

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ серверного мира —

обзор 2018



Мировой серверный рынок продолжает активно расти. Во многом это обусловлено постоянным обновлением технологий, которые регулярно анонсируют мировые компании. Появление все более функциональных и производительных систем стимулирует активное и повсеместное техническое перевооружение.

Во всех экономически развитых странах любая инновация, как правило, превращается в преимущество (хотя, конечно, бывают исключения) и становится весомым аргументом в конкурентной борьбе. Это особенно характерно для современного мира ИТ в целом и серверного сегмента в частности. Как раз сейчас рынок, похоже, стоит на пороге больших изменений. Скажем, энергонезависимая оперативная память, которая совсем недавно стала коммерчески доступным продуктом, может в корне преобразовать индустрию дата-центров. Если она будет массово применяться в серверах, это позволит существенно снизить требования к инфраструктуре резервного электропитания ЦОД. Сейчас даже кратковременное пропадание электричества приводит к потере всех данных, размещенных в ОЗУ, объемы которого в современных серверах уже исчисляются терабайтами.

Чтобы этого избежать, применяют системы гарантированного электроснабжения. Но если память будет энергонезависимой, вычислительная система переживет сбой без потери ценной информации, которая находится в ОЗУ. Конечно, регистры процессоров потеряют данные, а программы придется перезапустить, но информация из оперативной памяти не исчезнет, следовательно, время восстановления работоспособности вычислительной системы существенно сократится. Таким образом, бесперебойное питание потребует только небольшой части систем, которым нужна наивысшая степень оперативности и готовности. На остальных можно будет сэкономить (они просто дождутся включения основного источника электропитания или запуска ДГУ и после непродолжительного процесса восстановления возобновят

работу). Это пока что теория, но технически такая возможность уже имеется и скоро, возможно, появится в массовых системах.

Вообще же память — оперативная и постоянная — постепенно выходит на передний план. Сейчас уже начинают говорить о новом подходе к архитектуре вычислительных систем, где высокоскоростные запоминающие модули становятся центральным элементом (сегодня эту позицию занимает процессор).

Кроме того, мировые компании считают своим приоритетом развитие технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, а здесь нужны очень большие вычислительные мощности, для достижения которых требуются совершенно новые подходы и концепции. И разработки в этом направлении ведутся очень активно — в США, КНР, ЕС. Даже если столь существенные и концентрированные усилия не достигнут своей непосредственной цели, все равно в процессе поиска будет создано и открыто много нового. Но пока это дело будущего, а мы оглянемся на день вчерашний, чтобы вспомнить, что нового показали ведущие мировые серверные компании в 2018 году.

IBM — от мейнфреймов до нейрокомпьютеров

Компания IBM продолжает последовательную политику развития, направленную на увеличение интеллектуальной составляющей в предлагаемой продукции. После того как подразделение, занимающееся производством

x86-серверов, было продано Lenovo (произошло это, напомним, в 2014 году), **IBM** фактически отказалась от поставок «коробочных» решений. Конечно, продажа крупного сегмента бизнеса привела к снижению доходов, но, как теперь становится очевидно, полученные от продажи миллиарды были потрачены не зря — в начале 2018 года объявлено о росте выручки, которая до этого снижалась 22 квартала подряд. По итогам всего прошлого финансового года общие продажи компании составили около \$80 млрд (+1% по сравнению с 2017-м), а прибыль — \$8,7 млрд, что на целых 57% больше, чем годом ранее. Основной вклад внесли такие направления, как продажа мейнфреймов, RISC-серверов, СХД, а также различные сервисы, включая облачные услуги (доля которых достигла четверти в суммарном обороте).

Сильные позиции на рынке и оптимистический настрой на будущее дают основание для дальнейших крупных инвестиций. Так, 28 октября 2018 года стало известно, что IBM приобретет известного мирового разработчика ПО — **Red Hat**. Сумма сделки, которая будет закрыта ближе к концу 2019 года, составила \$34 млрд (при оценочной стоимости компании около \$20,8 млрд). Red Hat сохранит все свои торговые марки, офис, персонал и структуру, но формально войдет в состав подразделения IBM Hybrid Cloud, а ее разработки планируется использовать для создания и развития гибридных облачных решений.

Но это не единственное приобретение. Летом прошлого года IBM также купила компанию Oniqua Holdings, которая разрабатывает системы технического обслуживания и ремонта с использованием технологий IoT.

Вместе с тем IBM продолжает активно развивать направление мощных RISC-серверов, которое до сих пор остается одним из главных генераторов выручки для компании. Так, на рубеже 2017 и 2018 годов был анонсирован сервер Power Systems AC922 (**рис. 1**) — первая серийная система IBM на базе нового процессора POWER9. Как заявили разработчики — платформа спроектирована специально под задачи, связанные с искусственным интеллектом и глубоким машинным обучением (deep learning).



Рис. 1. Power Systems AC922 — первый серийный сервер компании IBM на базе нового процессора POWER9

Двухпроцессорный сервер выполнен в форм-факторе 2U, в зависимости от конфигурации каждый чип может содержать от 16 до 22 ядер (по 4 потока на каждом). Поддерживается до 1 ТБ оперативной памяти, шина PCI-Express 4.0, а также до шести ускорителей NVIDIA Tesla V100. Все это позволяет существенно повысить эффективность работы с интенсивными вычислениями и большими массивами данных. В частности, серверы AC922 являются основой двух мощнейших мировых суперкомпьютеров — Summit и Sierra (соответственно, №1 и №2 новейшего рейтинга TOP 500).

Кстати, напомним, что RISC-процессоры POWER9 выпускаются по техпроцессу 14 нм, но уже в 2019–2020 годах планируется появление следующего поколения — POWER10, который создадут по 10 нм нормам. Также задекларирован и выход процессоров POWER на базе технологии 7 нм (после 2020 года), непосредственным производством которых займется компания Samsung. Дело в том, что **GlobalFoundries** — стратегический партнер IBM в сфере выпуска процессоров, которому компания в 2014 году передала соответствующие профильные заводы, активы и технологии, отказался участвовать в дальнейшей «гонке техпроцессов». Так что 10 нм для POWER10 — это предел. Для более совершенных моделей пришлось срочно искать другого чип-мейкера. Известно также, что POWER10 будет содержать до 48 многопоточных ядер (что вдвое превышает показатель предыдущей модели), а условный POWER11 — еще больше.

Не отстает и направление мейнфреймов — в этом сегменте IBM остается мировым лидером и, по сути, единственным крупным производителем. Правда, революционных изменений здесь не произошло — в апреле 2018 года свет увидела очередная модель z14 (**рис. 2**), которая, как утверждается, на 10% превосходит предыдущую версию z13s, содержит вдвое больше оперативной памяти (до 8 ТБ) и предназначена, главным образом, для работы в облачных средах.

Говоря о новых продуктах в сфере систем хранения данных, можно отметить появление в июле прошлого года новой СХД IBM FlashSystem 9100 емкостью до 2 ПБ на систему (до 32 ПБ на стойку 42U). В СХД можно использовать флеш-накопители NVMe или модули на основе фирменной технологии FlashCore (FCM).

