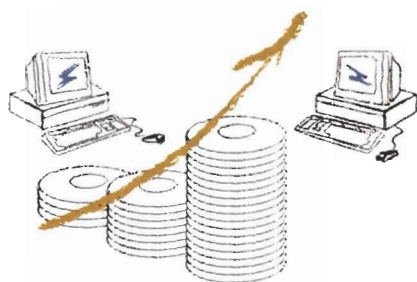


# СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ ПОДХОД «НА ВЫРОСТ»

Игорь Пилипенко  
технический директор, PMCG

Сергей Толокунский  
директор по развитию, Entry,  
st@entry.kiev.ua



## Хранилища данных

### OLTP и OLAP

Для многих предприятий автоматизация бизнес-процессов заканчивается построением так называемых OLTP-систем, основное назначение которых — быстрое выполнение большого количества коротких однотипных транзакций в режиме реального времени (online transaction processing — оперативная обработка транзакций). Такие системы ориентированы на эффективную формализацию и выполнение повседневных операций, таких как документооборот, учет, оперативная отчетность.

В отличие от задач оперативной обработки данных, системы класса OLAP (online analytical processing) работают с историческими (ретроспективными) бизнес-данными предприятия и используются в качестве инструмента принятия решений — от стратегического планирования до оценки эффективности работы отдельных подразделений. Для проведения OLAP-анализа, как правило, используются хранилища данных (data warehouse), в которых размещаются консолидированные, объектно-ориентированные, зависящие от времени наборы данных о деятельности предприятия. OLAP-технология основана на предварительном агрегировании больших объемов информации и использовании многомерных моделей для быстрого получения и наглядного отображения результатов по сложным аналитическим запросам.

### Что, где и как хранится

Объектная ориентированность хранилища состоит в том, что его организация нацелена на содержательный анализ информации, а не на автоматизацию бизнес-процессов. Соответственно, архитектура построения хранилища и средств обработки выстраиваемых моделей данных отличаются от тех, что применяются в оперативных системах. Консолидация данных означает согласованное централизованное хранение информации о клиентах, операциях, событиях, полученной из разных источников. Если в оперативных источниках представлены самые последние значения, то в хранилищах данных используются исторические, или зависящие от времени наборы данных. Все это определяет исключительное место хранилища данных в системе принятия решений ведущими менеджерами предприятия.

*Распространенное заблуждение состоит в том, что под автоматизацией процессов, предусмотренных бизнес-моделью предприятия, понимают совершенствование оперативной деятельности. С позиций управления бизнесом намного важнее провести содержательный анализ ретроспективной информации, находящейся в распоряжении ведущих менеджеров. Технологически процесс получения, обработки и применения на практике объектно-ориентированных массивов данных является пошаговой задачей. Модель постепенного развития корпоративных систем управления диктует выбор аппаратных средств.*



Требования к аппаратной части при автоматизации оперативной деятельности достаточно прогнозируемы, скачкообразные изменения функционального состава проекта в процессе его реализации маловероятны и свидетельствуют скорее о плохой проработке проекта, чем об усложнении задачи в процессе ее решения. Напротив, проекты, связанные с хранилищами данных, характеризуются инкрементным подходом. Здесь тяжело заранее спрогнозировать объем хранимой и обрабатываемой информации. Хранилище данных модифицируется в течение своего жизненного цикла, небольшая корректировка проекта может привести к резкому увеличению объемов промежуточных вычислений — за счет повышения детализации хранимых данных или за счет увеличения охвата хранилища от исключительно финансового анализа до всего объема коммерческих операций, включая сбыт и закупки.

## Реализация хранилищ данных

### Составляющие процесса

Оригинальному термину data warehousing соответствует набор действий, включающий выборку данных из всего массива информации предприятия, проведение промежуточных вычислений, загрузку агрегированных данных в постоянно запоминающее устройство. Предварительные вычисления и OLAP-анализ выполняются серверами, данные хранятся в дисковых массивах, как правило, внешних (см. рис. 1). Построение расширяемых сетей устройств хранения данных (SAN) подробно описано в литературе и почти не подвержено изменениям. Развитие вычислительных мощностей менее предсказуемо, однако выбор серверов (или шире, платформы) критичен для успешного решения задач анализа данных динамично растущих предприятий.

