVMe PCI емкостью 6,4 ТБ. Таким образом, общая неформатированная емкость сервера хранения EF составляет 51,2 ТБ. Машины баз данных Exadata X7 используют современную флеш-память, что обеспечивает более высокую скорость и производительность, а также более долгий срок эксплуатации по сравнению с предыдущими поколениями флеш-памяти. Средний срок службы элементов флеш-памяти корпоративного класса, используемой в Exadata X7, составляет 8 лет и более при решении базой данных типичных рабочих задач. Флеш-память

пользовательского класса, напротив, может со временем изнашиваться, ее производительность может ухудшиться всего через несколько лет использования.

Exadata обеспечивает сверхвысокую производительность за счет того, что флеш-накопители подключаются непосредственно к высокоскоростной шине PCI, а не к медленным дисковым контроллерам. Флеш-память Exadata использует новейший протокол NVMe (Non-Volatile Memory Express), что позволяет сократить время ответа до минимума и снизить затраты ресурсов ЦПУ.

Архитектура традиционных систем хранения часто не позволяет полностью использовать производительность флеш-памяти. Машины баз данных Exadata скомбинированы из горизонтально масштабируемой системы хранения, интерконнекта InfiniBand, функционала переноса обработки данных СУБД на системе хранения и флеш-память PCI, что обеспечивает очень высокую эффективность флеш-памяти. Машина баз данных Exadata X7-2 в конфигурации Full Rack, т.е. с 8 серверами баз данных и 14 серверами хранения Extreme Flash позволяет достигнуть для **аналитических запросов скорость сканирования потока данных SQL до 350 ГБ/сек.** и выполнять **3,5 млн IOPS с временем ответа флеш-памяти 0,25 мс** для задач баз данных. Кроме того, машина Exadata в этой конфигурации способна выполнять до **5,97 млн IOPS при произвольном чтении/записи блоков размером по 8 КБ**, что является абсолютным рекордом для нагрузок СУБД. Производительность увеличивается при добавлении стоек.

Эта производительность на порядок выше, чем у массивов хранения данных традиционной архитектуры, и значительно выше, чем у современных СХД на основе флеш-памяти. Важно отметить, что это реальные комплексные показатели производительности одностоечной системы Exadata при выполнении задач SQL с реалистичным объемом операций ввода-вывода. Это не результаты измерений на уровне отдельных компонентов с использованием низкоуровневых инструментальных средств ввода-вывода.

«Машина баз данных Oracle Exadata помогает нам менять свои методы бизнеса. Наша SAP-среда является одной из самых крупных в мире, и мы смогли увеличить ее пропускную способность вдвое без ущерба для стабильности работы».

— Милт Саймондс (Milt Simonds)
Директор отдела корпоративных платформ,
корпорация AmerisourceBergen



Рис. 1. PCIe-карта Flash Accelerator

«Мы выбрали комплексное решение Oracle Exadata, что позволило нам создавать ежедневные финансовые отчеты в 4 раза быстрее, а отчеты о риске неликвидности — в 7 раз быстрее. Это помогает нам соблюдать соглашения об уровнях обслуживания, улучшать управление кредитными рисками и экономить пространство ЦОД».

— Вейбхав Самант (Vaibhav Samant), старший вице-президент по информационным технологиям, компания HDFC Bank Ltd.

Серверы хранения высокой емкости: большие объемы недорогих дисковых накопителей со скоростью флеш-технологий

Вторая доступная опция комплектования Exadata X7-2 — **сервер хранения высокой емкости**. Он оснащен двенадцатью дисками SAS емкостью 10 ТБ, что в сумме составляет 120 ТБ общего неформатированного дискового пространства. Кроме того, сервер имеет четыре NVMe PCIe-карты Flash Accelerator F640 NVMe с флеш-память общей емкостью 25,6 ТБ. Флеш-память сервера хранения высокой емкости может использоваться как флеш-диски, но почти всегда конфигурируется как дисковый кеш на основе флеш-памяти (**Exadata Smart Flash Cache**) над уровнем дискового хранилища. В этом случае кеширование обеспечивает производительность флеш-уровня при работе с гораздо большим объемом

данных, чем может вместить флеш-память.

Exadata Smart Flash Cache автоматически кеширует часто используемые данные, сохраняя редко используемые данные на диске. Это обеспечивает производительность на уровне флеш-памяти, в то время как емкость и стоимость находятся на уровне дисковых накопителей. Алгоритм кеширования Exadata Smart Flash Cache учитывает особенности профиля нагрузок баз данных и позволяет избежать кеширования данных, которые редко используются СУБД или слишком велики, чтобы уместиться в кеш-памяти. Например, Exadata не кеширует операции ввода-вывода, связанные с резервным копированием, сканированием таблиц, а также промежуточные результаты, которые быстро удаляются. Возможности автоматического кеширования позволяют администраторам использовать SQL-директивы, гарантирующие постоянное хранение данных, конкретных таблиц, индексов или отдельных разделов в кеш-памяти на флеш-накопителях. Машина баз данных Exadata X7-2 с 8 серверами баз данных и 14 серверами хранения высокой емкости способна **осуществлять аналитическое сканирование потока данных SQL со скоростью до 350 ГБ/сек.** и выполнять до **4,8 млн IOPS при произвольном чтении/записи блоков по 8 КБ**, а также обеспечивает **время ответа в 0,25 мс обращения к флеш-памяти при 2,7 млн IOPS** для выполнения стандартных рабочих задач СУБД.

Технология Exadata Smart Flash Cache обеспечивает производительность подсистемы ввода-вывода на уровне флеш-памяти и быстрый отклик при обращении к данным, объем которых во много раз больше физического объема флеш-памяти программно-аппаратного комплекса, за счет перемещения активных данных во флеш-память и сохранения редко используемых данных на диске. Обычно эффективность Exadata Smart Flash Cache превышает 95 % или даже 99 % при реальном профиле нагрузки СУБД, даже если объем флеш-памяти меньше объема диска в 7 и более раз. Эти показатели означают, что при использовании технологии Exadata Smart Flash Cache **эффективный объем флеш-памяти** во много раз превышает объем физической флеш-памяти. Например, машина баз данных Exadata X7-2 с 8 серверами баз данных и 14 серверами хранения высокой емкости нередко имеет эффективный объем флеш-памяти, равный объему используемого дискового пространства — 500 ТБ.

Технология Exadata Smart Flash также кеширует блоки баз данных при выполнении операций записи, используя технологию Exadata Write Back Flash Cache. Это исключает узкие места, свойственные дискам, при обработке крупномасштабных OLTP и пакетных задач. Производительность флеш-памяти Exadata X7-2 с 8 серверами баз данных и 14 серверами хранения высокой емкости превышает **4,3 млн IOPS по 8 КБ**. Кеш записи Exadata «прозрачна», постоянна и полностью зарезервирована. Производительность подсистемы ввода-вывода Exadata Smart Flash Cache сравнима с производительностью десятков дисковых массивов корпоративного класса с тысячами дисковых накопителей.

Автоматическое перераспределение данных между ОЗУ, флеш-накопителями и дисками, реализованное в Exadata, обеспечивает существенные преимущества перед другими решениями на базе флеш-технологий. Многие производители систем хранения данных признают, что архитектуре традиционных массивов хранения присущи узкие места, ограничивающие производительность флеш-памяти, и поэтому разрабатывают новые массивы на базе только флеш-накопителей. Эти флеш-массивы обеспечивают более высокую производительность по сравнению с традиционными массивами, однако они дороже по сравнению с системами, которые используют интеллектуальное разделение данных на уровне между дисками и флеш-накопителями.

«Создание отчетов занимает не более 10 минут. До этого нам приходилось ждать по 3–4 часа, теперь же — всего 3 минуты. Звучит невероятно, но таковы факты.»

- Пользователь финансового отдела Turkcell

Поэтому общий объем данных, получающих преимущества флеш-технологии, ограничивается размером дорогостоящей флеш-памяти. Такие флеш-массивы не поддерживают уникальных технологий оптимизации хранилища Exadata и не получают их преимуществ. Технологии дедупликации данных, которые поддерживаются в некоторых флеш-массивах, очень эффективны в отношении сред VDI (инфраструктура виртуальных рабочих мест), но бесполезны при работе с базами данных.

Система Exadata имеет значительно более высокую емкость, чем универсальные массивы на базе только флеш-памяти, и при этом ее производительность выше. Массивы на базе только флеш-памяти не могут обеспечить пропускную способность, характерную для интегрированной и оптимизированной архитектуры Exadata, которая полностью поддерживает горизонтальное масштабирование на основе InfiniBand, располагает высокоскоростной флеш-памятью PCI, а также позволяет выполнять внутри системы хранения операции с интенсивной обработкой данных и с алгоритмами, специально оптимизированными для баз данных.

«Машина баз данных Oracle Exadata стала основой нашего стека. Благодаря решениям Oracle Exadata мы смогли сократить время обработки крупных запросов от нескольких дней до нескольких минут, а небольших — с нескольких минут до нескольких секунд».