В числе приоритетных направлений развития IBM — разработки в области искусственного интеллекта и машинного обучения. Из интересных достижений в этой сфере можно назвать продолжение работ над практическими реализациями т.н. «нейроморфных суперкомпьютеров», которые представляют собой вычислительные системы, чьи процессоры, по идее, должны имитировать работу биологического мозга. В целом это достаточно свежее направление — первые подобные решения увидели свет всего пару лет назад. Но в середине лета 2018 года стало известно, что IBM поставила такую систему для лаборатории BBC США (Air Force Research Laboratory, AFRL). На момент выхода статьи суперкомпьютер, получивший

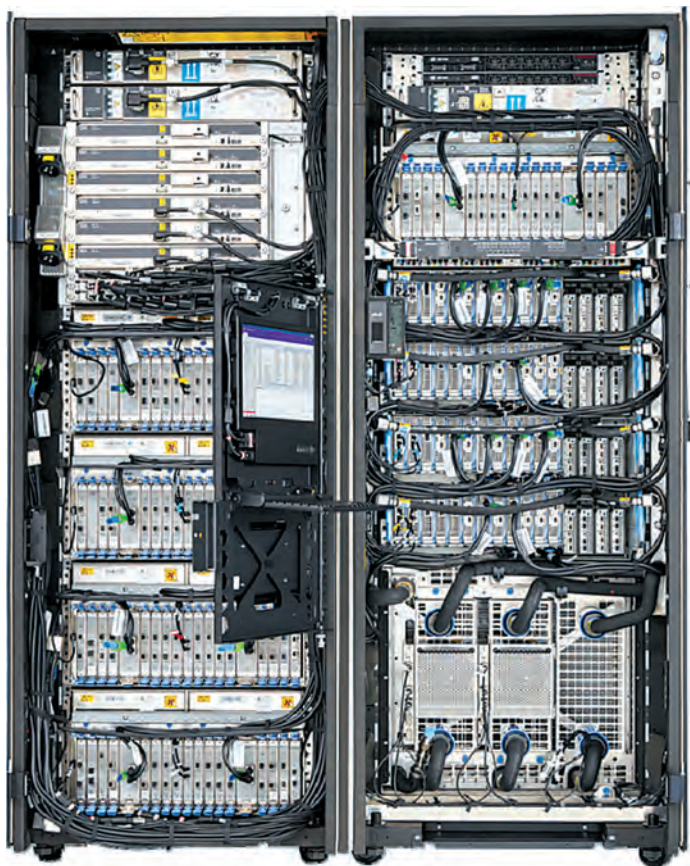


Рис. 2. Мейнфрейм IBM z14 — очередной эволюционный шаг в развитии семейства System z

название Blue Raven, содержал наибольшее количество нейронных процессоров в мире (речь идет о специальных фирменных чипах TrueNorth) при общем энергопотреблении всего 40 Вт (хотя ранее ожидалось, что этот показатель будет вчетверо меньше — 10 Вт). Вся система в базовом варианте имитирует работу 64 млн нейронов (с возможностью расширения до 512 млн) и 16 млрд синапсов (**рис. 3**).



Рис. 3. Нейроморфные процессоры IBM TrueNorth

Много ли это? Примерно столько же нейронов содержит кора головного мозга курицы, а максимальные 512 млн — это уже уровень небольшой собаки или такой сообразительной птицы, как сойка. Для сравнения: только в коре больших полушарий головного мозга человека более 16 млрд нейронов, а всего их у каждого из нас, по последним научным данным — более 86

млрд. Хотя, конечно, прямые аналогии здесь не вполне уместны — в природе встречаются животные, скажем, черные дельфины, у которых число нейронов в несколько раз больше, чем у среднего человека, но они вряд ли «умнее» людей. Важно, как организованы связи внутри мозга. Собственно, изучением различных вопросов, связанных с алгоритмами работы нейронных процессоров, и займется AFRL.

Новые серверные технологии Hewlett Packard Enterprise

Для компании **HPE** в финансовом плане 2018 год оказался весьма успешным — общая выручка увеличилась до \$30,9 млрд, что на \$2 млрд больше, чем годом ранее. Рост отмечен на всех основных региональных рынках: в обеих Америках (+2% год к году), Азиатско-Тихоокеанском регионе (+6%) и особенно EMEA (+13%). Наибольший вклад в положительную динамику внесли такие направления, как сетевое оборудование и СХД. Чуть менее чем на 10% (с \$3 до \$3,23 млрд) увеличилась и прибыль.

Неудивительно, что HPE продолжила политику приобретения компаний. Так, в конце осени 2018 года стало известно о покупке BlueData — разработчика ПО для систем машинного обучения и анализа больших данных. На момент сделки (сумма которой не названа) среди клиентов BlueData числились такие глобальные заказчики, как Citigroup и NASDAQ, а в перечне основных партнеров — Dell EMC.

Самым существенным событием в серверном сегменте стал выход на рынок новой серии систем семейства ProLiant Gen10. Масштабное обновление началось еще в 2017-м, но завершилось уже в начале прошлого года. «Десятое» семейство существенно отличается от предыдущей генерации не только тем, что здесь используются новые процессоры Intel Xeon Scalable, но и целым спектром фирменных разработок, которые есть только в серверах HPE. Во-первых, это пакет технологий Intelligent System Tuning (IST), в который входят модули Workload Matching, Jitter Smoothing и Core Boosting. Первый из них представляет собой набор шаблонов тонкой настройки параметров сервера (их насчитывается около трех десятков), каждый из которых подразумевает определенный приоритет для вычислительной системы (максимальная производительность, энергоэффективность, низкая задержка, работа с СУБД или графикой и т.д.). Пользователю достаточно выбрать профиль, а все остальные действия, которые требуются для оптимальной настройки сервера под конкретный тип задач модуль Workload Matching выполнит самостоятельно.

Jitter Smoothing позволяет сглаживать перепады частоты процессора в режиме TurboBoost. Дело в том, что чип не работает на максимальной мощности постоянно. В моменты спада/возрастания нагрузки тактовая частота также изменяется, причем весьма существенно. Выход на пиковый режим производительности занимает определенное время, значимое, например, для некоторых ОС и Java-приложений, что в обычном случае

может привести к «провалам» производительности. Jitter Smoothing (на которую HPE подала патентную заявку) нивелирует этот негативный эффект.

Что касается Core Boosting, то эта технология позволяет повышать таковую частоту процессорных ядер Xeon Scalable сверх стандартного ускорения Turbo Boost, при этом речь идет не о разгоне, а именно о штатном режиме работы.

Еще в серверах Gen10 была улучшена подсистема работы с оперативной памятью. В частности, добавлена технология SmartMemory Fast Fault Tolerance, использующая упреждающие алгоритмы, которые постоянно анализируют состояние модулей. В случае выявления риска потери данных в определенной области FFT назначает ей другой безопасный участок сравнимого объема на том же канале. Кроме того, HPE обновила и модули своей энергонезависимой оперативной памяти NVDIMM, теперь они имеют емкость до 16 Гб (рис. 4).

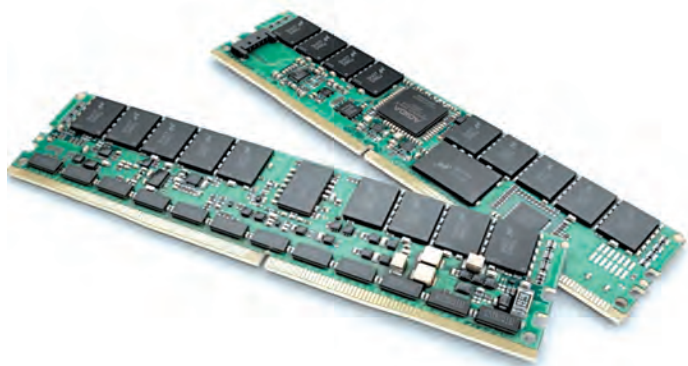


Рис. 4. Модули энергонезависимой оперативной памяти HPE NVDIMM емкостью 16 Гб

Не менее интересным является решение HPE Scalable Persistent Memory, которое представляет собой специальный комплекс на основе x86-сервера серии ProLiant DL380 Gen10, оснащенного модулями оперативной памяти DDR4 SmartMemory и особой системой, благодаря которой ОЗУ защищено от потери данных в результате сбоя электропитания (для этого используются комбинация твердотельных накопителей NVMe, особого блока питания с внутренним ИБП и специального ПО). Если внешнее напряжение пропадает, то сервер переносит все данные из оперативной памяти на SSD-диски, а когда ситуация нормализуется — автоматически возвращает их в исходное состояние. Объем такой защищенной памяти достигает 1 Тб, и это позволяет, например, разворачивать базы данных полностью в оперативной памяти без риска потерять информацию в случае сбоя питания. Массу усовершенствований получила и система удаленного управления HPE iLO 5 — она стала быстрее, надежнее и безопаснее.

