

ПОТОМКИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

Главное в жизни — не достичь предела мечтаний...

Краткое эссе об информации

Как и все прогрессивное человечество, современные предприятия чрезвычайно быстро наращивают объемы информации, которые необходимо где-то хранить и как-то использовать. Сегодня с завидной регулярностью появляются все более и более новые технологии, значительно упрощающие и удешевляющие процессы копирования, хранения и передачи данных. И тем самым они быстро меняют мир, в котором мы живем. Если еще совсем недавно аналитики говорили об удвоении общего объема информации на планете каждые пять лет, потом постепенно перешли на 1,5 года, то ныне они уже говорят чуть ли не о ее ежегодном шестикратном росте.

Важные технические новшества всегда отражались на изменении жизни общества и каждого человека индивидуально. Скажем, жизнь человечества стала иной после изобретения радикально нового способа хранения данных — письменности. Однако до появления тиражирующего печатного станка в XV веке большинству населения книги были просто не по карману, а потому и грамотность казалась ненужной роскошью. Да и те, кто изучал книги, большую часть своего времени тратили на их переписывание. И трудно себе представить появление протестантизма без станка Гуттенберга, как и без бумаги — более дешевого средства хранения данных, появившихся в Европе в XI–XII веках. Как еще можно было бы дать Библию на родном языке каждому верующему? Недаром Мартин Лютер называл книгопечатание "вторым искуплением рода человеческого".

В очередной раз скорость передачи информации радикальным образом изменилась лишь в начале XIX века, когда чуть ли не главным фактором задержки стал ключ Морзе. В новозаветные времена весть о воцарении нового императора доходила до представителей власти вертикали в Иудее или Египте примерно за два месяца, хотя использовала самые скоростные на тот момент "лошадиные технологии". Общедоступные почтовые службы, добавив организованности, не сильно повлияли на скорость доставки, пока не появился телеграф, а уж за ним все остальное из современного набора инфокоммуникаций. Особенность нашего времени — это скорость технологиче-

ских изменений. В Университете Беркли (Калифорния) подсчитали, что только в 2002 г. на свете появилось пять эксабайт (1 эксабайт — это 1 млрд гигабайт) новых данных, из них 92 % хранилось на жестких дисках, 7 % — на видеопленке и только 0,01 % — на бумаге. Один эксабайт примерно в 100 тыс. раз превосходит объем всей информации, хранящейся на бумаге в Библиотеке Конгресса США — одной из крупнейших библиотек мира.

В начале 2010 г. главный футуролог консалтингового подразделения Cisco IBSG Дэйв Эванс обнародовал свой прогноз дальнейшего развития технологий:

- ◆ к концу 2010 г. на каждого жителя нашей планеты будет приходиться по миллиарду транзисторов стоимостью одна миллионная американского цента каждый;

- ◆ к 2013 г. ежемесячный объем трафика в беспроводных сетях составит 400 петабайт (сегодня весь мировой сетевой трафик составляет девять эксабайт в месяц (9×10¹⁸ байт));

- ◆ к 2015 г. Google проиндексирует примерно 775 млрд страниц контента;

- ◆ к 2015 г. человечество будет ежегодно создавать контент, объем которого в 92,5 млн раз превышает объем информации, хранящейся в Библиотеке Конгресса США;

- ◆ к 2015 г. объем файлов, скачиваемых кинофильмов, аудиотреков и данных, которыми обмениваются между собой пользователи, возрастет до 100 эксабайт, что в десять млн раз превышает объем информации, хранящейся в Библиотеке Конгресса США;

- ◆ к 2015 г. объем данных, которые будут генерировать телефонная связь, Интернет, электронная почта, фото- и музыкальные файлы, составит 50 эксабайт;

- ◆ к 2015 г. повсеместно распространится видеосвязь, и она будет генерировать 400 эксабайт трафика, что в 40 млн раз превышает объем информации, хранящейся в Библиотеке Конгресса США;