- Крис Уонс (Chris Wones), архитектор корпоративных систем компании dunnhumby

Ускорение обработки баз данных благодаря интеллектуальному системному ПО

При быстром росте объема данных традиционные массивы хранения не успевают передавать данные с дисков и флеш-накопителей на серверы базы данных достаточно быстро, чтобы обеспечить загрузку ЦП. Современные серверы с десятками процессорных ядер обрабатывают данные со скоростью десятки и даже сотни гигабайт в секунду. Традиционные массивы не могут обеспечить эквивалентную скорость передачи данных через контроллеры и сетевую среду системы хранения.

Беспрецедентная производительность Exadata и отсутствие узких мест, характерных для обычных массивов хранения, обеспечиваются за счет **ПО серверов хранения Exadata**. Это программное обеспечение для серверов хранения Exadata позволяет создать высокоэффективную инфраструктуру хранения, оптимизированную для баз данных. Каждый сервер хранения Exadata оснащен двумя 10-ядерными процессорами x86, которые используются для разгрузки задач обработки баз данных. В стойке Exadata может быть до 360 ядер процессоров на уровне системы хранения, которые используются для обработки данных типично осуществляемых в серверах СУБД. Процессоры серверов хранения не заменяют ЦП баз данных. Они ускоряют интенсивную обработку данных, подобно тому, как графические карты ускоряют обработку изображений.

Среди множества уникальных функций ПО серверов хранения Exadata стоит указать технологию интеллектуального сканирования **Smart Scan**, которая **позволяет выполнять сложные SQL-операции по обработке данных не на серверах баз данных, а непосредственно на серверах хранения**. В этом случае фильтрация и обработка данных выполняются незамедлительно, причем параллельно на всех серверах хранения по мере считывания данных с диска или из флеш-памяти. **На серверах баз данных отправляются только строки и столбцы, непосредственно связанные с запросом**.

Например, при обработке запроса о заказчиках, совершивших покупку на сумму свыше 1000 долларов США в марте, система Exadata проведет сканирование таблицы в системе хранения Exadata, отфильтрует все заказы на покупки стоимостью менее 1000 долларов США, отфильтрует все заказы на покупки, совершенные не в марте, и извлечет только имена заказчиков, соответствующих этим критериям.

В итоге объем данных, пересылаемых на серверы баз данных, сократится на порядок. Это значительно ускоряет обработку запросов, устраняет узкие места и существенно снижает загрузку ЦП на серверах баз данных.

«Благодаря Exadata мы можем каждый день быстро обрабатывать 65 млн транзакций, связанных со стоимостью использования данных, и при этом предоставлять заказчикам информацию в реальном времени. Это повышает степень удовлетворенности заказчиков и помогает сократить расходы».

- Чжин Хён Ли (Jin Hyung Lee)
Руководитель отдела ИКТ, разработка сетевых технологий, компания SK Telecom

Storage Index — еще одна эффективная функция ПО серверов хранения Oracle Exadata, которая позволяет избежать ненужных операций ввода-вывода и повысить общую производительность системы. Индексация данных поддерживается в памяти и используется для отслеживания суммарных данных по столбцам таблиц, содержащихся в каждом сервере хранения. Когда в запросе присутствует условие WHERE, ПО сервера хранения Exadata выполняет проверку индексов хранилища. Используя фильтр Блума, система определяет, существуют ли строки с указанным значением столбца в конкретной области диска сервера хранения. Если фильтр Блума не находит значение столбца, сканирование и операции ввода-вывода для этой области в рамках текущего запроса не выполняется. Storage Index значительно ускоряет большинство операций SQL, поскольку вместо множества операций ввода-вывода автоматически выполняется поиск в специальных структурах данных в оперативной памяти.

Сочетание ПО СУБД Oracle, ПО Exadata для серверов хранения и инфраструктуры Exadata предоставляет ряд дополнительных возможностей, которые обеспечивают беспрецедентный уровень производительности для задач OLTP. Например, протокол **Exafusion Direct-to-Wire Protocol** позволяет процессам СУБД получать и отправлять сообщения в Oracle Real Application Clusters (Oracle RAC) прямо через адаптеры InfiniBand используя **Remote Direct Memory Access (RDMA)** в обход ядра ОС и без накладных расходов сетевого стека. Это обеспечивает более быстрый отклик системы и улучшает масштабируемость конфигураций Oracle RAC OLTP на машине баз данных Oracle Exadata, especially for workloads with high-contention updates.

In some OLTP workloads, more than half of remote reads are for Undo Blocks to satisfy read consistency. Exadata uniquely leverages ultra-fast RDMA to read UNDO blocks from other database instances, further improving OLTP performance.

Алгоритм **Smart Fusion Block Transfer** повышает производительность конфигурации Oracle RAC OLTP за счет исключения времени задержки при записи в журнал СУБД, особенно при передаче активных блоков данных между узлом-отправителем и узлом-получателем. Передача данных начинается одновременно с операцией записи в журнал на узле-отправителе, а не после её завершения. По результатам внутреннего тестирования, технология интеллектуальной передачи блоков Smart Block Transfer повышает пропускную способность примерно на 40 % и ускоряет отклик системы примерно на 33 % для задач с интенсивным обменом данными.

Чтобы еще больше ускорить выполнение задач OLTP, технология Smart Flash Cache использует специальный алгоритм сокращения задержек при записи журнала базы данных **Exadata Smart Flash Logging**. Время, необходимое для фиксации транзакций или выполнения критически важных обновлений, в значительной степени зависит от таких задержек. Smart Flash Logging использует преимущества флеш-памяти системы хранения Exadata, а также высокоскоростную оперативную память дисковых контроллеров Exadata, что позволяет значительно сократить задержки при записи журналов и избежать задержек при пиковой нагрузке, которые часто имеют место при использовании других флеш-решений. Алгоритмы Exadata Smart Flash Logging являются уникальной особенностью системы Exadata.

Оптимизация использования пространства хранилища и интенсивность ввода-вывода за счет сжатия данных

Сервер хранения данных Exadata поддерживает передовую технологию сжатия данных **Hybrid Columnar Compression (HCC)**, которая обеспечивает значительную экономию пространства, занимаемого крупными базами данных в системе хранения. Технология

«Exadata — это ключевой элемент нашей системы бронирования. Без нее мы не сможем вести свою деятельность, в частности продавать билеты».

- Джеймс Каллаган (James Callaghan),
директор по технологиям, компания Westjet

«Exadata повышает коэффициент сжатия данных в нашем хранилище в 20 раз».

- Джонатан Уолш (Jonathan Walsh),
руководитель отдела бизнес-аналитики и хранения данных, компания Morrisons

НСС — это инновационный метод организации данных в таблицах баз данных. Как следует из названия, она сочетает методы хранения данных в столбцах и строках. Этот гибридный подход предоставляет преимущества систематизации данных по столбцам, предотвращая при этом узкие места производительности, связанные с таким способом хранения.

Технология НСС обеспечивает самую высокую степень сжатия данных из возможных для баз данных Oracle, существенную экономию средств и повышение производительности за счет уменьшения требуемого количества операций ввода-вывода, особенно для аналитических задач. Коэффициент экономии зависит от хранимых данных. Как правило, данные можно сжать в 5–20 раз. Типичный коэффициент экономии — 10, и это самый высокий показатель в отрасли. В традиционных системах высокая степень сжатия данных приводит к падению производительности в силу использования ресурсов ЦП. Поскольку машина баз данных Exadata способна производить распаковку данных на большом количестве процессоров в хранилище Exadata, а высокий коэффициент сжатия позволяет сократить нагрузку на подсистему ввода-вывода, использование технологии НСС может ускорить выполнение большинства аналитических задач.

Технология НСС сочетает преимущества сжатия данных с высокой производительностью обработки аналитических запросов при хранении данных в поколоночном хранилище. При операциях детализации (Drill Down), в которых необходим построчный доступ, НСС позволяет избежать резкого снижения производительности, которое характерно для систем с исключительно колоночной организацией хранения.

Технология Hybrid Columnar Compression доступна в двух режимах. Режим **Warehouse compression** (сжатие хранилища) подходит для задач с интенсивными операциями чтения, такими как хранилища данных, и обеспечивает значительную экономию пространства, одновременно повышая производительность выполнения аналитических задач. Режим **Archive compression** (архивное сжатие) обеспечивает высочайшую степень сжатия редко используемых данных, которые должны оставаться активными.

На OLTP-системах технология Hybrid Columnar Compression может применяться для сжатия старых неактивно используемых данных. Сжатие новых активно используемых и обновляемых данных, может выполняться с помощью функции Advanced Row Compression. СУБД Oracle Database 12c позволяет изменять тип сжатия для отдельных разделов таблицы онлайн (даже при наличии глобальных индексов), что обеспечивает эффективное разбиение на уровни с различным типом сжатия по мере устаревания данных и снижения активности их использования.

Для ускорения отчетности и обработки аналитических запросов применяется уникальная функция Exadata Smart Flash Cache под названием **Exadata Columnar Flash Cache**. Технология Columnar Flash Cache позволяет хранить данные во флеш-памяти Exadata в двух форматах, автоматически преобразовывая часто сканируемые данные хранящиеся в Hybrid Columnar Compressed в чистый поколоночный формат хранения при их загрузке в кеш флеш-памяти. Интеллектуальное сканирование данных (Smart Scan) с колоночной организацией выполняется быстрее за счет считывания только требуемых столбцов. Это позволяет снизить нагрузку на подсистему ввода-вывода флеш-памяти и ресурсы ЦП. Такой подход ускоряет отчетность и обработку аналитических запросов, одновременно обеспечивая высокую производительность при доступе к одиночным строкам.