Нельзя упустить из виду и новое решение HPE InfoSight for Servers, которое сочетает в себе средства мониторинга работоспособности и производительности с механизмами машинного обучения и прогнозной аналитики. Платформа не только позволяет контролировать работу

огромной инфраструктуры вычислительных систем, но и способна выявлять потенциальные проблемы с оборудованием еще до их наступления (с этой целью производится постоянный глубокий анализ телеметрических данных, собираемых со всех серверов сети).

Кроме того, портфолио x86-серверов HPE пополнилось однопроцессорными системами на базе нового чипа AMD EPYC с количеством ядер от 8 до 32.

В прошедшем году HPE заключила также ряд стратегических альянсов в сфере промышленного «Интернета вещей» (Industrial IoT). Так, на рубеже 2017 и 2018 годов был подписан договор с **ABB**, в рамках которого швейцарский гигант предоставит собственную комплексную среду для управления промышленными объектами и зданиями Ability, а HPE предложит аппаратно-программные платформы (в т.ч. облачные) для ее развертывания на предприятиях. К тому же обе компании будут совместно продвигать решения для дата-центров. Кроме того, в конце прошлого года стало известно о еще одной похожей инициативе. На этот раз о сотрудничестве в области IIoT договорились Aruba (входящая в состав HPE) и **Siemens**.

Альянс обещает быть взаимовыгодным, поскольку немецкая компания нуждается в качественном и функциональном сетевом оборудовании, которое есть у **Aruba**, а последней, в свою очередь, хочется получить более широкий доступ к промышленным клиентам. В целом HPE достаточно активно развивает направление решений для IoT. Так, в прошлом году были представлены новые конвергентные платформы, ориентированные на системы «Интернета вещей» — Edgeline Converged Edge, которые также комплектуются пакетом управляющего программного обеспечения Edgeline Integrated Systems Manager.

Что касается других направлений, то здесь можно отметить появление на рынке обновленного семейства программно-аппаратных комплексов StoreOnce, предназначенных для резервного копирования и защиты хранящихся данных. Эти платформы предназначены главным образом для работы в составе дата-центров. По сведениям разработчиков, обновления, представленные осенью 2018 года, позволили увеличить производительность решений и вместе с тем улучшить их емкость, управляемость, отказоустойчивость и безопасность. В частности, благодаря программной технологии Cloud Bank Storage решение позволяет обеспечить не только защиту локальных клиентских данных, но и тех, что размещены в облачных средах Amazon S3 и Microsoft Azure.

Еще одна новость касается перспективной и весьма ожидаемой концепции Gen-Z — в августе прошлого года появилась информация о выходе спецификации Core Specification 1.0. Следующим шагом, который ожидается в ближайшее время, должно стать появление совместимых архитектур и готовых устройств на базе данной технологии. Напомним, Gen-Z представляет собой консорциум, основанный в 2016 году компаниями AMD, ARM, Broadcom, Cray, Dell EMC, HPE, Huawei, Samsung и рядом других (Intel и NVIDIA от участия отказались).

Целью проекта является создание открытой вычислительной архитектуры, в которой центральным элементом являлась бы оперативная память (memory-driven computing architecture, MDCA), а не процессор. Такая концепция подразумевает, что многие высокопроизводительные компоненты вычислительной системы, например, графические ускорители и контроллеры, получают доступ к ОЗУ напрямую, а не после обращения к центральному процессору, как это происходит сейчас. Ожидается, что подобный подход существенно поднимет производительность вычислительных систем. Но на данном поприще предстоит еще немало работы — в первую очередь для обеспечения совместимости различных компонент и стандартизации. В этом процессе HPE отведена ключевая роль, в частности потому, что проект принципиально новой вычислительной платформы The Machine, разработку которого компания ведет уже несколько лет, также основан на концепции MDCA.

Кинетическая инфраструктура Dell EMC

Главной рыночной новостью 2018 года для **Dell Technologies**, которой, помимо прочего, принадлежит и бренд **Dell EMC**, можно очевидно считать ее возвращение на биржу. Произошло это событие 28 декабря. Таким образом, Dell теперь снова является публичной компанией — после пяти лет в статусе частной организации. Осуществить размещение акций на Нью-Йоркской фондовой бирже (NYSE) удалось благодаря проведению сложного финансового маневра, в ходе которого были выкуплены акции **VMware** (80% которой принадлежит Dell), что позволило обойтись без IPO. При этом, по оценкам аналитиков, доля, принадлежащая основателю компании Майклу Деллу, составляет около 50% и еще 24% сохраняет за собой фонд Silver Lake, который в 2013 году помог выкупить акции Dell с биржи и стать ей частной компанией. К чему в итоге приведет данный шаг, пока сказать сложно. Но он даст возможность привлечь дополнительные внешние инвестиции для того, чтобы справиться с огромной 50-миллиардной задолженностью, которая возникла в результате приобретения компании **EMC** в 2016 году.

Как бы то ни было, но в 2018 календарном году дела у Dell Technologies шли достаточно хорошо. Отметим, что финансовый год компании существенно опережает календарный и завершается 2 февраля (соответствующий отчет появляется в начале марта). Таким образом, на момент подготовки публикации мы располагали сведениями о результатах 2018 и 2019 финансовых годов. Во всех случаях динамика положительная. Так, по сравнению с 2017 фискальным годом в 2018-м выручка компании выросла на 28% — с \$61,6 до \$78,7 млрд, в то же время на 3% увеличились и чистые убытки (с \$3,7 до \$3,8 млрд). По данным отчета за 2019 финансовый год, выручка компании достигла \$90,6 млрд, что на 15% больше по сравнению с предыдущим годом. Чистые убытки стали существенно меньше и составили \$2,2 млрд. Иными словами, общая тенденция такова, что доход растет, а убытки сокращаются, и одним из

наиболее мощных драйверов являются растущие мировые продажи серверной техники и СХД. Соответственно и новых разработок в этом направлении компания подготовила немало.

В самом начале года было проведено обновление семейства гиперконвергентных систем Dell EMC, которые теперь переведены на серверы PowerEdge нового, четырнадцатого поколения. Модернизация затронула решения VxRail Appliance (использующие программную платформу VMware vSAN) и XC Series (для тех, кто предпочитает Microsoft Hyper-V и другие гипервизоры). Как сообщают в компании, благодаря использованию новых серверов удалось на 50% увеличить количество ядер в расчете на одну систему, а также добиться почти двукратного увеличения производительности по ряду ключевых задач.

Кроме того, были расширены возможности комплексной аппаратно-программной платформы VxBlock, новая модификация которой — VxBlock 1000 — поддерживает до 10 массивов хранения данных и существенно большее, чем предыдущая версия, количество серверов (800 вместо 512). Поскольку VxBlock — это совместный проект, в качестве вычислительных узлов в нем используются системы Cisco UCS — стоечные C-Series и «лезвия» B-Series; кроме того, в рамках платформы можно комбинировать СХД Dell EMC четырех различных семейств — Unity, VMax, Isilon и XtremIO.

Популярную нынче тему искусственного интеллекта тоже не оставили без внимания. В начале осени 2018 года на рынок были выведены комплексные системы Dell EMC Ready Solutions for AI — программно-аппаратные комплексы, которые, как следует из названия, ориентированы на решение задач в области ИИ. В качестве аппаратной основы здесь используются серверы Dell EMC PowerEdge R740xd и C4140, которые работают в сочетании с СХД Dell EMC Isilon F800.

Отметим, модель C4140, которая появилась на рынке в самом конце 2017 года, была специально разработана для высокопроизводительных вычислений. Эта 2-процессорная система в форм-факторе 1U благодаря новым чипам Intel Xeon Scalable и четырем графическим ускорителям NVIDIA Tesla V100SXM2 Tensor Core обеспечивает производительность до 62,8 Тфлопс. Вместе с аппаратной платформой решение Dell EMC Ready Solutions for AI оснащается также пакетом ПО для работы с большими данными и реализации алгоритмов машинного обучения. Кроме того, производитель предлагает дополнительные услуги по внедрению системы, оказывает консультации, проводит обучение и т.д.