- ◆ в течение двух следующих лет объем информации во Всемирной сети будет удваиваться каждые 11 ч;

- ◆ в течение ближайших лет объем информации в нашем мире будет ежегодно увеличиваться в шесть раз, а объем корпоративных данных в тот же период будет ежегодно возрастать в 50 раз;

- ◆ Интернет эволюционирует до такой степени, что сможет поддерживать мгновенные коммуникации независимо от расстояния;

- ◆ через 5 лет любая поверхность сможет выполнять функции дисплея;

- ◆ к 2020 г. каждый житель нашей планеты будет в среднем хранить 130 терабайт (130×10¹² байт) персональных данных (сегодня этот объем равен 128 гигабайтам — 128×10⁹ байт);

- ◆ к 2020 г. ПК стоимостью в одну тысячу долларов США по своей вычислительной мощности сравняется с человеческим мозгом;

- ◆ к 2020 г. в Интернете будет работать больше устройств, чем людей;

- ◆ с внедрением протокола IPv6 в Интернете появится такое количество электронных адресов, что каждую из известных человечеству звезд во вселенной можно будет снабдить 4,8 трлн адресов;

- ◆ к 2020 г. каждое электронное устройство будет иметь универсальное приложение для перевода с других языков;

- ◆ в предстоящие 10 лет скорость передачи данных в домашних сетях увеличится в 20 раз;

- ◆ первый коммерческий квантовый компьютер появится к середине 2020 г.;

- ◆ к 2025 г. появятся первые прецеденты телепортации на уровне частиц;

- ◆ к 2029 г. за 100 долл. можно будет купить систему хранения емкостью в 11 петабайт (11×10¹⁵ байт). Такого объема электронной памяти будет достаточно, чтобы круглосуточно проигрывать видео DVD качества в течение 600 с лишним лет;

- ◆ к 2030 г. вычислительная мощность ПК стоимостью в одну тысячу долларов США будет равна мыслительной способности населения целого поселка (вот только месторасположение этого поселка не указывается);

- ◆ к 2030 г. станет возможным живление искусственной ткани в человеческой мозгу;

- ◆ к 2050 г., если к тому времени население нашей планеты составит 9 млрд человек, мощность вычислительного устройства стоимостью в одну тысячу долларов США будет равна вычислительной мощности всего человечества;

- ◆ сегодня мы знаем 5 % того, что нам станет известно через 50 лет. Другими словами, 95 % знаний, которые будут доступны людям к 2060 г., станут результатом открытий, сделанных в предстоящие 50 лет.

Завораживает, не правда ли? А ведь всего 15 лет назад лишь 48 млн человек регулярно использовали Интернет. Кстати, уже сегодня изображения, созданные по всему миру с помощью более чем миллиарда устройств — от цифровых фотоаппаратов и телефонов во встроенной камерой до медицинских сканеров и камер безопасности, — составляют самый значительный компонент цифровой среды.

Что же касается телепортации (не той, что у фантастов для материальных существ), то 20 мая 2010 г. китайские физики смогли успешно передать информацию между двумя фотонами без каких-либо проводов и иных линий связи на рекордно большое расстояние — 16 км. Прежде рекорд для систем квантовой телепортации не

превышал нескольких сотен метров. Китайские ученые говорят, что в будущем на основе концепции квантовой телепортации можно будет создавать дешевые и очень скоростные системы связи, которым не потребуются традиционные сигналы. Квантовая телепортация в реальности представляет собой такую систему, когда два фотона света или два иона вещества выравниваются таким образом, что изменения в одном мгновенно провоцируют изменения в другом, причем между двумя частицами может быть довольно большое расстояние. В предыдущих экспериментах фотоны были связаны между собой посредством волоконно-оптического кабеля, длиной несколько сотен метров. Сейчас же пара фотонов была выровнена таким образом, что их удалось связать даже на расстоянии 16 км без использования кабеля. Между тем частицы полностью сохраняли заданный спин, поляризацию и иные показатели. Исследователи из Университета наук и технологий КНР в результате практических опытов пришли к выводу, что даже на очень больших расстояниях фотоны по-прежнему сохраняют связь, правда, в случае больших расстояний точность телепортации составляет пока 89 %. По словам ученых, изначально они планировали создать систему квантовой телепортации на 5...10 км с использованием двух наземных станций в качестве приемника и передатчика. Наши опыты доказывают, что в будущем полностью беспроводные мгновенные оптические коммуникации возможны в глобальном масштабе — говорится в заявлении университета.