Устойчивая к отказам и самая быстрая машина для БД In-Memory

Exadata — идеальная платформа для использования опции In-Memory СУБД Oracle. In-Memory на Exadata не требует размещения всех данных в оперативной памяти. Данные могут размещаться на различных уровнях системы хранения: наиболее часто используемые — в оперативной памяти для обеспечения самой высокой

производительности при обработке запросов, активно используемые — на флеш-накопителях для обеспечения очень высокой пропускной способности, а старые данные или те, которые используются менее активно — на недорогих дисковых носителях. **Один запрос может абсолютно прозрачно обращаться к данным на всех трех уровнях: в памяти, на флеш- и дисковых накопителях.** Благодаря этому система Exadata работает быстрее и обеспечивает более высокую производительность при более низких затратах по сравнению с конкурирующими решениями.

В Exadata реализована **переносимость сбоев для In-Memory**, поддерживаемая только программно-аппаратными комплексами Oracle. В обычной кластерной конфигурации при сбое серверного узла данные в памяти на этом узле теряются, и их восстановление на работающем узле займет некоторое время. В этот период аналитическая обработка запросов будет выполняться в разы медленнее, а значит, обычные платформы не смогут соответствовать условиям соглашения об уровнях обслуживания. Функционал переносимости сбоев для In-Memory на Exadata позволяет избежать простоев за счет дублирования размещаемых в памяти данных между серверами кластеризованной базы данных. В случае сбоя сервера запросы смогут прозрачно использовать дубликат данных на работоспособном сервере и продолжать обработку без перерыва.

IN-Memory ускорение нагрузок OLTP и консолидации

Для транзакционных нагрузок Exadata использует уникальные алгоритмы для эффективного использования динамической памяти на уровне серверов хранения данных, что позволяет расширить кэш буферов серверов СУБД. Специализированные алгоритмы перемещают данные между кэшем буферов серверов СУБД и кэшем в динамической памяти серверов хранения. Это сокращает время доступа к данным находящимся в кэш на серверах хранения до 100 наносекунд.

Exadata уникально хранит только одну In-Memory копию данных в кэше СУБД и кэше серверов хранения, обеспечивая эффективное использование динамической памяти без кэширования данных множество раз. Это значительно увеличивает эффективность и является возможным только благодаря плотной интеграции между СУБД и системой хранения.

Улучшенная консолидация с использованием виртуальных машин

Консолидированные среды, работающие в системе Exadata, теперь могут обеспечивать высокий уровень изоляции рабочих нагрузок при помощи виртуальных машин Oracle (OVM). При помощи OVM на одной системе Exadata Database Machine можно развертывать несколько программных кластеров, обеспечивая консолидацию приложений, которые имеют специфические требования к версиям кластерного ПО.

Exadata Database Machine — самая высокопроизводительная в мире машина баз данных. Виртуальные машины Exadata используют высокоскоростное сетевое подключение InfiniBand с технологией Single Root IO Virtualization (SR-IOV), чтобы исключить издержки виртуальной среды для оборудования Exadata. Технология Exadata Smart Scan значительно снижает накладные расходы ресурсов по сравнению с другими платформами за счет резкого уменьшения трафика сообщений для виртуальных машин. Виртуальные машины Exadata могут динамически увеличивать или уменьшать количество ЦП объем памяти с учетом требований приложений, выполняемых в этой виртуальной машине.

Виртуальные машины в системе Exadata рассматриваются как Trusted Partitions, поэтому ПО можно лицензировать на уровне виртуальных машин, а не физических процессоров. При отсутствии Trusted Partitions СУБД и другое ПО Oracle должно лицензироваться из общего количества процессорных ядер на уровне сервера или кластера, даже если не для всех баз данных используются специфические опции.

Безопасность корпоративного класса и экстремальная производительность

Машина БД Exadata — самая безопасные в мире машины для баз данных. Опираясь на средства обеспечения высокой безопасности встроенные в СУБД Oracle, **Exadata выполняет дешифрование данных не в программном обеспечении серверов СУБД, а на аппаратных компонентах сервера хранения Exadata.** Хранилище Exadata одновременно обеспечивает дешифрование и декомпрессию данных, благодаря чему достигается наивысшая производительность защищенных баз данных. **Шифрование выполняется после сжатия данных, что позволяет сократить затраты на дешифрование в соответствии со степенью сжатия.** Благодаря использованию обеих технологий система Exadata способна обращаться с запросами к полностью зашифрованным сжатым базам данных с минимальными затратами, обрабатывая сотни гигабайт пользовательских данных в секунду. Технология **Security in Silicon** позволяет обнаружить и предотвратить недопустимые операции над данными приложения за счет аппаратного отслеживания доступа ПО к памяти. Это предотвращает использование уязвимых мест в ПО вредоносными программами, например атаку переполнения буфера. Технология Security in Silicon с встроенным обнаружением уязвимостей на аппаратном уровне работает гораздо быстрее, чем традиционные программные средства.

Система Exadata спроектирована как интегрированное целое, а не набор компонентов. При использовании традиционных баз данных заказчику приходится брать на себя все задачи по системной интеграции, включая обеспечение безопасности каждого программного и аппаратного компонента в масштабе всего стека продуктов. **Машина баз данных Oracle Exadata обеспечивает безопасность всего стека.** Кроме того, система Exadata использует минимальное число компонентов Linux, только те RPM-пакеты ПО необходимые для работы СУБД Oracle. При таком подходе безопасность системы гораздо выше, чем начальные установки ОС по умолчанию, что позволяет избежать типичных проблем безопасности.

Безопасность Exadata подтверждается сотнями ведущих банков, телекоммуникационных компаний и государственных учреждений по всему миру. Результаты и выводы из всего опыта эксплуатации были использованы в стандартной конфигурации Exadata, что делает эту систему самой защищенной платформой для баз данных.

Высокая готовность для критично важных задач

Машины баз данных Exadata обеспечивают наивысший уровень готовности. **В них предусмотрена защита от любых типов отказов,** включая как простейшие (отказы жесткого диска, сервера или сетевого оборудования), так и более сложные — выход из строя целых центров обработки данных или человеческих ошибок.

На всех машинах баз данных Exadata **оборудование полностью зарезервировано.** В частности, используются резервные сетевые компоненты InfiniBand, распределители питания, источники питания, серверы СУБД и серверы хранения. Возможности Oracle RAC защищают от сбоя сервера СУБД. Функционал ASM обеспечивает зеркалирование данных для защиты на случай отказа диска или целого сервера хранения данных. Утилита Oracle RMAN позволяет очень быстро и с минимумом усилий осуществлять резервное копирование данных на диск или на ленту. Технология Oracle Flashback позволяет «откатить» пользовательские ошибки на уровне СУБД, таблицы или строки. С использованием технологии Oracle Data Guard вторую машину баз данных Exadata можно

«Мне больше не звонят посреди ночи по поводу сбоев. С Exadata наша система всегда готова к работе». — Джеймс Каллаган (James Callaghan), директор по технологиям, компания Westjet

включить в конфигурацию МАА (Maximum Availability Architecture, архитектура максимальной готовности), которая обеспечит прозрачную поддержку реплицирования баз данных на удаленную площадку в режиме реального времени, а также защиту от сбоев основной базы данных и сбоев глобальных для всего ЦОД в целом.

По мнению аналитической компании IDC, система Exadata в конфигурации МАА **обеспечивает готовность 99,999 %**. Системе Exadata присвоена категория отказоустойчивости IDC AL4, наряду с системами HP Integrity NonStop и IBM z Systems¹¹.

Принцип тесной интеграции программных и аппаратных компонентов, реализованный в Exadata, проявляется и в том, как Exadata обеспечивает высокую готовность при самых разнообразных сбоях. Один из способов — **быстрое обнаружение сбоя вычислительных серверов и серверов хранения**. На других платформах обнаружение сбоя основывается на длительных сетевых таймаутах, что приводит к частичному отказу приложений. Благодаря интеграции с InfiniBand система Exadata очень быстро определяет, что сервер не доступен в сети, и сразу же запускает процесс исключения этого сервера из кластера. Вся операция занимает не больше двух секунд, что практически полностью исключает частичный отказ приложений.

Время от времени дисковые и флеш-накопители демонстрируют очень долгое время задержки при выполнении операций ввода-вывода. Это связано с внутренним восстановлением вышедших из строя секторов, перезагрузкой микропрограмм или выравниванием износа. Длительные операции ввода-вывода могут привести к простоям в работе критически важных баз данных OLTP. Используя технологию **I/O Latency Capping**, ПО серверов хранения Oracle Exadata автоматически перенаправляет операции ввода-вывода, связанные с долгим чтением, на копию данных, зеркалированную с помощью ASM, если время задержки таких операций превышает запланированное. Аналогичным образом, операции ввода-вывода записи с большой задержкой перенаправляются на работоспособный флеш-накопитель, что позволяет устранить ошибки записи. При выходе диска из строя ASM перераспределяет хранившиеся на нем данные на другие устройства. При такой ребалансировке ПО серверов хранения Exadata обеспечивает на других серверах соответствующее заполнение кеша флеш-памяти и сохраняет Storage Index, что позволяет поддерживать производительность приложений на том же уровне. При наличии длительных задержек в подсистеме сети, что бывает редко, Exadata перенаправляет операции ввода-вывода с серверов СУБД на другой сервер хранения.