В числе новых решений можно отметить и гиперконвергентную платформу Dell EMC VxRail G560 на базе серверов PowerEdge C6420 и ПО VMware vSAN, которая была представлена в рамках ежегодной выставки-конференции VMworld 2018 (проходившей 26–30 августа в Лас-Вегасе, США). Немного позже появилась информация о том, что семейство гиперконвергентных систем VxRail

PHOENIX НЕ ВЗЛЕТЕЛ

Крупные ИТ-проекты государственного уровня, которые в итоге заканчиваются провалом, характерны не только для стран постсоветского пространства. О неудачных внедрениях в нашей стране мы слышим регулярно, в то же время из виду теряется тот факт, что современные ИТ-системы зачастую очень сложны в реализации, особенно если речь идет о комплексных и действительно масштабных проектах. Это ведет к тому, что грандиозные провалы происходят даже в наиболее развитых странах. Один из недавних инцидентов такого рода отмечен в Канаде. Речь идет о проекте под названием Phoenix, который был призван автоматизировать учет расчетных листов госслужащих по всей стране. Учитывая высокую степень важности и ответственности вопроса, реализация системы — от идеи до сдачи в эксплуатацию — заняла около десяти лет. Интегратором проекта выступила компания IBM, которая также предоставила свои аппаратные платформы. В качестве основного программного обеспечения были использованы разработки Oracle.

Однако вскоре после запуска системы в 2016 году стало очевидно, что решение работает вовсе не так, как задумывалось — число сбоев и критических нарушений оказалось весьма существенным. Так, например, неоднократно отмечались ошибки в суммах начисления выплат, которые оказывались выше либо ниже причитающихся. По состоянию на март 2018 года жалобы на работу Phoenix подали свыше 260 тыс. канадских чиновников (более свежая информация отсутствует). Причины сбоев до конца не ясны, гипотетически проблема присутствует именно в программных модулях Oracle (хотя никакой официальной информации на этот счет в открытых источниках найти не удалось).

Компания IBM совместно с правительством страны активно пытается решить все вопросы, связанные с корректным функционированием



Демонстрация канадских бюджетников с требованием нормализовать работу системы Phoenix

комплекса, но судя по заявлениям нынешнего премьер-министра Канады Джастина Трюдо, система все же будет демонтирована, хотя и не сразу — на поддержание ее работоспособности планируется потратить еще примерно \$320 млн (иными словами, общая цена ошибки для бюджета страны превысила \$1 млрд).

На подобное решение, очевидно, повлияло изучение опыта австралийского штата Квинсленд, где на устранение похожих проблем в системе учета зарплат, последующую отладку и доведение комплекса до рабочего состояния потребовалось еще более \$700 млн сверх первоначально уплаченной цены.

теперь сертифицировано для работы в составе решения SAP HANA. Еще из интересных новинок можно отметить появление коммутатора Dell EMC Z9264F-ON. Примечательно в этом устройстве то, что при высоте всего 2U оно вмещает 64 порта 100GbE и обеспечивает суммарную пропускную способность на уровне 6,4 Тбит/с. Модель ориентирована главным образом на крупные дата-центры (рис. 5).



Рис. 5. Новый оптический коммутатор Dell EMC Z9264F-ON с портами 100GbE

Однако главной премьерой Dell EMC в прошлом году, по нашему мнению, стала модульная вычислительная инфраструктура PowerEdge MX (рис. 6). С точки зрения конструкции платформа представляет собой шасси высотой 7U, в котором размещается до восьми серверных узлов полной высоты (от «половинных» и «четвертных» форм-факторов производитель отказался), компактные СХД, сетевое оборудование, средства управления и т.д. Вроде бы похоже на обычную блейд-систему, но это только на первый взгляд. В действительности PowerEdge MX использует совершенно иную концепцию, для которой производитель придумал даже специальное маркетинговое

название — «кинетическая инфраструктура», которое, судя по всему, является аллюзией на соответствующий архитектурный стиль, получивший активное развитие в конце прошлого века.



Рис. 6. Модульная платформа Dell EMC PowerEdge MX, построенная на принципах «кинетической инфраструктуры»

В классическом понимании здание, построенное по принципам кинетической архитектуры, не является полностью статичным — его отдельные элементы могут в определенной степени смещаться относительно друг друга без потери прочности и устойчивости всей конструкции. Типичный пример — раздвижные крыши стадионов, разводные мосты, хотя в нынешнем веке воплотились в жизнь и гораздо более сложные, (буквально фантастические) проекты.

Судя по всему, данный архитектурный стиль и вдохновил разработчиков Dell EMC, которые создали комплекс без общей объединительной панели, характерной для классических блейд-систем, вместо этого все вычислительные узлы подключаются к специальным оптическим коммутаторам с помощью интерфейсов 25G. Шаг весьма логичный, поскольку такая концепция, например, позволяет использовать в рамках одной системы серверы различных поколений. Аппаратная часть решения состоит из 7U шасси MX7000, серверов-«лезвий» на два (модель MX740c) или четыре (MX840c) процессора Intel Xeon Scalable (до 28 ядер в каждом), дискового модуля MX5016s (в который помещается до шестнадцати накопителей в форм-факторе 2,5"), а также высокоскоростных коммутаторов — 25 GbE для объединения внутренних компонентов и до 100 GbE для связи с «внешним миром». Кроме того, поддерживаются и сетевые модули Fibre Channel 32 Гбит/с.

В одно шасси MX помещается восемь серверов MX740c, до четырех MX840c или семь СХД MX5016s, а также комбинация упомянутых модулей (с поправкой на физические ограничения обусловленные конструкцией шасси).

Но главная особенность решения — в специальном программном обеспечении, которое позволяет управлять всей системой как единым пулом ресурсов, динамически выделяя точные «порции» вычислительных мощностей в соответствии с теми или иными задачами клиентов. И речь не только о единичной платформе — фирменный программный комплекс OpenManage Enterprise Modular Edition (OME-M) позволяет управлять сразу десятью шасси MX.

Отметим, что решения, подобные новой платформе PowerEdge MX, аналитическая компания IDC причисляет к категории компонуемых или дезагрегированных инфраструктур (composable/disaggregated infrastructure, CDI). Это относительно новый сегмент, в котором уже присутствует ряд заметных игроков, в том числе HPE, DriveScale, Liquid. Объем продаж здесь пока что относительно мал — \$300 млн по итогам 2017 года (т.е. менее 0,5% мирового рынка), но как считают в IDC, суммарная выручка увеличится более чем в 11 раз уже в 2022-м и составит свыше 4% глобальных поставок серверов.

Fujitsu и Hitachi

Серверная продукция **Fujitsu** на украинском рынке сегодня практически отсутствует, при этом в мире компания занимает достаточно прочные позиции, это же касается и сегмента СХД. Так, в начале 2018 года Fujitsu представила новое поколение систем хранения данных семейства Eternus — AF S2 на базе флеш-накопителей и гибридных решений DX S4. В моделях AF250 S2 и AF650 S2 (рис. 7) был увеличен объем кэш-памяти, установлены новые процессоры и добавлена поддержка сетевых интерфейсов FC 32 Гбит/с. При этом последняя модель может работать с гигантским объемом данных — до 3 ПБ в расчете на одну систему.



Рис. 7. Новая all-flash СХД Fujitsu Eternus AF650 S2

Отдельное направление представляют системы для резервного копирования и хранения данных. Здесь тоже есть несколько обновлений. Скажем, в мае на рынок вышло новое, седьмое, поколение СХД Eternus CS8000. Подобные модели ориентированы на самый верхний уровень заказчиков — тех, кто использует решения уровня мейнфреймов. Максимальная емкость системы хранения достигает 60 ПБ, а пропускная способность — до 150 ТБ в час.