Не претендуя на полноту анализа, авторы поставили целью изучение применимости серверов на процессорах AMD Opteron в задачах построения и эффективной модернизации корпоративных систем управления, а более узко — емкости платформы в качестве основы хранилища данных.

### Платформа перемен

Процессоры AMD Opteron и системы архитектуры AMD64 — давно не новость на рынке серверов, свойства серверных платформ AMD Opteron изучены и описаны, проведены и опубликованы сравнительные тестирования в различных приложениях. В контексте статьи интерес представляют эволюционные особенности архитектуры — коль

скоро для организации хранилища данных предпочтительнее аппаратная платформа, позволяющая постепенно наращивать вычислительную мощность. Являясь по сути 64-разрядной, архитектура AMD64 приемственна — решения на процессорах AMD Opteron совместимы с существующими 32-разрядными приложениями. Отсюда возможность легкого перехода к 64-разрядному ПО — что позволяет говорить о более продолжительном, по сравнению с традиционными архитектурами, жизненном цикле платформы, а, следовательно — и о снижении совокупной стоимости владения.

Известно, что 32-разрядные системы характеризуются существенным недостатком — медленной работой с памятью, объем которой превышает 4 Гб. Следовательно, если на этапе проектирования системы становится очевидным, что объемы базы данных окажутся больше 4 Гб, стоит задуматься о выборе 64-разрядной программно-аппаратной платформы (а значит, и о технологии перехода на более высокую разрядность).

Системы на основе AMD Opteron представляются наиболее демократичным решением «переходного периода», демонстрируя высокий уровень производительности не только в 64-разрядной, но и в традиционной 32-разрядной среде. Это подтверждают многочисленные тесты, полученные в системах документооборота, бухгалтерских приложениях, ERP-системах и др.

### Где хранятся данные

При проектировании хранилища данных как инструмента управленческого анализа не обойтись без обсуждения методов физической реализации процесса сбора, обработки и размещения информации на дисковых носителях. Как OLTP-задачи отличаются от OLAP-задач, так разнятся и их аппаратные средства. В нашем случае важно понимать, что пространство оперативных данных предприятия отделено от пространства OLAP-данных. Результаты промежуточных аналитических вычислений, как и результаты самого анализа, загружаются в выделенный дисковый массив, интерфейс доступа к которому определяет топология корпоративной сети. Реализация массива зависит от многих параметров — объема первичных и вычисляемых данных, глубины аналитических запросов, числа пользователей, структуры подразделений, требований к надежности и т.п. Из нашего обсуждения можно смело исключать детали построения систем хранения данных, поскольку при наличии соединений высокой пропускной способности (таких, как Fiber Channel или U320 SCSI) «узким местом» и основным объектом поставленной задачи оказываются не дисковые устройства, а платформа-вычислитель.

### Техника роста

Предполагаемый рост объемов хранимых и обрабатываемых данных ужесточает требования к оборудованию для построения консолидированного хранилища. При выборе аппаратной платформы для вычислений едва ли не определяющим фактором становится возможность постепенного наращивания функциональности системы и увеличения

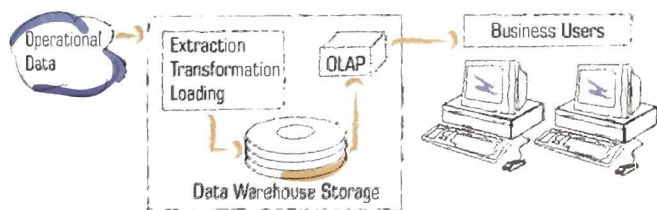


Рис. 1. Реализация хранилищ данных

производительности. 32/64-разрядная архитектура процессоров AMD Opteron позволяет масштабировать возможности системы в широких пределах. Благодаря использованию независимых шин, эффективным оказывается увеличение частоты процессоров, а переход к 64-разрядной вычислительной среде логично сопровождается плавным наращиванием объема памяти.