Учитывая лучший в отрасли уровень готовности Exadata, ведущие компании используют эту платформу для работы с критически важными приложениями, включая инструменты для межбанковского перевода средств, интернет-торговли ценными бумагами, отслеживания телефонных вызовов в режиме реального времени и розничной торговли в Интернете. Высочайший уровень готовности Exadata важен не только для оперативной обработки транзакций, но при работе с информационными хранилищами, а также при решении аналитических задач.

Идеальная платформа для реализации концепции «база данных как услуга»

В машине БД Exadata можно разместить множество баз данных, что делает возможным консолидацию баз данных или развертывания частного облака по модели «база данных как услуга». Среды с множеством базами данных отличаются разнообразными, сложными и непредсказуемым профилем нагрузки, объединяющими аналитику, OLTP, а также пакетные задачи с последовательным и произвольным доступом. **Возможность**

¹¹ Исследование Worldwide Fault-Tolerant Servers Market Shares, 2014: *Vendors Are Hearing the Customer — More Bold Moves Needed to Grow the Segment*, IDC, Питер Рюттен (Peter Rutten) и Ллойд Кохен (LloydCohen), октябрь 2015 г.

«Выполнив консолидацию 350 серверов баз данных и систем хранения на базе Exadata, мы получили высокопроизводительную, надежную и масштабируемую мобильную платформу выставления счетов. Теперь мы можем обрабатывать данные о счетах в 10 раз быстрее при сокращении расходов на обслуживание вдвое.

- Томотоки Симамура (Tomoki Shimamura), старший руководитель, отдел систем для выставления счетов, компания NTT DoCoMo, Inc.

«Мы интегрировали 20 устаревших серверов баз данных нашей системы сбыта для инвестиционных компаний в четыре машины баз данных Oracle Exadata. Теперь мы предоставляем информацию заказчикам в 136 раз быстрее, можем добиться большего конкурентного преимущества, а также можем поддерживать рост транзакций в течение 10 лет при более низких затратах».

- Томоширо Такемото (Tomoshiro Takemoto), старший, управляющий директор, подразделение облачных вычислительных услуг, компания Nomura Research Institute Ltd.

выполнять задачи любого типа СУБД и их сочетания, а также лучшие в отрасли масштабируемость и производительность делают Exadata идеальной платформой для консолидации, которая подходит как для сред с несколькими отдельными базами данных, так и для подключаемых СУБД в архитектуре Oracle Multitenant в Oracle Database 12c.

Среды с несколькими базами данных создают неминуемый риск того, что одна из них будет потреблять слишком много ресурсов, влияя на качество обслуживания других баз данных.

В Exadata реализована уникальная **комплексная система распределения**

приоритетов — от приложений до ЦПУ серверов, сети и хранилищ. Приоритеты и ограничения по ресурсам можно указывать на уровне физической базы данных, подключаемой базы данных, соединений, приложений, пользователей и даже отдельных задач, что гарантирует предоставление необходимых ресурсов и целевое время отклика для каждой из консолидированных баз данных или каждой SQL-операции.

В Exadata реализованы уникальные средства **управления ресурсами СУБД и системы ввода-вывода**. Приоритеты операций настроенные на СУБД данных автоматически передаются серверам хранения Exadata и соблюдаются при выполнении каждой операции ввода-вывода, что гарантирует соблюдение одинаковых квот и приоритетов как при распределении процессорного времени, так и в очередях ввода-вывода. Те же принципы управления ресурсами применяются при развертывании нескольких баз данных в стойке Exadata, что характерно для частного облака.

Кроме того, в Exadata реализована уникальная технология **управления сетевыми ресурсами с уровня СУБД**, использование которой позволяет избежать увеличения времени отклика интерактивных задач при одновременном выполнении ресурсоемких сетевых операций, например создания отчетов, пакетных задач или резервного копирования. Чувствительные к сетевым задержкам операции, например передача данных в RAC Cache Fusion или запись в журнальный файл, автоматически перемещаются в начало очередей сообщений сетевых коммутаторов InfiniBand серверов СУБД и хранилищ в обход нечувствительных к задержкам сообщений. Критически важные сообщения перемещаются в очереди над нечувствительными к задержкам сообщениям, даже если последние уже частично переданы по сети. Это обеспечивает быстрый отклик даже при наличии в сети операций с прямым доступом к памяти. Благодаря уникальным возможностям консолидации на Exadata и возможностям DBaS, Exadata является единственной платформой, которая может поддерживать до 4000 подключаемых БД в одном контейнере Oracle Multitenant Database.

Быстрое развертывание баз данных для разработки и тестирования с помощью Exadata Snapshots

В Exadata можно быстро создавать компактные снимки (snapshots) баз данных для тестирования и разработки. Такие снимки в Exadata интегрируются с архитектурой Oracle Multitenant. Это позволяет создавать мгновенные снимки баз данных без особых усилий.

Изначально моментальный снимок использует только копию промышленной базы данных (или PDB) находящейся в режиме только для чтения, из которой удаляется вся конфиденциальная информация. Из этой копии можно создать иерархию моментальных снимков для чтения/записи. По мере внесения изменений каждый моментальный снимок записывает измененные блоки данных в разреженную дисковую группу (sparse disk group). Поскольку несколько пользователей могут создавать независимые снимки на основе одной копии базы данных, в одном пространстве могут существовать несколько сред тестирования и разработки, которые будут использовать независимые базы данных для выполнения различных задач.

Все специальные функции Exadata, включая Smart Scan, управление ресурсами и Smart Flash Cache, без проблем работают на экземплярах баз данных, созданных в Exadata на основе моментальных снимков. Таким образом, пользователи получают достоверную среду тестирования и разработки, используя при этом лишь часть ценных ресурсов системы хранения. Резервные копии моментальных снимков в Exadata также не занимают много места, поскольку в них сохраняются только измененные данные.

Управление всеми элементами системы

Приложение Oracle Enterprise Manager использует комплексный подход к управлению машиной баз данных Exadata и предоставляет целый ряд инструментов: от средств мониторинга и создания отчетов до инструментов управления ее жизненным циклом. Oracle Enterprise Manager предоставляет следующие возможности:

- Унифицированный мониторинг. Новейшая версия Enterprise Manager — Oracle Enterprise Manager 13c — содержит единую консоль управления всеми аппаратными и программными компонентами, включая серверы баз данных, серверы хранения Exadata и коммутаторы InfiniBand, а также выполняет отслеживание операций, связанных с этими компонентами, и использования их ресурсов. Администраторы баз данных могут от мониторинга базы данных перейти к более глубокому анализу на уровне системы хранения Exadata, чтобы быстро определить основную причину падения производительности.
- Функция удаленного мониторинга Enterprise Manager оптимизирована для систем Exadata. Она использует предварительно настроенные параметры и пороговые значения. Администраторы получают своевременные уведомления в случае возникновения проблем и могут управлять исключениями. Кроме того, инциденты с оборудованием выявляются автоматически, и автоматически же создаются запросы в службу поддержки для ускоренного разрешения проблем.
- Инструмент Exachk, интегрированный Enterprise Manager, позволяет системным администраторам автоматизировать оценку программно-аппаратных комплексов на предмет проблем конфигурации, а также создание рекомендаций. Администраторам также доступно средство проверки на согласованность Consistency Check, которое позволяет выявить разницу в конфигурациях стека или серверов баз данных в пределах стойки.

Встроенный в Exadata сервер управления (процесс MS) выполняет непрерывный мониторинг работоспособности аппаратных и программных компонентов и отправляет предупреждения об обнаружении дефектов и администраторам, и в службу поддержки Oracle.

Наивысший уровень обслуживания

Корпорация Oracle предлагает полный набор услуг поддержки всего семейства Exadata, включая круглосуточное обслуживание оборудования, мониторинг систем, установку и настройку программного обеспечения, а также другие стандартные и индивидуальные услуги.

Особую ценность представляет программа технической поддержки **Oracle Platinum Services**, доступная исключительно для программно-аппаратных комплексов Oracle. К преимуществам программы Platinum Services относятся мониторинг отказов, сокращенное время отклика и более быструю переадресацию сообщения о проблеме разработчикам СУБД. В рамках программы Platinum Services инженеры службы поддержки Oracle

«Благодаря обслуживанию Oracle Platinum мы смогли повысить операционную эффективность нашей системы на 40 %, поскольку выделенные ресурсы больше не используются при выполнении обновлений, мониторинга системы и устранения последствий инцидентов».

- Роланд Шиллер (Roland Schiller), архитектор

«Производительность системы увеличилась в 4 раза, а общая стоимость владения хранилищем сократилась на 30 %, при том что объем данных увеличился».

- Хольгер Хаун (Holger Haun), управляющий директор Компании IDS GmbH — Analysis and Reporting Services

осуществляют дистанционную поддержку ПО и установку обновлений. Platinum Services — это наивысший уровень поддержки, доступный для ПО и оборудования программно-аппаратных комплексов, включая СУБД Oracle. Заказчикам системы Exadata поддержка Platinum Services предоставляется без дополнительной оплаты.