Для повышения отказоустойчивости поддерживается возможность территориального разнесения двух отдельных узлов одной системы (это обеспечивается, в частности, за счет технологии синхронного зеркалирования кэш-памяти). Позже, летом 2018 года, было выпущено обновление систем резервного хранения и архивирования CS800 — для сегмента СМБ. Здесь максимальная поддерживаемая емкость хранилища составляет 640 ТБ, но при этом имеются функции автоматизированной дедупликации и удаленной репликации.

Отметим также, что ленточные накопители Fujitsu получили поддержку технологии LTO-8, которая позволяет хранить на одном картридже до 30 ТБ архивных данных. Кроме того, компания представила СХД Eternus CS8050 NAS емкостью до 70 ТБ, особенностью которой является поддержка специальной технологии SoftWORM, обеспечивающей защиту данных таким образом, что однажды записанные файлы уже не могут быть удалены (по крайней мере, на протяжении заранее установленного времени хранения).

Развивает компания и глобальные партнерские отношения. Так, в апреле на рынок вышло совместное решение Fujitsu и NetApp под названием NFLEX. Данная система представляет собой конвергентную инфраструктуру на основе x86-серверов Fujitsu Primergy CX400 и all-flash СХД NetApp. В том же месяце стало известно, что серверы Primequest прошли сертификацию и подтвердили совместимость с программной платформой SAP HANA.

Упомянем и о процессорных инициативах японской компании. На тематической конференции Hot Chips 30, которая прошла в августе 2018 года, Fujitsu представила спецификацию чипов, которыми планируется оснастить будущий суперкомпьютер Post-K, который должен прийти на смену системе K, работающей с 2011 года в токийском институте физико-химических исследований (RIKEN). Новый процессор A64FX (рис. 8) использует архитектуру ARM v8-A, содержит 52 ядра (48 вычислительных

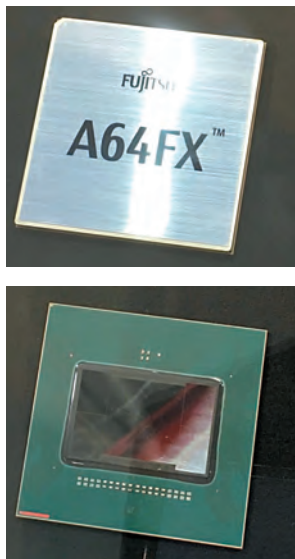


Рис. 8. Перспективный процессор Fujitsu A64FX для будущего японского суперкомпьютера Post-K

и 4 вспомогательных), разделенных на четыре равных блока, и создан по 7 нм нормам. Объем кэш-памяти второго уровня составляет 8 МБ для каждого блока, третьего — 32 ГБ (в этом качестве выступает высокопроизводительная оперативная память типа HBM2) на весь чип. Заработать суперкомпьютер Post-K должен через несколько лет.

Завершая раздел о японских серверных компаниях, стоит упомянуть и новую разработку **Hitachi Vantara** (ранее Hitachi Data Systems). Речь идет о гиперконвергентной системе UCP HC V124N, одной из особенностей которой является использование накопителей all-NVMe. Модель выполнена в 1U форм-факторе и позволяет установить до двенадцати твердотельных накопителей общим объемом 72 ТБ — восемь обычных SSD и четыре жестких диска повышенной производительности Intel Optane на базе специальной технологии 3D XPoint. Как отмечается в официальном пресс-релизе, производительность новой модели UCP HC втрое превосходит предыдущую версию.

Партнерские инициативы Lenovo

Для компании Lenovo 2018 год в контексте корпоративных решений был очень активным. Так, в начале весны было объявлено об открытии двух новых бизнес-направлений в рамках подразделения **Lenovo Data Center Group** (DCG). Одно из них займется разработками для телекоммуникационного сектора, второе будет продвигать решения в сфере «Интернета вещей» (IoT). Финансовый 2018 год завершился для Lenovo 31 марта, и его результаты оказались достаточно позитивными — сумма выручки увеличилась до \$45 млрд (+5% по сравнению с 2017-м). Зато чистые убытки достигли \$189 млн, что связано, главным образом, с налоговой реформой в США, из-за которой компании пришлось списать около \$400 млн. В первом полугодии 2019 финансового года рост выручки продолжился. За шесть

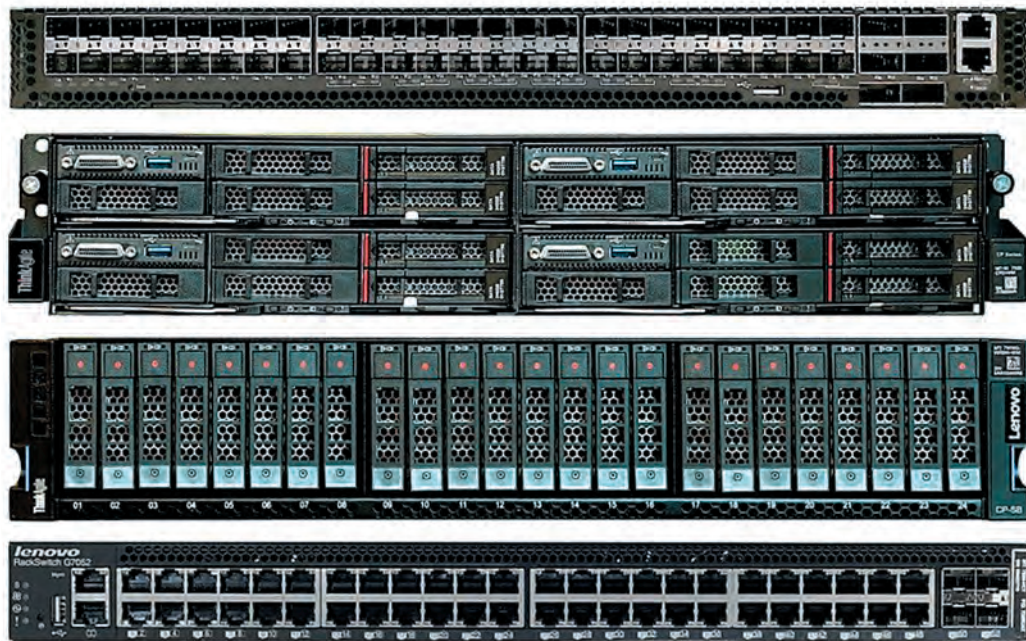


Рис. 9. В 2018 году Lenovo обновила семейство комплексных вычислительных систем ThinkAgile CP

месяцев она составила \$25,3 млрд (вместо \$21,8 млрд, полученных за тот же период годом ранее); чистая прибыль также возросла и достигла почти \$260 млн (год назад — \$153 млн). Наиболее динамичным в структуре компании было и остается подразделение DCG, занимающееся в т.ч. серверами и СХД.

В частности, Lenovo продолжает активно развивать направление конвергентных решений. Летом прошлого года на рынок были выведены новые версии комплексных систем семейства ThinkAgile — CP400 и CP600. Решение серии CP включает в себя модульные серверы ThinkSystem, СХД в форм-факторе 2U (в каждой из которых помещается до 24 накопителей) и три Ethernet-коммутатора — два для внутреннего интерконнекта (10 GbE/40 GbE) и один управляющий (1/10 GbE) (**рис. 9**).

Каждый 2U-сервер представляет собой модульную систему (кластер), в которую установлены четыре 2-процессорных вычислительных узла на базе чипов Intel Xeon. Разница между CP400 и CP600 заключается главным образом в количестве и производительности серверов, а также емкости СХД. Так CP400 состоит всего из одного вычислительного модуля (2–4 внутренних ноды) и одной внешней системы хранения. CP600 поддерживает в своем составе до 10 шасси (максимум 40 нод) и пять СХД. Серверы также отличаются и по максимальному объему оперативной памяти — 512 МБ для систем в составе CP400 и 1536 МБ в случае CP600. Кроме того, комплекс ThinkAgile, который в Lenovo называют «облако из коробки», комплектуется пакетом программного обеспечения, разработанного компанией Cloudistics. Данное ПО предназначено для ускорения процесса внедрения сред VDI, баз данных, веб-сервисов, аналитических систем и других важных корпоративных приложений.