Дальнейшее увеличение производительности OLAP-систем достигается кластеризацией вычислительных мощностей. В продолжение эволюционного подхода, объединение нескольких серверов в кластер средствами Oracle или Microsoft позволяет эффективно применять алгоритмы распределенных вычислений по мере усложнения задачи. Кластерное решение выглядит элегантно и с технологической точки зрения — компоновка двух- и четырехпроцессорных систем на процессорах AMD Opteron позволяет «упаковать» узлы кластера в серверные модули высотой 1–2U.

### Программная среда

По оценкам IDC, на рынке Windows-ориентированных СУБД царят MS SQL (45%) и Oracle (30%). Совместимость платформы AMD Opteron с 32-разрядными приложениями позволяет начать построение хранилища данных в 32-разрядной Windows-среде (MS Windows Server 2003 + прикладное ПО), «держа в уме» возможность последующей миграции в 64-разрядную среду. Microsoft обещает выпустить 64-разрядные версии Windows- и SQL-сервера в первой половине 2005 года. Однако уже сегодня на рынке представлен ряд коммерческих 64-разрядных приложений для AMD Opteron, на базе которых возможно построение хранилищ данных, OLAP- и OLTP-систем. В сектор СУБД активно проникает Linux. По мнению IDC, к концу текущего года сегмент СУБД, ориентированных на Linux, займет треть всего рынка. Одним из наиболее интересных решений, и к тому же протестированных на взаимную совместимость, сегодня является операционная система SuSE Linux Enterprise Server 8 и СУБД Oracle 9i.

В нашем исследовании мы исходили из того, что на данный момент коммерческая версия СУБД под x86 и AMD64 у Microsoft, в отличие от Oracle, отсутствует. Решение на Oracle есть, оно характеризуется высокой технологичностью, богатством настроек, кросс-платформенным кодом и данными, обладает богатыми возможностями для построения кластерных систем, в том числе отказоустойчивых комплексов и систем с балансировкой нагрузки. Если речь идет о системах высокой доступности данных, обслуживающих запросы крупных производственных предприятий, банков, биллинга, то применение Oracle выглядит вполне уместным.

## Что показывают испытания

### Постановка тестов

В ходе тестов изучались такие вопросы:

1. Обеспечивает ли переход от 32-разрядной к 64-разрядной вычислительной среде прирост производитель-

ности на одной и той же аппаратной платформе AMD Opteron?

2. Насколько трудоемкой является миграция приложений и данных в 64-разрядную среду?
3. Не возникают ли проблемы с совместимостью существующих клиентских приложений при работе с 64-разрядным серверным окружением?

В качестве аппаратной базы использовался 2-процессорный сервер на процессорах AMD Opteron 244. Программная среда — связка SuSE Linux Enterprise Server 8.0 и СУБД Oracle 9i. Эти приложения имеют коммерческий статус и доступны сегодня в обеих версиях, 32- и 64-битной. Для обоих релизов использовалась одна и та же база данных (что естественно), абсолютно одинакова была и аппаратная часть. Различия начинались только на уровне программного обеспечения — немного различались конфигурации Oracle. Они были вызваны только одной причиной — наличием «избыточной» памяти. На сервере физически было установлено 6 ГБ ОЗУ. Поскольку нас не интересовали ни архитектурные изыски Oracle, ни разница функциональности релизов, а только сравнение возможностей 32-х битного и 64-х битного ПО с точки зрения утилизации возможностей конкретного сервера, то мы конфигурировали Oracle соответственно возможностям каждой архитектуры. То есть, в 64-х битном режиме разрешенное пространство памяти для Oracle было увеличено на дополнительных 2 ГБ.

При проведении испытаний представлялось интересным посмотреть возможность упрощения структуры баз данных за счет большей мощности сервера. Дело в том, что многие тонко настроенные структуры очень хорошо ведут себя в одних условиях, но очень плохо — в других. Поэтому возможность работать на более простых структурах не только облегчает проект и уменьшает его стоимость, но и делает его более устойчивым к изменениям условий.