Гибкость ИТ

Exadata — это комплексная система для развертывания баз данных, включая систему хранения, серверы и внутренние сети. Задачи управления традиционными СУБД, как правило, распределяются между различными сотрудниками: специалистами по управлению системами хранения, специалистами по управлению базой данных и специалистами по системному администрированию. Управление **системой Exadata обычно осуществляется универсальной командой администраторов машины баз данных**. Администраторы машины баз данных полностью контролируют все ресурсы Exadata, включая ресурсы хранения. Администраторы могут развертывать базы данных и вносить изменения в конфигурацию машины баз данных без необходимости координировать свои действия с другими отделами, которые, как правило, и так загружены и решают другие приоритетные задачи.

Администраторы машины баз данных могут сосредоточиться на совершенствовании приложений и важных для бизнеса задачах, вместо того чтобы согласовывать действий с другими специалистами, выполнять настройку и исправлять ошибки конфигурации низкого уровня.

«Exadata ежегодно позволяет нам сокращать эксплуатационные расходы на полмиллиона долларов».

— Джеймс Каллаган (James Callaghan), директор по технологиям, компания Westjet

Значительное сокращение затрат

Благодаря беспрецедентной производительности, высокой емкости систем хранения и уникальным функциям сжатия машины баз данных Exadata, нагрузки, с которыми справлялись только крупные традиционные аппаратные системы, теперь могут выполняться на гораздо более компактных системах Exadata. Требования к аппаратным компонентам, необходимым для развертывания приложения на системе Exadata, зачастую снижаются в 2–4 раза по сравнению с традиционными системами.

Exadata предоставляет огромный объем оперативной, флэш и дисковой памяти для больших наборов данных. Неформатированная емкость дисков в стойке Exadata может превышать 2,1 ПБ, а неформатированная емкость флэш-памяти — до 902 ТБ. Кроме того, технология Hybrid Columnar Compression часто позволяет увеличить эффективный объем системы хранения и памяти в 10 раз. Благодаря интеллектуальному перемещению активно используемых данных между различными уровнями (диски, флэш-память, ОЗУ) Exadata обеспечивает наивысшую производительность при минимальных затратах.

Exadata предоставляет уникальную возможность консолидации множества баз данных, поддерживающих различные рабочие нагрузки на одной облачной платформе. Высокопроизводительные OLTP-приложения, аналитика, пакетные приложения, формирование отчетов и резервное копирование данных могут выполняться одновременно в одной или нескольких базах данных с высокой производительностью. **Высочайшая производительность и емкость системы Exadata позволяет консолидировать с ее помощью очень большое количество баз данных и задач**. Консолидация баз данных в системе Exadata сокращает затраты на оборудование, ПО и значительно снижает текущие эксплуатационные расходы.

Единообразие конфигураций машин баз данных Exadata обеспечивает еще большую экономию. **Система Exadata позволяет стандартизировать не только технологии, но и**

процедуры интеграции, тестирования, защиты, настройки и поддержки.

Развертывание систем Exadata занимает гораздо меньше времени и усилий по сравнению с развертыванием традиционных систем. Операции настройки, интеграции и обслуживания низкого уровня практически или полностью исключены. Поскольку все пользователи Exadata работают с конфигурациями, идентичными тысячам конфигураций других пользователей, и конфигурациями, которыми пользуется компания Oracle, вероятность возникновения проблем значительно снижается, их разрешение происходит быстрее и проще, текущие затраты и затраты, связанные с простоями, существенно сокращаются.

Лицензирование ПО по модели «емкость по запросу»

Серверы баз данных X7-2 оснащены двумя 24-ядерными процессорами (всего 48 ядра на сервер) x86 и обладает самой высокой в отрасли вычислительной мощностью. Возможность «Емкость по запросу» позволяет отключить несколько ядер в сервере баз данных при начальной конфигурации оборудования. Минимальное число активных ядер должно быть не менее 14. По мере роста нагрузок требуется больше процессорных ядер. «Емкость по запросу» позволяет подключить ядра и лицензировать ПО на 2 ядрах одновременно. Такой подход к лицензированию ПО с оплатой по мере использования — это еще один способ сокращения расходов при развитии бизнеса с помощью Exadata.

Exadata in Oracle Public Cloud

Oracle предлагает заказчикам полную свободу выбора и максимальную гибкость вариантов развертывания самой передовой в мире облачной среды баз данных для критически важных рабочих нагрузок. Теперь организации могут развертывать Oracle Exadata разными способами — как облачный сервис в своем ЦОД, в среде Oracle Cloud и в традиционной инфраструктуре предприятия.

Oracle Exadata Cloud Machine предоставляет клиентам доступ по подписке к самой мощной СУБД Oracle Database со всеми опциями и функциями, такими как Real Application Clusters, Database In-Memory, Active Data Guard и Advanced Security, обеспечивая высочайшие уровни производительности, доступности и безопасности для критически важных рабочих нагрузок. Кроме того, облачные сервисы Oracle Exadata Cloud Machine полностью совместимы с приложениями и базами данных, развернутыми непосредственно на предприятии и в Oracle Cloud, поэтому любое существующее приложение заказчика можно быстро перенести в облако без каких-либо изменений.

Облачные сервисы Oracle Exadata Cloud Service и Oracle Exadata Cloud Machine предоставляют самые передовые функциональные возможности, в том числе:

- СУБД уровня, соответствующего выполнению критически важных для бизнеса задач OLTP-обработки, аналитики, смешанных рабочих нагрузок и консолидации — включает все возможные опции;
- проверенная аппаратная платформа для баз данных с флэш-накопителями NVMe, сетевым интерфейсом InfiniBand и самыми производительными серверами;
- интеллектуальная платформа СУБД с алгоритмами обработки баз данных на уровне систем хранения, сетевой инфраструктуры и вычисленных серверах;
- передовая облачная платформа для баз данных с оплатой по подписке и наращиванием мощностей в реальном времени;
- гибкое облачное решение, которое может развертываться в публичном облаке Oracle или в дата-центре клиента, при этом Oracle управляет всей

инфраструктурой;

- простая миграция в облако, поскольку программное и аппаратное обеспечение идентичны и полностью совместимы.

Портфолио Oracle Cloud at Customer позволяет организациям получить все преимущества публичных облачных сервисов Oracle в собственном дата-центре. Эта бизнес-модель похожа на подписку в публичном облаке: те же оборудование и программное обеспечение; эксперты Oracle обеспечивают мониторинг и управление инфраструктурой; а для предоставления ресурсов Cloud Machine используются те же инструменты, что и в публичном облаке Oracle. Это уникальное предложение от ведущего поставщика сервисов публичного облака, поскольку Oracle предоставляет стек облачных решений, на 100% совместимых с Oracle Cloud, но при этом развертываемых в собственном ЦОД предприятия. А поскольку программное обеспечение идентично с Oracle Cloud, клиенты могут использовать его в широком спектре сценариев, включая аварийное восстановление, эластичное наращивание вычислительных мощностей, разработка/тестирование, ускоренная миграция рабочих нагрузок, а также единый инструментальный набор API-интерфейсов и сценариев для DevOps. Кроме того, поскольку решение полностью управляется специалистами Oracle, заказчики получают в собственном ЦОД такой же уровень обслуживания, те же передовые инновации и преимущества, что и в облачной среде Oracle Cloud.

Преимущества Exadata для бизнеса

Помимо операционных преимуществ — высокой производительности, готовности и безопасности при низких затратах — система Exadata также имеет определенные преимущества, критичные для коммерческой деятельности.

Exadata ускоряет вывод новых бизнес-приложений на рынок за счет более быстрого конфигурирования, настройки и тестирования. Сроки внедрения сокращаются с нескольких месяцев до нескольких дней, значительно снижается риск возникновения непредвиденных проблем системного уровня после ввода в эксплуатацию. При развертывании нового приложения довольно часто возникают ситуации, когда непредусмотренный профиль нагрузки приложения создает проблемы для производительности. Огромная пропускная способность подсистемы ввода-вывода, сетевых и вычислительных ресурсов Exadata позволяет гасить пиковые значения непредсказуемых нагрузок без увеличения времени отклика критически важных нагрузок. Использование системы Exadata в целом ускоряет развертывание приложений и сокращает риски, благодаря чему компании могут быстрее внедрять инновационные решения.

Высочайшая производительность системы Exadata, а также большой объем оперативной и флеш-памяти обеспечивают значительное сокращение времени отклика на запросы пользователей, что, в свою очередь, повышает эффективность работы сотрудников и способствует благоприятному впечатлению у заказчиков. **Пользователи посвящают больше времени выполнению полезных задач и меньше — ожиданию** отклика системы.

Высокая производительность Exadata не только способствует повышению эффективности бизнес-процессов, но и **помогает коммерческим пользователям принимать более взвешенные решения, исследовать возможности для роста и снижать затраты**. Пользователи могут анализировать данные в режиме реального времени, изучать различные возможности и быстро возобновлять одни и те же действия для поиска лучших решений. Система Exadata предоставляет следующие возможности:

- анализ бизнес-данных в режиме реального времени;

- более быстрое получение финансовых выигрышей проекта;
- улучшенное планирование и составление бюджета;
- более эффективное и оперативное прогнозирование.