Возвращаясь к рыночным моментам, отметим, что хотя Lenovo является одним из мировых лидеров в сфере



Рис. 10. В 2018 году Huawei вывела на рынок новую высокопроизводительную СХД OceanStor Dorado 18000 V3

серверов, ее ассортимент в области систем хранения данных уступает предложению основных конкурентов. Чтобы ликвидировать этот пробел, осенью 2018 года Lenovo заключила договор о стратегическом сотрудничестве с **NetApp** (которая сегодня занимает ведущие позиции в сегменте СХД как с рыночной точки зрения, так и в контексте технологий). В рамках альянса на территории КНР будет создано СП, которое начнет работу весной 2019 года. Предприятие займется производством СХД и разработкой решений для управления данными. Изначально упомянутые продукты попадут на внутренний рынок, а затем и мировой. СХД будут поставляться под брендом Lenovo, но в их основе лежат технологии NetApp.

Немного позже стало известно, что китайская компания заключила партнерское соглашение также и с компанией **Veeam Software**, по условиям которого ряд программно-аппаратных комплексов Lenovo будет поставляться с пакетом ПО Veeam для управления данными.

Huawei — назло рекордам

Финансовые результаты Huawei бьют рекорды. По предварительным данным, за 2018 год компания заработала \$108,5 млрд, что более чем на 20% превосходит показатель 2017-го (который составил немногим меньше \$90 млрд). В эту сумму входят продажи всех дивизионов — телекоммуникационного, пользовательского, корпоративного. Также отмечается, что около 13% прибыли было вложено в НИОКР. Конечно, в контексте данной статьи нас интересуют результаты подразделения **Huawei Enterprise Business Group** (EBG), но на момент подготовки материала детальный годовой отчет еще не был обнародован. Поэтому сконцентрируемся на технических новинках.

Самой значительной премьерой 2018 года в сфере СХД можно назвать выход на рынок нового решения топ-уровня — OceanStor Dorado18000 V3 (рис. 10).

Эта all-flash система хранения данных была специально разработана для организаций с высокими требованиями к производительности и надежности, например, для операторов связи, крупных корпоративных заказчиков, государственных структур и т.д. В частности, система сертифицирована для работы с решением SAP HANA.

Согласно обнародованным данным, производительность СХД чрезвычайно высока — до 7 млн операций ввода/вывода в секунду (IOPS) при том, что время задержки не превышает 0,5 мс. Таких показателей удалось добиться благодаря применению ряда специализированных технологий, разработанных специалистами Huawei, в частности, здесь используются фирменные процессоры и особый алгоритм FlashLink. Для охлаждения основных элементов твердотельных накопителей задействована технология Flash-Ice, использующая принцип графенового рассеяния, которая существенно увеличивает эффективность теплоотвода, что, как сообщается, позволяет продлить срок службы SSD-дисков на 20%. Также поддерживается функция уплотнения данных с коэффициентом до 5:1. OceanStor Dorado18000 V3 в штатном исполнении может работать с 3,2 тыс. накопителей (до 9,6 тыс. по специальному запросу), кроме того, она поддерживает все основные сетевые протоколы передачи данных: FC (8/16/32 Гбит/с), FCoE 10 Гбит/с, GbE (10/25/40/100 Гбит/с) и InfiniBand 56 Гбит/с.

Как было отмечено выше, Huawei вкладывает значительные средства в НИОКР, в том числе существенные ресурсы идут на разработку собственных микропроцессоров. В конце прошлого года в рамках специализированной выставки SC18 был представлен новый чип китайской компании на базе микроархитектуры ARM 8.2-A — Kunpeng 920 (HiSilicon Hi1620) (рис. 11).

Процессор выпускается по нормам 7 нм техпроцесса (его непосредственное производство осуществляется на заводах TSMC), содержит 24–64 ядра и обладает частотой 2,4–3 ГГц в зависимости от версии. Каждое

ядро чипа вмещает 128 КБ и 512 КБ кэш-памяти первого и второго уровней соответственно. Разделяемая кэш-память третьего уровня устанавливается из расчета один мегабайт на ядро (т.е. максимум до 64 МБ). В процессор встроен 8-канальный контроллер оперативной памяти DDR4 3200 и обеспечена поддержка до сорока линий PCI Express 4.0. Отметим, что чипы семейства HiSilicon используются в серверах и СХД Huawei.

Также стоит отметить и важную партнерскую инициативу — в апреле 2018 года китайский гигант начал поставки на мировой рынок решений для построения гибридных облачных сред — Huawei Azure Stack Hybrid Cloud (с поддержкой интеграции публичного облака Microsoft Azure), в основе которого лежат серверы Huawei FusionServer и ряд фирменных сервисов.

Cisco вернулась к росту

После двухлетнего спада финансовые показатели компании **Cisco** в 2018 году снова вернулись к росту. Положительные тенденции отмечены как по объему выручки, так и в разрезе чистой прибыли. Наиболее высокую динамику продемонстрировали направления, связанные с программным обеспечением, ВКС, информационной безопасностью. Например, в 4 кв. 2018 финансового года (он завершился 28 июля) была отмечена наиболее высокая квартальная выручка за всю историю компании — \$12,8 млрд, по итогам целого года общий объем продаж достиг \$49,3 млрд (рост на 3% по сравнению с 2017-м). Если положительная динамика сохранится, то, как считают международные аналитики, по итогам 2019 финансового года выручка Cisco может превысить \$50 млрд.

В данном контексте вполне логичным выглядит очередное крупное приобретение, о котором было объявлено в конце 2018-го. Речь идет о покупке за \$660 млн компании Luxtera — разработчика оптических чипов на базе технологии кремниевой фотоники. Завершить сделку планируется к середине 2019 года. С помощью этой покупки Cisco планирует расширить свое предложение



Рис. 11. Чип Kunpeng 920 (HiSilicon Hi1620), созданный инженерами компании Huawei на базе микроархитектуры ARM 8.2-A по нормам 7 нм техпроцесса



Рис. 12. Высокопроизводительный сервер Cisco UCS C480ML M5, ориентированный на решение задач, связанных с искусственным интеллектом

для интернет-провайдеров, дата-центров и других крупных корпоративных клиентов.

Кроме того, Cisco начала активно развивать направление ИИ. Например, в числе интересных решений, представленных в 2018 году, можно отметить первую комплексную вычислительную систему, ориентированную на решение задач, связанных с искусственным интеллектом и машинным обучением. Физической основой платформы является сервер Cisco UCS C480ML M5 (**рис. 12**) с процессорами Intel Xeon и графическими ускорителями NVIDIA Tesla V100–32G, вмещающий до 3 ТБ оперативной памяти и 24 SSD-накопителя.

Уже в начале 2019 года Cisco анонсировала еще один проект в данном направлении, на этот раз совместно с компанией NetApp. Речь идет о новой платформе FlexPod AI, для которой Cisco поставит серверы вышеупомянутой модели, а также коммутаторы Nexus 9000. В свою очередь, NetApp предоставляет высокоскоростные СХД A800 на базе флеш-накопителей NVMe. При этом система хранения поддерживает технологию передачи данных NVMe over FC.

Кстати, это не единственная совместная инициатива Cisco и NetApp за последнее время, ведь компании активно сотрудничают уже на протяжении многих лет. Так, в середине прошлого года появилась очередная версия совместного решения FlexPod, ориентированная на сервисы гибридного облака. В основе платформы — инфраструктура Cisco UCS и СХД, а также сервисов для управления данными NetApp.

В числе решений для более массового сегмента можно отметить появление в линейке серверов Cisco системы на базе нового процессора AMD EPYC — вычислительного узла UCS C125 M5. Модель содержит два 32-ядерных чипа и до 2 ТБ оперативной памяти. До четырех таких серверов могут быть установлены в 2U шасси UCS C4200, формируя общую вычислительную систему.

Intel — на пути к 10 нанометрам

Теперь перейдем к обзору событий процессорного мира и начнем с лидера мирового рынка, которому принадлежит более 98–98,5% сегмента серверных чипов с архитектурой x86.