Запросы к серверу выполнялись только с удаленного компьютера. Все запросы — динамические. Использовалась однопользовательская среда, все запросы выполнялись последовательно, каждый новый — только по завершении предыдущего.

### Что не вошло в тесты

В настоящей редакции испытаний не проводились сравнения с другими платформами.

Безусловно, было бы интересно произвести сравнение с операционной системой Windows. Но делать это в ситуации, когда нет коммерческого 64-х битного релиза операционной системы — и, соответственно, Oracle, — смысла не имеет. Сравнение с конкурирующей платформой — Intel Xeon — представляет значительно больший интерес. Однако на момент проведения испытаний платформа Xeon с 64-разрядными расширениями еще не была доступна на рынке.

Необходимо также отметить, что из многочисленных «продвинутых» возможностей Oracle, имеющихся в версии 9i release 2, а именно:

- индексы на основе битовых карт (Bitmap-indexes);

- агрегация «на лету» (Summary Management или Materialized Views);
  - секционирование таблиц (Partitioning; в указанном релизе предлагается уже 3 различных вида секционирования с возможностью их комбинации вложением — итого 5 видов);
  - сжатие таблиц [версия 9i] (Compressing);
  - работа с внешними таблицами, например, с текстовыми файлами (External Table Feature);
- в данной статье мы использовали только первую из упомянутых, а именно индексы на основе битовых карт.

## Цена миграции

Переход к 64-разрядной среде сводится к несложной процедуре инсталляции программных средств и миграции данных. Этот процесс логично сопровождать увеличением объема памяти до 6 ГБ или выше — иначе, при работе с памятью менее 4 ГБ, переход на 64-разрядную платформу вряд ли имеет смысл. Перенос данных производится один раз — после установки ОС и СУБД. 64-разрядная среда работает абсолютно адекватно, осложнения при инсталляции и использовании не выявлены.

## Процесс миграции

Первоначально база была подготовлена под такой же версией Oracle, но в среде операционной системы Windows. Затем, при помощи утилит Oracle export и import, база была перенесена в среду Linux. Перенос был произведен отдельно для каждого из релизов. Никаких проблем в миграции, или даже отличий, обнаружить не удалось. Скорость процесса импорта данных иллюстрирует диаграмма (рис.2).

Следующая операция при создании хранилища — индексация данных. Индексация приводит к существенному ускорению многих операций, однако для ее выполнения требуется много времени. Зачастую именно индексация является основным ресурсоемким этапом выведения хранилища в рабочую фазу.

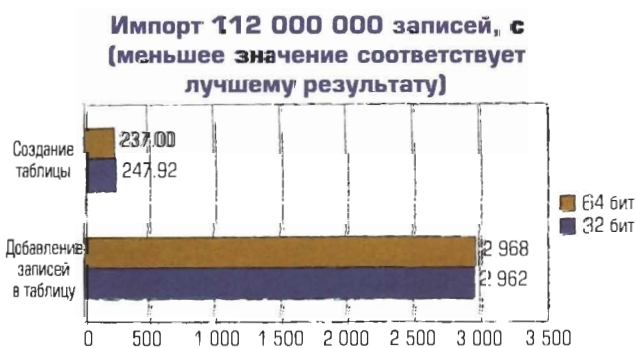


Рис. 2. Результаты тестирования. Скорость импорта данных



Рис. 3. Результаты тестирования. Скорость индексации данных



Рис. 4. Результаты тестирования. Производительность выборки в рабочем режиме

Для решения этой проблемы Oracle предлагает технологию индексации на основе битовых карт (Bitmap-indexes). Мы использовали именно эту технологию в наших замерах.

Как видно из диаграммы (рис.3), 64-битная архитектура вышла победителем для таблиц разного размера, причем на малой таблице выигрыш оказался значительнее, чем на большой. Это позволяет предположить, что с увеличением объема памяти скорость индексации большой таблицы будет расти быстрее, чем производительность выборки из большой неиндексированной таблицы.

Заключительный этап — сравнение производительности выборок на таблицах в рабочем режиме (см. рис.4). Здесь 64-разрядная среда работает на 10–20% эффективнее.

## Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать нам несколько выводов. Действительно, переход к 64-разрядной среде влечет за собой увеличение производительности, особенно существенное при работе с большими объемами данных. Это обстоятельство позволяет говорить об эффективности применения серверов на основе процессоров AMD Opteron в качестве основы хранилищ данных и систем OLAP-анализа.

Доступность коммерческих 64-разрядных операционных систем и СУБД и простота миграции дает возможность увеличивать мощность такого хранилища в широких пределах, причем практически бесплатно.

Высокая производительность современных систем может сэкономить коммерческим компаниям время и деньги в проектах по модернизации корпоративных систем управлением за счет упрощения архитектуры хранилищ данных.

## Вопросы на засыпку

**ITM:** Сравнение платформы самой с собой в разных вариантах мало информативно в отсутствии конкурентов — как в стане 32-х битных или 64-х битных платформ, так и в стане прямых конкурентов, работающих в том же 32/64-х битном поле.

Читателю, привыкшему к чудесам IT-индустрии, хотелось бы напомнить, что в свое время переход 16-ти разрядных операционных систем, таких как OS/2 или Windows, в 32-х разрядную архитектуру сопровождался значительным увеличением требований к аппаратным ресурсам. Особен-

но остро это прочувствовали пользователи СУБД упомянутых операционных систем — их интересовала конкретная производительность в терминах транзакций, а не красота новых окон или новая расцветка десктопов. Особенно это подрывало репутацию поставщиков, которые не имели аналогов за пределами упомянутых операционных систем; в частности, это относилось и к тогдашнему SQL серверу компании Microsoft (см. Kalen Delaney, Inside Microsoft SQL Server 2000, Redmond, Washington 98052-6399).

Безусловно, в нашем конкретном случае репутация компании Oracle — многолетнего поставщика коммерческих релизов 64-х битных РСУБД — давала нам повод надеяться на положительные результаты. Но вполне могло оказаться и так, что именно на объеме памяти в 6 ГБ накладные расходы расширенной архитектуры могли превысить преимущества дополнительной памяти, и результат мог оказаться даже не нулевым, а отрицательным.

Кроме того, мы надеемся, что внимательный читатель соотнесет наши тесты и наши объемы данных со своими (или с другими, ему известными). Для примера мы можем сослаться на статью «Преимущества кластерных технологий Compaq на процессорах Alpha для продуктов и приложений



Oracle» (<http://www.interface.ru/fset.asp?url=/oracle/claster.htm>), в которой в разделе «Преимущества 64-битовой версии Oracle и VLM» говорится:

«Для оценки преимуществ 64-битовой версии Oracle и возможности работы с очень большими областями памяти (Very Large Memory, VLM) в свое время Oracle провела серии сравнительных тестов, где на огромных таблицах — от 70 тыс. до 40 млн. записей (выделено нами) — для одной и той же базы данных сравнивалась 32-битовая версия Oracle на серверах Alpha и 64-битовая с возможностями VLM». Как видите, для сравнения разных архитектур предпочтительно проводить сравнение на одной и той же платформе. Обратите внимание — на тот момент в Oracle 70-тысячные таблицы считали «огромными», а 40-миллионные таблицы — это вообще был просто мыслимый верхний предел размера таблиц. В наших тестах мы первоначально планировали ограничиться испытаниями только на одной таблице из 28 миллионов записей. Но время отклика во время замеров было настолько малым, что мы сочли возможным увеличить таблицу фактов в 8 раз, и провести замеры и на ней. Отдельно хотим остановиться на том, что при испытаниях на «малой» таблице (напомню — это 28 миллионов строк) испытываемая таблица полностью помещалась в кэш как 32-х битного экземпляра Oracle, так и 64-х битного. То есть, разница в скорости на малой таблице является преимуществом в скорости процессора Opteron в 64-х битном режиме по сравнению с 32-х битным.

На основании тестов можно смело утверждать, что планируемое хранилище из 20–40 миллионов фактов при проектировании его на указанном в статье аппаратном обеспечении может достичь приемлемой производительности без использования продвинутых возможностей Oracle.