Заключение

Exadata — это полностью интегрированная платформа для баз данных, использующая новейшие аппаратные технологии и **уникальное** программное обеспечение, что обеспечивает высочайший уровень производительности, готовности и безопасности. Все эти преимущества в сочетании с экономией расходов, простотой управления и улучшенной поддержкой помогают повысить гибкость и эффективность бизнеса. Учитывая всё то, что мы можем сделать на платформе Exadata, Машина БД Exadata является новым глобальным стандартом для СУБД Oracle, независимо от того, где они работают в публичном облаке Oracle или в ЦОД у заказчика.

СЕРВЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ EXADATA¹

Тип сервера	ЦП	Память	Диск	Флеш-память	Сеть
Сервер СУБД	2 24-ядерных процессора Xeon 8160	От 384 ГБ (по умолчанию) до 1,5 ТБ (макс.)	4 x 600 ГБ, 10 000 PRM дисков., поддерживается горячая замена, возможно расширение до 8 дисков	Нет	2 порта Ethernet 1/10 Гбит для сетевого кабеля (клиент) 1 порт Ethernet 1/10 Гбит (управление) 2 оптических порта Ethernet 10 Гбит (клиент) 2 порта QDR InfiniBand (40 Гбит) 1 порт Ethernet для функции ILOM
Сервер Хранения высокой ёмкости (HC)	2 10-ядерных процессора Xeon 4114	192 ГБ	12 дисков x 10 ТБ, скорость вращения 7200 об./мин.	4 флеш-карты x 6,4 ТБ, NVMe PCIe 3.0	2 порта QDR InfiniBand (40 Гбит) 1 порт Ethernet для функции ILOM
Сервер Хранения экстремальной производительности (EF)	4114	192 ГБ	Нет	8 флеш-накопителей x 6,4 ТБ, NVMe PCIe 3.0	

¹ Все серверы оборудованы резервными вентиляторами и источниками питания с поддержкой горячей замены.

ТИПИЧНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ СТОЙКИ EXADATA²

Размер стойки	Серверы СУБД и количество ядер ЦП	Серверы хранения и количество ядер ЦП	Неформатированная емкость хранилища (HC)	Неформатированная емкость хранилища (EF)
1/8 стойки (X6-2) ³	2 сервера, 44 ядра	3 сервера, 30 ядер для обработки SQL-запросов	Дисковый накопитель 144 ТБ, флеш-накопитель 19,2 ТБ	или Флеш-накопитель емкостью 38,4 ТБ Флеш-накопитель 153,6 ТБ Флеш-накопитель 358,4 ТБ Флеш-накопитель 716,8 ТБ
1/4 стойки	2 сервера, 96 ядер	3 сервера, 60 ядер для обработки SQL-запросов	Дисковый накопитель 360 ТБ, флеш-накопитель 76,8 ТБ	
1/2 стойки	4 сервера, 192 ядра	7 серверов, 140 ядер для обработки SQL-запросов	Дисковый накопитель 840 ТБ, флеш-накопитель 179,2 ТБ	
Полная стойка	8 серверов, 384 ядра	14 серверов, 280 ядер для обработки SQL-запросов	Дисковый накопитель 1680 ТБ, флеш-накопитель 358,4 ТБ	

² Высота каждой стойки составляет 42 RU (стойко-места). Каждая стойка оборудована двумя резервными распределительными устройствами, двумя 36-портовыми коммутаторами QDR (40 Гбит) InfiniBand и одним 48-портовым коммутатором Cisco Ethernet для администрирования. В комплект запасных частей входят:

- 1 флеш-карта NVMe PCI 6,4 ТБ и 1 диск высокой емкости 10 ТБ или
- 1 флеш-накопитель NVMe PCI 6,4 ТБ

³ Минимальная конфигурация Exadata — 1/8 стойки. В такой конфигурации включена половина ядер вычислительных серверов и половина ядер и флеш-накопителей серверов хранения Entity Framework. Половина ядер серверов хранения высокой емкости и половина дисков и карт флеш-памяти отключены.

ГИБКАЯ КОНФИГУРАЦИЯ EXADATA⁴

Размер стойки	Серверы СУБД и количество ядер ЦП	Серверы хранения и количество ядер ЦП	Неформатированная емкость хранилища (HC)	или	Неформатированная емкость хранилища (EF)
---------------	-----------------------------------	---------------------------------------	--	-----	--

Базовая стойка (1/4)	2 сервера, 96 ядер	3 сервера, 60 ядер для разгрузки SQL-запросов	Дисковый накопитель 360 ТБ, флеш-накопитель 76,8 ТБ	Флеш-накопитель 153,6 ТБ
+ Серверы СУБД	До 19 серверов ⁴ , до 912 ядер на стойку	Н/д	Н/д	Н/д
+ Серверы хранения	Н/д	До 18 серверов ⁵ , до 360 ядер на стойку	Дисковые накопители 2160 ТБ, максимальная емкость флеш-памяти 460,8 ТБ на стойку	Емкость флеш-накопителей 921,6 ТБ на стойку

⁴ Полная стойка с гибкой конфигурацией не может иметь более 22 сервера и 39 стойко-мест. Серверы баз данных = 1 RU, серверы хранения = 2 RU

⁵ Максимально допустимое число серверов баз данных в гибкой конфигурации — 19. Максимально допустимое число серверов хранения в гибкой конфигурации — 18.

ДРУГИЕ ВАРИАНТЫ ГИБКОГО НАРАЩИВАНИЯ

Подключение нескольких стоек	Возможность подключения до 18 стоек машин баз данных Exadata или стоек Exadata для расширения хранилища (в любом сочетании) посредством матрицы InfiniBand. Более крупные конфигурации можно создавать с помощью внешних коммутаторов InfiniBand. Подключаемые стойки могут сочетать оборудование X2, X3, X4, X5, X6 и X7.
Модернизация стойки с 1/8 до 1/4	Возможность модернизации: в эксплуатационных условиях с 1/8 до 1/4. Можно расширять вычислительные ресурсы и хранилища по отдельности или вместе. Дополнительные аппаратные компоненты, которые активируются/устанавливаются при модернизации: <ul style="list-style-type: none"> для каждого сервера СУБД активируются 24 дополнительных ядра; для каждого сервера хранения Entity Framework активируются 10 дополнительных ядер и четыре флеш-накопителя PCI; для каждого сервера хранения FIC активируются десять дополнительных ядер, устанавливаются шесть дисков и две флеш-карты PCI Flash Cache.

ПОКАЗАТЕЛИ ЕМКОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ EXADATA: ОТДЕЛЬНЫЕ СЕРВЕРЫ

Тип сервера	Максимальная полоса пропускания при обработке SQL-запросов во флеш-памяти ²	Максимальное число операций ввода-вывода при чтении запросов SQL ³	Максимальное число операций ввода-вывода при записи запросов SQL ⁴	Емкость флеш-памяти PCI (неформатированная) ⁵	Емкость дисков для данных (неформатированная)
Сервер СУБД	Н/д	597 500	544 000	Н/д	2,4 ТБ
Сервер хранения (HC) ¹	25 ГБ/сек.	475 000	420 000	25,6 ТБ	120 ТБ
Сервер хранения (EF)	25 ГБ/сек.	498 000	450 000	51,2 ТБ	Н/д

ТИПИЧНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ СТОЙКИ EXADATA: ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЛЕШ-ПАМЯТИ (HC и EF)

Характеристики флеш-памяти		Максимальная полоса пропускания флеш-памяти при обработке SQL-запросов	Максимальное число операций ввода-вывода при чтении запросов SQL	Максимальное число операций ввода-вывода при записи запросов SQL	Емкость флеш-памяти PCI (неформатированная)
Полная стойка	HC	350 ГБ/сек.	4 776 000	4 352 000	358,4 ТБ
	EF	350 ГБ/сек.	4 776 000	4 352 000	716,8 ТБ
1/2 стойки	HC	175 ГБ/сек.	2 388 000	2 176 000	179,2 ТБ
	EF	175 ГБ/сек.	2 388 000	2 176 000	358,4 ТБ
1/4 стойки	HC	75 ГБ/сек.	1 194 000	1 088 000	76,8 ТБ
	EF	75 ГБ/сек.	1 194 000	1 088 000	179,2 ТБ
1/8 стойки (X6-2)	HC	32 ГБ/сек.	562 500	518 000	19,2 ТБ
	EF	38 ГБ/сек.	562 500	518 000	38,4 ТБ

ТИПИЧНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ СТОЙКИ EXADATA: ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСКОВЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ (HC)

Характеристики дисковых накопителей	Максимальная полоса пропускания дисковых накопителей при обработке SQL-запросов	Макс. число операций ввода-вывода на дисковых накопителях при обработке SQL-запросов	Объем данных (неформатированный)
Полная стойка	25 ГБ/сек.	36 000	1 680 ТБ
1/2 стойки	12,5 ГБ/сек.	18 000	840 ТБ
1/4 стойки	5,4 ГБ/сек.	7 800	360 ТБ
1/8 стойки (X6-2)	2,7 ГБ/сек.	3 900	144 ТБ

ТИПИЧНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ СТОЙКИ EXADATA: СМЕШАННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ (HC и EF)

Смешанные характеристики		Емкость данных (используемая) — нормальное резервирование ⁶	Емкость данных (используемая) — высокий уровень резервирования ⁶	Максимальная скорость загрузки данных ⁷
Полная стойка	HC	636 ТБ	499 ТБ	35 ТБ/ч
	EF	263 ТБ	206 ТБ	35 ТБ/ч
1/2 стойки	HC	318 ТБ	250 ТБ	17,5 ТБ/ч

	EF	132 ТБ	103 ТБ	17,5 ТБ/ч
1/4 стойки	HC	136 ТБ	107 ТБ	7,5 ТБ/ч
	EF	56 ТБ	44 ТБ	7,5 ТБ/ч
1/8 стойки (X6-2)	HC	54 ТБ	43 ТБ	2,5 ТБ/ч
	EF	14 ТБ	11 ТБ	3 ТБ/ч

HC = High Capacity, «высокая емкость», EF = Extreme Flash. Фактическая производительность системы зависит от приложения.