Но это дело будущего, а сейчас постоянно растущая масса информации подвергает имеющиеся на сегодняшний день ИТ-инфраструктуры значительной нагрузке. Этот бурный рост полностью изменил работу организаций и специалистов в ИТ-сфере и использование информации потребителями. Учитывая, что за безопасность 85 % созданной и скопированной информации будут также отвечать организации и компании, технические специалисты продолжают работу по созданию и совершенствованию информационных инфраструктур, которые помогут справиться с таким потоком информации.

К примеру, любая современная компания редко обходится без использования систем ERP и CRM. ERP-система (Enterprise Resource Planning System — система планирования ресурсов предприятия) — корпоративная информационная система (КИС), предназначенная для автоматизации учета и управления. Как правило, ERP-системы строятся по модульному принципу и в той или иной степени охватывают все ключевые процессы деятельности компании. CRM-система (Customer Relationship Management System — система управления взаимодействием с клиентами) — корпоративная информационная система, предназначенная для автоматизации стратегии компании, в частности, для повышения уровня продаж, оптимизации маркетинга и улуч-

шения обслуживания клиентов путем сохранения информации о клиентах (контрагентах) и истории взаимоотношений с ними, установления и улучшения бизнес-процедур и последующего анализа результатов. Это подразумевает, что при любом взаимодействии с клиентом по любому каналу сотруднику компании доступна полная информация обо всех взаимоотношениях с данным клиентом, и решение принимается на основе этой информации (информация о решении, в свою очередь, тоже сохраняется).

И где-то необходимо размещать все эти системы и хранить всю обрабатываемую ими информацию.

Кубышка информационных олигархов

Не секрет, что сегодня выбор оптимального ИТ-решения по обработке данных — это не только оперативное решение текущих задач, но и инвестиции в будущее своих компаний. Для хранения и обработки огромных объемов информации создаются так называемые центры обработки данных (ЦОД или Data Centre). Использование в них большого числа серверов (различные платформы, процессорные комплексы) уже стало для большинства компаний рядовым событием, благодаря чему в них произошло переосмысление динамики внутренних бизнес-процессов. Основное внимание теперь уделено надежности и стабильности. Ведь ближайшее будущее ЦОД — это обеспечение “облачных вычислений”, о которых уже рассказывалось на страницах журнала.

В целом ЦОД — это отказоустойчивая комплексная централизованная система, обеспечивающая автоматизацию бизнес-процессов с высоким уровнем производительности и качеством предоставляемых сервисов. Основными инфраструктурами таких центров являются информационная, телекоммуникационная и инженерная.

Информационная составляющая ЦОД обеспечивает непосредственно работу с потоками данных, их передачу, обработку и хранение. Важнейшей составляющей ЦОД является Система хранения данных (СХД) — комплексное решение по организации надежного хранения информационных ресурсов и предоставления гарантированного доступа к ним серверов ЦОД. Система хранения данных тесно интегрируется с другими его компонентами и подсистемами. Используемое серверное оборудование отличается повышенной надежностью. Для обеспечения сохранности информации используются системы резервного копирования.

Телекоммуникационная инфраструктура предоставляет возможность связи между центром обработки данных и пользователями. Крупные ЦОД имеют собственные каналы связи, которые подключают к серверам.