**ИТМ:** Несколько дилетантский подход к постановке тестов не выдерживает никакой критики. Одинаковые настройки — чудесная вещь, однако мало применимая в деле тестирования столь революционно разных платформ, как 32 и 64 бита в адресации.

1. Речь идет не о тестировании платформ, а тестировании поведения СУБД на одной и той же платформе, но в разных режимах. Как указывалось в статье, наши тесты не стремились подменить тесты TPC ([www.tpc.org](http://www.tpc.org)), когда выжимается все возможное из аппаратной платформы, речь шла о том, что сегодня можно купить средний сервер на Opteron и в любой момент — хоть в момент покупки, — перевести его в режим 64. Рассматривалось, на каком ПО это можно сделать сегодня, несет ли это затраты для пользователя с точки зрения усилий по миграции и/или накладные расходы при эксплуатации.

2. Не совсем понятно, что автор замечания [в дальнейшем — Автор] конкретно имел в виду под «столь революционно разных платформ, как 32 и 64 бита». Как известно, Windows до сих пор содержит в себе очень много 16-ти разрядного программного обеспечения, в то время как 16-ти разрядную аппаратную платформу в офисах уже не найти. Если Автор знает о том, что Itanium-2 HE позволяет запускать 32-х разрядный код, но HE знает о том, что

Opteron позволяет — то как раз для этого и была предназначена данная статья.

**ИТМ:** Лично видел, как при одинаковых настройках однопроцессорная персоналка на Пентиум 4 легко «делала» двухпроцессорный Сановский сервер на Оркл. Очень сомневаюсь, что эта персоналка была мощнее, просто настройки ей подходили больше, а реальная разница, масштабы которой подсказывает здравый смысл, показывает, насколько одинаковые настройки могут повлиять на результат работы разных платформ. Поэтому нельзя говорить ни о скорости работы платформ в абсолюте, ни о реальной разнице между разными реализациями адресации, которая легко может в реальной жизни быть как на порядок больше, так и на порядок меньше обрисованной в тестах.

По сути, нет конкретного замечания по методике. Или мир принципиально непознаваем — как же тогда существует Transaction processing performance council (<http://www.tpc.org>), — или мир непознаваем принципиально для меня (может, просто нет желания разбираться?). Я понимаю, что можно видеть много чего в жизни, например, можно зайти на сайт [www.sql.ru](http://www.sql.ru) и увидеть, что подобных обращений там очень много, но все подобные вопросы там обстоятельно разбираются — и, поверьте, чудес не бывает! Всегда есть какие-то конкретные причины, вызывающие «непонятные» эффекты в работе.

Хотелось бы услышать конкретно, какие настройки надо было затронуть дополнительно. Или получить конкретные замечания по методике. Что касается методики — ее можно получить, например, с сайта <http://www.tpc.org> или почерпнуть из статьи «Сжатие таблиц в СУБД Oracle9i Release 2: Анализ эффективности» на сайте <http://zeus.sai.msu.ru:7000/database/oracle/compress/1.shtml>.

**ИТМ:** Статья прямо призывает не к оптимизации процессов, а к наращиванию мускулов в ущерб той самой оптимизации. Мол, не надо учиться водить, главное — мотор помощнее. К чему это может привести на дороге общего пользования, мы знаем. 200 лошадиных сил в столб — очень больно.

В статье НЕ говорилось об оптимизации процессов. Речь шла об аналитических системах — и хранилищах данных, как их базисе. Как известно, на современной персоналке бухгалтер в Excel «перелопачивает» объемы данных, которые лет 10 назад казались просто колоссальными для предприятий. Например, когда я лично в 1987 г. выбирал аппаратную платформу для Прилукского ПО Пожмашина, то просто поддержка справочника деталей в 30.000 позиций не позволяла нам работать ни с чем, кроме как ЕС ЭВМ. А сегодня Excel успешно обрабатывает множество листов по 64 000 строк на каждом... Кстати, в своем кругу мы различаем сервера для оперативного контура (ERP системы и подобные) и сервера для анализа данных. Вторые так и именуются — «молотилки данных»... Вот об испытании сервера в режиме «молотилки» и шла речь.