² Под полосой пропускания понимается пиковая полоса пропускания при физическом сканировании данных, достигаемая при выполнении запросов SQL в отсутствие сжатия данных. Эффективная полоса пропускания данных шире, если используется сжатие.

³ На основании данных о выполнении SQL-запросов на чтение/запись блоками по 8 КБ. Обратите внимание, что размер блоков ввода-вывода существенно влияет на число операций ввода-вывода во флеш-памяти в секунду. Другие компании приводят показатели числа операций ввода-вывода в секунду для блоков меньшего размера, не характерных для баз данных.

⁴ На основании данных о выполнении SQL-запросов на чтение/запись блоками по 8 КБ. Измерения при обработке запросов производились на серверах хранения данных после ASM-зеркалирования. Зеркалирование, как правило, генерирует множество операций ввода-вывода для обеспечения резервирования.

⁵ Неформатированная емкость приведена в стандартной для дисковых накопителей терминологии: 1 ГБ = 1 млрд байт.

⁶ Данные о доступной емкости приводятся в обычной терминологии, основанной на степенях числа 2: 1 ТБ = 1024 * 1024 * 1024 * 1024 байт. Это фактическое пространство, доступное при создании базы данных, за вычетом пространства, необходимого для обеспечения резервирования с помощью SM, восстановления после сбоя диска, дисковых групп DBFS, образов ОС и двоичных файлов.

⁷ Скорость загрузки, как правило, ограничена производительностью ЦП серверов баз данных, а не подсистемой ввода-вывода. Значения скорости зависят от метода загрузки, индексации, типа данных, степени сжатия и разбиения на разделы.

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПОНЕНТОВ МАШИНЫ БАЗ ДАННЫХ EXADATA

Показатель	Database Server X7-2 и инфраструктура InfiniBand	High Capacity Storage Server X7-2 и инфраструктура InfiniBand	Extreme Flash Storage Server X7-2 и инфраструктура InfiniBand
Высота	1,7 дюйма (42,6 мм)	3,4 дюйма (86,9 мм)	
Ширина	17,2 дюйма (436,5 мм)	17,5 дюйма (445 мм)	
Глубина	29 дюймов (737 мм)	29,9 дюймов (759 мм)	
Акустический шум (при эксплуатации)	7,7 Б	8,2 Б	8,2 Б
Вес	45,6 фунтов (20,7 кг)	75,9 фунта (34,4 кг)	60,6 фунта (27,5 кг)
Максимальное энергопотребление	0,8 кВт (0,8 кВА)	0,6 кВт (0,6 кВА)	0,6 кВт (0,6 кВА)
Типичное энергопотребление ¹	0,5 кВт (0,6 кВА)	0,4 кВт (0,4 кВА)	0,4 кВт (0,5 кВА)
Охлаждение при максимальной нагрузке	2631 БТЕ/ч (2775 кДж/ч)	2146 БТЕ/ч (2264 кДж/ч)	2167 БТЕ/ч (2286 кДж/ч)
	1842 БТЕ/ч (1943 кДж/ч)	1502 БТЕ/ч (1585 кДж/ч)	1517 БТЕ/ч (1600 кДж/ч)
Расход воздуха при максимальной нагрузке ²	122 куб. фт/мин	99 куб. фт/мин	100 куб. фт/мин
Расход воздуха при типичной нагрузке ²	85 куб. фт/мин	70 куб. фт/мин	70 куб. фт/мин

Рабочая температура/влажность: от 5.°C до 32°C (на основе измерения температуры на передней грани корпуса сервера с помощью промышленного термометрического прибора), относительная влажность от 10 % до 90 % без образования конденсата.

Высота над уровнем моря (рабочая): до 3048 м над уровнем моря, максимальная температура окружающей среды снижается на 1°C через каждые 300 м после отметки 900 м

¹ Типичное значение энергопотребления варьируется в зависимости от используемых приложений.

² Направление воздушного потока: от передней панели к задней панели.

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИНЫ БАЗ ДАННЫХ EXADATA

Показатель	Полная стойка	1/2 стойки	1/4 стойки	1/8 стойки
Высота	<ul style="list-style-type: none"> • 78,74 дюйма (2000 мм) • 23,66 дюйма (601 мм) • 47,13 дюйма (1197 мм) 			
Ширина				
Глубина				
Акустический шум (при эксплуатации)	9,4 Б	9,2 Б	8,8 Б	8,3 Б
Среда с дисками высокой емкости				
Вес	2011,4 фунта (912,4 кг)	1296,7 фунта (588,2 кг)	910,9 фунта (413,2 кг)	810,3 фунта (367,6 кг)
Максимальное энергопотребление	15,9 кВт (16,2 кВА)	8,4 кВт (8,6 кВА)	4,3 кВт (4,4 кВА)	3,3 кВт (3,4 кВА)

Типичное энергопотребление ¹	11,1 кВт (11,3 кВА)	5,9 кВт (6,0 кВА)	3,0 кВт (3,1 кВА)	2,3 кВт (2,3 кВА)
Охлаждение при максимальной нагрузке	54 216 БТЕ/ч 57 197 кДж/ч	28 669 БТЕ/ч 30 246 кДж/ч	14 822 БТЕ/ч 15 638 кДж/ч	11 207 БТЕ/ч 11 823 кДж/ч
Охлаждение при типичной нагрузке	37 951 БТЕ/ч 40 038 кДж/ч	20 068 БТЕ/ч 21 172 кДж/ч	10 376 БТЕ/ч 10 946 кДж/ч	7 845 БТЕ/ч 8 276 кДж/ч
Расход воздуха при максимальной нагрузке ²	2510 куб. фт/мин	1327 куб. фт/мин	686 куб. фт/мин	519 куб. фт/мин
Расход воздуха при типичной нагрузке ²	1757 куб. фт/мин	929 куб. фт/мин	480 куб. фт/мин	363 куб. фт/мин

Среды с накопителями Extreme Flash

Вес	1797,2 фунта (815,2 кг)	1189,6 фунта (539,6 кг)	865 фунта (392,4 кг)	859,9 фунта (390,1 кг)
Максимальное энергопотребление	16,0 кВт (16,3 кВА)	8,4 кВт (8,6 кВА)	4,4 кВт (4,4 кВА)	3,2 кВт (3,3 кВА)
Типичное энергопотребление ¹	11,2 кВт (11,4 кВА)	5,9 кВт (6,0 кВА)	3,1 кВт (3,1 кВА)	2,2 кВт (2,3 кВА)
Охлаждение при максимальной нагрузке	54 502 БТЕ/ч 57 500 кДж/ч	28 812 БТЕ/ч 30 397 кДж/ч	14 884 БТЕ/ч 15 702 кДж/ч	10 952 БТЕ/ч 11 554 кДж/ч
Охлаждение при типичной нагрузке	38 151 БТЕ/ч 40 250 кДж/ч	20 168 БТЕ/ч 21 278 кДж/ч	10 419 БТЕ/ч 10 992 кДж/ч	7 666 БТЕ/ч 8 088 кДж/ч
Расход воздуха при максимальной нагрузке ²	2523 куб. фт/мин	1334 куб. фт/мин	689 куб. фт/мин	507 куб. фт/мин
Расход воздуха при типичной нагрузке ²	1766 куб. фт/мин	934 куб. фт/мин	482 куб. фт/мин	355 куб. фт/мин

Рабочая температура/влажность: от 5°C до 32°C (на основе измерения температуры на передней грани корпуса сервера с помощью промышленного термометрического прибора), относительная влажность от 10 % до 90 % без образования конденсата

Высота над уровнем моря (рабочая): до 3048 м над уровнем моря, максимальная температура окружающей среды снижается на 1°C через каждые 300 м после отметки 900 м

¹ Типичное значение энергопотребления варьируется в зависимости от используемых приложений.

² Направление воздушного потока: от передней панели к задней панели.