Рис. 13. Новые 48-ядерные процессоры Intel Xeon Cascade Lake-AP будут выпускаться по нормам 14 нм



Рис. 14. Модуль энергонезависимой памяти Intel Optane DC Persistent Memory на основе фирменной технологии 3D XPoint

В мае 2018 года **Intel** объявила о расширении возможностей платформы Purely, частью которой являются процессоры Xeon Scalable. Главным изменением является то, что теперь в составе одного сервера можно использовать 8 чипов, а не 4, как в более ранних вариантах. Отметим, что до этого 8-процессорное исполнение было доступно только в более «старшей» серии Xeon E7, последнее обновление которой проведено в начале 2017 года. Похоже, расширение возможностей платформы Scalable направлено на унификацию процессорных семейств Intel.

Ближе к концу года стали известны технические детали новых чипов Xeon, которые сейчас проходят под кодовым названием Cascade Lake-AP и вскоре должны появиться на рынке. Эти устройства будут выпускаться по нормам 14 нм, а внутри у них разместится 48 двухпоточных ядер (фактически это два кристалла по 24 ядра на одной подложке) (**рис. 13**).

Как отмечают аналитики, выпуск данного продукта спровоцирован выходом на рынок процессора AMD EPYC Zen 2, содержащего 64 ядра. Напомним, что впервые сборку двух кристаллов в одном корпусе Intel применил еще более 10 лет назад, но впоследствии от такого подхода отказались. Сейчас же компания испытывает сложности с освоением техпроцесса 10 нм, что, очевидно, привело к необходимости реанимировать метод «склейки» для 14 нм чипов. Сообщается, что Cascade Lake-AP способны работать только в 2-процессорной конфигурации, а каждый чип будет иметь 12 каналов оперативной памяти.

Одним из важнейших релизов 2019 года стало появление на рынке первых коммерческих образцов энергонезависимой оперативной памяти Intel Optane DC Persistent Memory на основе фирменной технологии 3D XPoint (**рис. 14**). Прототипы были показаны еще в 2016-м, но только в прошлом году она вышла на рынок в виде модулей по 128–512 ГБ, которые физически совместимы с разъемами DDR4.

Как сообщается в официальных источниках, Optane DC функционирует в тысячу раз быстрее обычной памяти NAND Flash и обладает в тысячу раз большим ресурсом работы. Поскольку память является энергонезависимой, это позволяет безопасно размещать в ней критически важные данные, например СУБД. При этом Optane DC Persistent Memory не заменяет традиционную оперативную память (поскольку все равно работает на порядок медленнее, чем DDR4), но расширяет ее возможности и существенно ускоряет обработку критически важных данных. В то же время на момент подготовки публикации о разработке было известно не слишком много деталей, поскольку в широкую продажу память еще не поступила — по сообщениям зарубежных СМИ, ее пока получили только избранные партнеры, такие как Google и Microsoft.

Технология 3D XPoint используется также в новейшей серии твердотельных накопителей Intel Optane — летом прошлого года на рынке появилась модель SSD DC P480 1X емкостью до 375 ГБ (подключение происходит посредством интерфейса PCI Express). Вместе с тем развиваются и SSD-диски на базе более привычной технологии TLC 3D NAND — здесь



Рис. 15. SSD-накопитель Intel P4500 в форм-факторе EDSFF обладает емкостью 32 ТБ и обеспечивает плотность размещения данных 1 ПБ на 1U

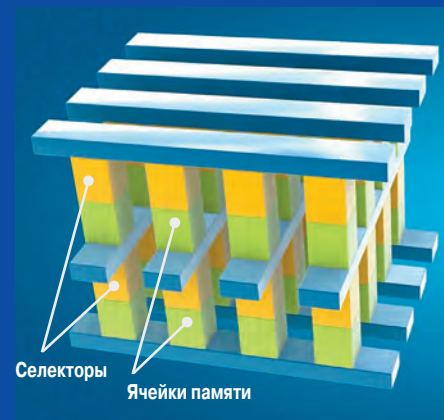


Рис. 16. Схема установки SSD-накопителей форм-фактора EDSFF в 1U сервере

3D XPOINT — РЕВОЛЮЦИЯ ПАМЯТИ

Подсистема памяти традиционно является «узким местом» на пути повышения эффективности вычислений. Поэтому разработка эффективных технологий в данном направлении всегда являлась одним из приоритетов развития серверных решений. Существенный успех был достигнут в 1989 году с появлением флэш-памяти (NAND), которую разработала компания Toshiba. Вот уже почти три десятка лет ИТ-индустрия успешно пользуется результатами этой разработки. Но предел ее возможностей становится все более очевидным, а значит, пришло время для новых прорывных технологий. Именно таким решением стало появление нового типа высокоскоростной энергонезависимой памяти 3D Xpoint (которую разработали совместно Intel и Micron) — ее первые образцы были представлены еще в 2015-м, но поступать на массовый рынок она начала лишь пару лет спустя. Сперва в виде накопителей семейства Intel Optane, а с начала 2019 года — еще и в формате вспомогательных модулей оперативной памяти Optane DC Persistent Memory. Что же такого в технологии 3D Xpoint, что делает ее уникальной?

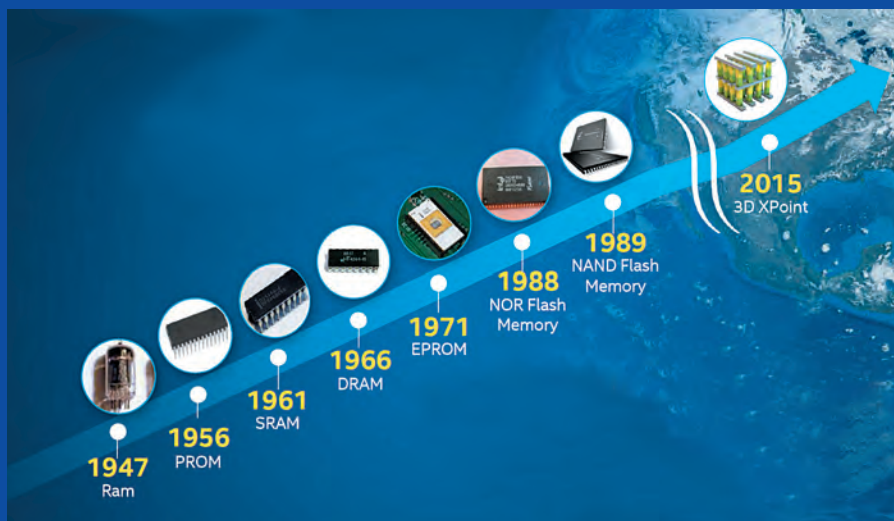
На самом деле до конца непонятно, поскольку детальная информация о разработке до сих пор засекречена. Тем не менее по косвенным данным и фрагментам заявлений официальных лиц обеих компаний можно составить общую картину. Судя по всему, физической основой решения является PRAM (Phase-change memory, память на основе фазового перехода) — технология, разработанная еще в 60-х годах. Здесь применяется довольно хитроумный принцип использования бинарных химических соединений халькогенов (к таковым относятся кислород, сера, селен, теллур, полоний, ливерморий), которые могут находиться в кристаллическом либо аморфном состоянии (соответствующих логическим «1» либо «0»). В зависимости от агрегатного состояния радикально меняется и электрическое сопротивление материала. Еще одной особенностью является оригинальное строение модулей памяти, которые, во-первых, являются многослойными, а во-вторых, имеют перекрестную структуру. Это значит, что пары селектор/ячейка памяти располагаются на пересечении перпендикулярных рядов



Концептуальная схема компоновки внутренних элементов оперативной памяти 3D XPoint

проводников. При подаче определенного напряжения активируется селектор и происходит считывание или запись данных.