Инженерная составляющая ЦОД включает в себя системы по обеспечению бесперебойной работы: бесперебойное электроснабжение, кондиционирование с поддержанием требуемой температуры, пожаротушение и сигнала-

лизацию в случае чрезвычайных происшествий, обеспечение контроля доступа и управления.

Для предотвращения утечки информации в ЦОД интегрируются системы ограничения физического доступа в технологические помещения, а также системы видеонаблюдения. Излишне говорить, что специалисты ЦОД ведут круглосуточный мониторинг работы серверов.

“Хороший” ЦОД представляет собой комплекс попарно дублированных сетевых узлов, соединенных таким образом, чтобы выход из строя одного из них не отражался ни на работоспособности ЦОД, ни на качестве обслуживания клиентов. Все узлы объединены и управляются системой управления (также дублированной). Со стороны клиентов сеть ЦОД является полностью “прозрачной” и имеет резервные каналы связи (не обязательно в горячем резерве) для обеспечения возможности оперативного упрочнения стыков с внешними сетями связи.

Клиентское оборудование размещается в специально оборудованных помещениях (боксах, стойках с подведением всех необходимых коммуникаций), отделенных от помещений, где расположены основные телекоммуникационные узлы ЦОД и его системы управления.

Электропитание осуществляется также по полностью резервированной схеме с использованием источников независимого питания как на аккумуляторах, так и дизель-генераторах (а то и генераторах на базе авиационных турбин).

Система вентиляции и кондиционирования рассчитана на экономичное обеспечение заданных температурных режимов во всех помещениях центра как при неполной, так и при полной клиентской нагрузке помещений.

Серьезная проблема — энергопотребление и охлаждение. К примеру, требования к энергетической системе ЦОД IV уровня надежности предусматривают, помимо всего прочего, полное резервирование электропитания. Такой ЦОД должен быть оснащен как минимум двумя полностью независимыми электрическими системами, начиная от фидеров электропитания и входных магистралей от провайдеров услуг связи и заканчивая дублированием блоков питания блейд-серверов. Закон Мура, описывающий темпы эволюции электронного мира, пока еще применим в отношении настольных систем и производства процессоров, но перестает быть справедливым в мире крупномасштабных ЦОД. Те новые тенденции, которые определяют облик ЦОД нового поколения на предстоящие пять лет, очерчивают весьма острые проблемы, связанные с безудержным ростом уровня их энергопотребления в условиях резко возрастающего дефицита энерго мощностей. По оценкам аналитиков Uptime Institute, в ближайшие пять лет стоимость эксплуатации этих объектов возрастет от 5 до 15 раз. Надо сказать, что в преломлении глобального финансового кризиса эти выводы аналитиков носят еще более угрожающий характер.

В 2000 г. средний уровень энергопотребления на стойку составлял 2,5 кВт, в 2006 г. — 10 кВт, а к концу 2010 г., как говорят прогнозы, учитывая нынешние темпы роста, он превысит 30 кВт. В результате резко возрастут расходы на электропитание и охлаждение. В 2000 г. они составляли около 20 % стоимости новых серверов, сегодня превысили 50 % и, если ничего не изменится, скоро достигнут 80 %. Правда, не следует сразу же сильно пугаться, ибо и сама микроэлектроника предусматривает некоторый прогресс в части снижения энергопотребления микросхем. Но из-за огромных объемов энергопотребления ЦОД становятся объектами нападков со стороны "зеленых" движений, а решение проблем диверсификации путей энергоснабжения переходит на общегосударственный и международный уровень. На практике муниципалитеты крупных городов даже ограничивают максимальную мощность для новых ЦОД, а, к примеру, в Амстердаме вообще запрещено строить объекты с высоким уровнем потребления электроэнергии.

По данным компании APC, структура потребления электроэнергии современного ЦОД выглядит следующим образом: системы охлаждения — 50 %, компьютерная нагрузка — 36 %, источники бесперебойного питания — 11 %, освещение, пожарная сигнализация — 3 %. Зато, к примеру, упомянутая выше виртуализация положительно влияет на системы хранения и вскоре должна распространиться на уровень сетей. Сегодня эта технология позволяет представить один физический сервер как несколько логических машин. И, как показывает практика, в хорошо управляемой виртуализированной серверной среде уровень загрузки ресурсов повышается с 30 % до более чем 90 %.