МАШИНА БАЗ ДАННЫХ EXADATA X7-2: СТАНДАРТЫ И СПЕЦИФИКАЦИИ

Стандарты ¹	Безопасность	UL/CSA 60950-1, EN 60950-1, IEC 60950-1 (схема CB) со всеми региональными поправками
	Радиопомехи/электромагнитные помехи	EN 55022, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12
	Защищенность	EN 55024
	Излучение и помехоустойчивость	EN 300386
Сертификаты ¹	Северная Америка (NRTL), Европейский союз (EU), международная схема CB, BSMI (Тайвань), C-Tick (Австралия), CCC (Китай), MSIP (Корея), CU EAC (Таможенный союз), VCCI (Япония)	
Директивы Европейского союза ¹	Директива 2014/30/ЕС о низковольтном оборудовании, директива EMC 2014/30/ЕС, директива RoHS 2011/65/EU, директива WEEE 2012/19/EU	

¹ Указаны новейшие стандарты и сертификаты на дату написания этих технических спецификаций. Могут применяться стандарты и сертификаты других стран. В некоторых случаях соответствие нормативам и сертификатам выполняется на уровне компонентов.

УСЛУГИ ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ МАШИНЫ БАЗ ДАННЫХ EXADATA

- Гарантия на оборудование: 1 год, при обращении через Интернет или по телефону поддержка предоставляется в течение 4 ч. в рабочее время (понедельник — пятница, 8:00–17:00), обслуживание на месте или обмен неисправных компонентов осуществляется в течение 2 рабочих дней
- Поддержка уровня Oracle Premier для систем, которая включает круглосуточную и ежедневную поддержку ОС Oracle Linux, выезд на место для обслуживания аппаратных компонентов в течение 2 часов (в зависимости от расстояния до центра обслуживания)
- Поддержка уровня Oracle Premier для операционных систем
- Хранение данных и устройств заказчиков Oracle
- Услуги по установке систем
- Услуги по настройке ПО
- Услуги Oracle Platinum
- Обслуживание критически важных систем
- Стартовый пакет для систем Oracle Exadata
- Услуги поддержки при модернизации систем, включая установку оборудования и настройку ПО
- Автоматический запрос на обслуживание (ASR) в техническую поддержку Oracle

ВОЗМОЖНОСТЬ УСТАНОВКИ ETHERNET-КОММУТАТОРА ЗАКАЗЧИКА В МАШИНУ БАЗ ДАННЫХ EXADATA X7-2

- В верхней части каждой стойки Exadata X7-2 имеется пространство высотой 2U, которое заказчики могут использовать для установки своих сетевых Ethernet-коммутаторов вместо того, что бы размещать их в отдельной стойке. Действуют некоторые ограничения в отношении физического пространства, энергопотребления и охлаждения.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФУНКЦИИ

Exadata и функции ПО баз данных: аналитика

- Автоматическое распараллеливание и перенос обработки запросов на уровень системы хранения
- Фильтрация строк в хранилище на основе предложения WHERE
- Фильтрация строк в хранилище на основе выбранных столбцов
- Разгрузка файлов JSON и XML
- Фильтрация строк в хранилище на основе функции объединения с другой таблицей
- Технология Hybrid Columnar Compression
- Пропуск данных на основе индексации хранилища
- Управление ресурсами подсистемы ввода-вывода по пользователю, запросу, службе, базе данных и т. д.
- Автоматическое преобразование кеша флеш-памяти в колоночный формат
- Функция Smart Flash Cache для сканирования таблиц
- Функция Offload Index Fast Full Scans
- Функция разгрузки результатов сканирования зашифрованных данных (в соответствии с FIPS)
- Разгрузка файлов LOB и CLOB из хранилища
- Разгрузка операций Min/Max из хранилища
- Разгрузка операций по анализу данных
- Сообщения InfiniBand об активности всех портов
- Перенаправление нагрузки на серверы СУБД, если ЦП хранилища загружены
- Автоматическое сжатие данных в кеше флеш-памяти
- Разгрузка аналитических запросов JSON и XML

Exadata и функции ПО баз данных: OLTP

- Флеш-накопители PCI для базы данных
- Интеллектуальное кэширование Exadata Smart Flash Cache
- Журналы Exadata Smart Flash
- Кеш флеш-памяти с обратной записью
- Назначение приоритетов операциям ввода-вывода по СУБД, пользователю или рабочей задаче для обеспечения надлежащего качества обслуживания
- Протокол Exafusion Direct-to-Wire
- Управление сетевыми ресурсами
- Проверка Exachk на уровне стека
- Сканирование безопасности на уровне стека
- Интерфейс флеш-накопителей NVMe для ускорения отклика подсистемы ввода-вывода
- Безопасность на уровне СУБД
- Перераспределение данных между ячейками с сохранением кеша флеш-памяти
- Безопасная очистка дисковых и флеш-накопителей
- VM Oracle с технологией SRIOV
- Разбиение на разделы InfiniBand
- Мгновенное создание файлов данных
- Функция активного подключения (Active Bonding) InfiniBand
- Интеллектуальная передача блоков Smart Fusion Block Transfer
- Автоматическое создание виртуальных локальных сетей
- Возможность настройки минимального/максимального размера кеша флеш-памяти для базы данных
- In-Memory OLTP Acceleration
- Поддержка более 252 подключаемых баз данных с помощью опции Multitenant

Exadata и функции ПО баз данных: высокая готовность

- Мгновенное обнаружение сбоев на узлах и в ячейках

- Отказоустойчивость благодаря функции In-Memory
- Аварийный перевод операций ввода-вывода на другой диск или флеш-накопитель в случае сбоя за доли секунды
- Разгрузка резервных копий на серверы хранения
- Exadata Data Validation (H.A.R.D.)
- Назначение приоритетов критическим файлам при балансировке
- Автоматическая очистка/лечение жестких дисков
- Настройка цикла включения-выключения вышедших из строя дисков с помощью функции устранения ошибок ложного сбоя дисков
- Возможность не считывать предположительно вышедшие из строя диски
- Прозрачный перезапуск программного обеспечения ячеек
- Предупреждения, связанные с управлением жизненным циклом дисков и флеш-накопителей
- Ограниченное использование дисков с временно низким уровнем производительности
- Предупреждение простоев в случае отключения сервера зеркалирования
- Обнаружение и выключение ненадежных ссылок
- Сохранение индексов хранилища при перераспределении нагрузок
- Автоматическая очистка/лечение дисков

Функции управления

- Интегрированная технология Oracle ILOM
- Подключаемый модуль Oracle Enterprise Manager для Exadata
- Активный репозиторий рабочих нагрузок (AWR), предоставляющий статистику хранилища для комплексного мониторинга
- Поддержка IPv6 для Ethernet-подключений
- Емкость по запросу
- Защищенные разделы для виртуальных машин Oracle
- Автоматическое создание виртуальных локальных сетей
- Мастер развертывания Oracle Exadata
- Отдельные коммутаторы управления и подключения
- Управление на удаленных серверах с помощью командной строки «Exali»
- Управление на серверах хранения с помощью командной строки «Cellcli»
- Инструмент автоматизации распределенного интерфейса командной строки (DCLI)

Oracle Database Software (приобретается отдельно)

Для серверов баз данных: Oracle Database 11g Enterprise Edition и Oracle Database 12c Enterprise Edition, опции Oracle СУБД (Oracle Real Application Clusters, Oracle Partitioning, Oracle Multitenant, Oracle Active Data Guard). Дополнительные сведения см. в документации к конкретному выпуску.

Для серверов хранения: ПО серверов хранения Oracle Exadata. Лицензии можно передавать из одной системы в другую, в том числе на новую систему.

ПО Oracle (в комплекте)

Для серверов баз данных: Oracle Linux 6 Update 7 со стабильным ядром Unbreakable Enterprise Kernel 2, протокол InfiniBand Zero-loss Zero-copy Datagram Protocol (ZDP) для взаимодействия между серверами хранения данных Exadata и СУБД Oracle, основанный на протоколе Reliable Datagram Sockets (RDS) и программном пакете OpenFabrics Enterprise Distribution (OFED).

ОСТАВАЙТЕСЬ НА СВЯЗИ

blogs.oracle.com/russiafacebook.com/oracle.russiatwitter.com/oracleRUoracle.com

Integrated Cloud Applications & Platform Services

© 2017 г. Корпорация Oracle и/или ее филиалы. Все права защищены. Этот документ должен использоваться исключительно в информационных целях, и его содержание может быть изменено без предварительного уведомления. Мы не гарантируем отсутствие ошибок в этом документе. Этот документ не является предметом любых других гарантий или условий, выраженных в устной форме или следующих из норм законодательства, включая подразумеваемые гарантии в отношении рыночных качеств продукции или ее пригодности к использованию в тех или иных целях. Мы явным образом отказываемся от любой ответственности в отношении этого документа и не несем договорных обязательств, прямо или косвенно следующих из него. Этот документ не может быть воспроизведен или передан в любой форме, любыми способами, включая электронные или механические, без предварительного письменного разрешения компании.

Oracle и Java являются зарегистрированными товарными знаками корпорации Oracle и/или ее филиалов. Прочие названия могут являться товарными знаками соответствующих владельцев.

Intel и Intel Xeon являются зарегистрированными торговыми знаками корпорации Intel. Все торговые знаки SPARC используются по лицензии и являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками корпорации SPARC International, Inc. AMD, Opteron, логотип AMD и логотип AMD Opteron являются товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками компании Advanced Micro Devices. UNIX является зарегистрированным товарным знаком The Open Group. 0217



Компания Oracle стремится к разработке технологий и продуктов, которые не наносят вреда окружающей среде.