И еще одна чисто отечественная проблема — "квартирный вопрос", который подчас портит все дело. Ведь для создания ЦОД необходимо наличие соответствующих площадей поблизости от незагруженных энергетических источников.

Будни строителей ЦОД

Как разрешить энергетический кризис с ЦОД? Может быть, использовать альтернативные источники энергии — например, газовые турбины?

Проектировщики ЦОД оптимизируют инфраструктуру с целью радикального снижения операционных расходов. К примеру, в США типовой показатель энергопотребления ЦОД — 1,5 кВт/м² и делать свыше 3 кВт на стойку считается плохим тоном. Оказывается выгодным даже устанавливать стойки с неполной заливкой. Здесь "играет" и возможность эффективного отвода тепла, которую легче обеспечить как раз при указанных условиях. Так что все озабочены повышением производительности на единицу площади.

Еще один тренд — повышенное внимание к спектру и качеству услуг, что включает в себя SLA (Service Level

Agreement — соглашение об уровне качества услуг), — показатели надежности, доступность, квалифицированный эксплуатационный персонал. Конечно, показатели качества услуг — это сегодня банальность, но что делать, если с точки зрения поставщика и потребителя они разные? Надо искать и находить компромиссы.

Чего не хватает рынку ЦОД, так это квалифицированных консультантов. Как минимум, чтобы просчитать и минимизировать риски. Невредно подсчитать и энергетическую эффективность, разработав соответствующие методики, дабы определить, сколько денег "выбрасывается" непосредственно "в форточку" в виде тепла. Собственно, чем больше тепла уходит на непосредственно работу, тем правильнее построен ЦОД. Кстати, что касается наукоемких вычислительных задач, то они нарушают сложившееся мнение о среднем потреблении на стойку и по прогнозам зарубежных специалистов требуют от 30 до 80 кВт. К примеру, ЦОД, действующий в МГУ, потребляет 33 кВт на стойку. Куда девать все это избыточное тепло? Можно, например, подогреть корпоративный бассейн. А вообще-то с этой точки зрения ЦОД целесообразно строить на севере. Ну и разводить парниковое хозяйство в придачу. Правда, есть опасения, что призыв "Приезжайте к нам на Колыму!" вряд ли "зажжет" сердца ИТ специалистов.

А теперь пару слов о глобальном ЦОДостроении. Поскольку потребительскими свойствами обладает не сам ЦОД и не связь, а решение в целом, российская компания Synterra применила глобальный и одновременно комплексный подход к проблеме строительства ЦОД в рамках известной программы "40х40", что означает создание 40 собственных ЦОД в различных городах РФ с подключением их к магистральной сети на скоростях 40 Гбит/с. Так создается контентно-ориентированная инфраструктура на всей территории РФ, которая является связующим звеном для всех составляющих инфраструктуры компании: магистральной транспортной сети, сети дальней связи, IP/MPLS-сети передачи данных и др. Да и клиенты получают не просто каналы и серверы, а всю ИТ инфраструктуру "под ключ".

Что касается будущего ЦОД, то хотя бы перспективы "облачных вычислений" надолго снимают все вопросы. А касательно облика ЦОД складывается интересная ситуация: согласно закону Мура, серверы непрерывно уменьшаются в размерах с одновременным увеличением объемов хранимой информации. И если вы начали проектировать ЦОД, то к моменту его постройки он успеет морально устареть, потому что то, что вчера помещалось в комнате, сегодня уже легко помещается в стойке, а то, что было в стойке, — глядишь, уже помещается в кассете. И вроде бы дешевле просто подождать... Но ждать-то нельзя, потому что информация требует, чтобы вы шли дальше, дальше, дальше...