Такой подход вместе с другими фирменными технологиями позволяет памяти на основе 3D Xpoint уже сейчас увеличить в тысячу раз как скорость чтения/записи, так и ресурс работы накопителей по сравнению с NAND (об этом, во всяком случае, заявляют разработчики), и это, похоже, не предел. На данный момент коммерческие модули выпускаются по 20 нм нормам и имеют двухслойную структуру. Но в дальнейшем, по мере освоения 10 нм техпроцесса, будет увеличено количество слоев и плотность упаковки ячеек. Другое дело, что устройства на базе 3D Xpoint пока что слишком дороги, и действительно массовые решения на ее основе, возможно, никогда и не появятся. Так, по словам Гая Блелока (руководителя IM Flash — СП Intel и Micron), для производства накопителей только сырья необходимо более сотни позиций, причем некоторые составляющие настолько уникальны, что производятся единственной компанией. Зато в корпоративном сегменте память 3D Xpoint, похоже, может иметь перспективы.



Эволюция технологий оперативной памяти компьютеров

компания начала продвигать новый форм-фактор EDSFF (Enterprise & Data Center SSD Form Factor), который получил обиходное название ruler, или «линейка», для серверных накопителей. Емкость наиболее свежей модели такого рода — SSD DC P4500 — уже достигает 32 ТБ, а благодаря компактному дизайну, всего в одном юните стоечного пространства можно разместить до 32 подобных «линейек», что дает рекордную плотность хранения данных — 1 ПБ сверхбыстрой памяти на 1U (рис. 15, 16).

Наряду с информацией о новых решениях сообщалось и о сворачивании тех или иных проектов. Так, Intel существенно сократил семейство ускорителей вычислений Xeon Phi для высокопроизводительных систем — было решено прекратить производство восьми моделей серии

и отказаться от планов по созданию следующего поколения под кодовым названием Knights Hill (главным образом из-за проблем с освоением 10 нм техпроцесса и низкого спроса на рынке). В этом сегменте Intel существенно проигрывает решениям NVIDIA Tesla.

Кроме того, в 2018 году поставлена окончательная точка в истории Intel Itanium. Данный процессор был выпущен в 2001 году и с самого начала не оправдал ожиданий по уровню продаж. Однако он занял свою узкую нишу на рынке и приобрел поклонников в среде крупных корпоративных клиентов. Производитель сообщает, что серия 9700 (Kittson), представленная в прошлом году, является последней. Тем не менее прием заказов на чипы будет осуществляться до 30 января 2020 года, а полностью

свернуть поставки планируется к 29 июля 2021-го. На данный момент единственным крупным поставщиком серверов на базе Itanium остается HPE. В компании заявили, что выпуск систем с данным процессором будет осуществляться как минимум до 2020 года, а их поддержка еще пять лет после этого срока.

AMD развивает Zen

Компания **AMD**, многолетний конкурент Intel на рынке процессоров, постоянно пытается сократить отрыв от лидера. Когда-то во время успеха Opteron доля AMD на рынке чипов для x86-серверов доходила до 25%, но уже к 2013 году она снизилась до 3%, а в 2016–2017 — почти до нуля. Тем не менее благодаря новым процессорам EPC на базе микроархитектуры Zen компания постепенно отвоевывает позиции. Так, по итогам 2018 года ее доля составляла около 2% (существенно меньше 5%, которые были запланированы AMD на 2018 год). Тем не менее динамика положительная, и к тому же у AMD есть несколько козырей, которые она будет разыгрывать в ближайшие годы.

Например, на базе AMD EPC уже выпускают свои серверы такие лидеры отрасли, как HPE и Cisco. К тому же данные процессоры используют несколько мощных суперкомпьютеров (один из них даже попал в последнюю редакцию рейтинга TOP500). Еще целый ряд высокопроизводительных систем находится в процессе создания. Например, суперкомпьютер Hawk, который заработает на территории центра высокопроизводительных вычислений в Штутгарте (ФРГ) уже в этом году, будет содержать 10 тыс. новейших чипов AMD EPC Rome, что обеспечит ему производительность свыше 24 Пфлопс. Эти же чипы будут применены в ходе создания вычислительной системы, которую для Финского научно-ИТ центра разрабатывает Atos — первая очередь Atos BullSequana X400 заработает в 2019 году, вторая (BullSequana XH2000) — в 2020-м.

Упомянутые процессоры EPC Rome построены на базе микроархитектуры Zen 2 и производятся с использованием техпроцесса 7 нм, их выпуск был начат лишь в конце 2018 года (рис. 17). Каждый чип содержит 64 двухпоточных ядра и способен работать с оперативной памятью объемом до 4 ТБ. В 2020 году планируется представить процессоры EPC Milan на базе микроархитектуры Zen 3.

Отметим, что сегодня чипы AMD EPC довольно широко поддерживают облачные провайдеры. Так, в 2018 году они начали применяться в рамках **Microsoft Azure** — виртуальные машины нового поколения Lv2-Series VM используют процессоры AMD EPC 7551 (32 двухпоточных ядра с тактовой частотой 2,2 ГГц). Серверы на базе EPC 7601 появились и в составе облачного сервиса Oracle Cloud Infrastructure Standard E2, здесь процессоры также содержат до 32 ядер. Не осталась в стороне и Amazon — в рамках облачного сервиса Elastic Compute Cloud (EC2) с конца 2018 года теперь также доступны серверы, использующие EPC, на которых разворачиваются виртуальные машины (инстансы) M5a, R5a и T3a.

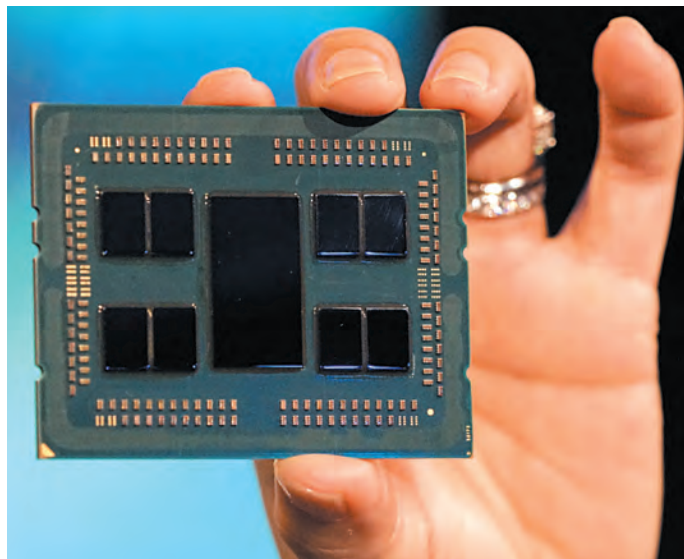


Рис. 17. Процессоры AMD EPC Rome на базе микроархитектуры Zen 2 выпускаются по нормам 7 нм и содержат 64 двухпоточных ядра

Внимания также заслуживает инициатива AMD, связанная с продвижением своей продукции на рынок КНР. Так, компания заключила ряд соглашений с местными коммерческими и государственными организациями, в рамках которых участники совместного предприятия могут пользоваться наработками AMD, связанными с архитектурой x86. Для КНР это оказалось очень кстати, поскольку с 2015 года действует запрет на поставку процессоров Intel Xeon в Китай, в результате чего местные организации вынуждены разрабатывать и использовать собственные чипы. Достижения AMD позволяют применять передовые процессорные технологии американской компании без нарушения каких-либо законов, соглашений или патентных прав. Одним из видимых результатов такой политики стало появление на рынке летом 2018 года x86-совместимых серверных процессоров Dhyana, построенных на базе микроархитектуры Zen, которые начала выпускать китайская компания Hygon.

Успехи ARM в серверной гонке

Несмотря на то что архитектура x86 уверенно занимает большую часть серверного рынка, чипы на базе ARM постепенно составляют ей конкуренцию. О существенной доле рынка таких систем говорить не приходится, но год от года успехи становятся все более очевидными. Например, в последней редакции списка мощнейших суперкомпьютеров мира TOP 500 (ноябрь 2018 года) впервые появилась система на базе процессоров ARM. Речь идет о комплексе HPE Astra, который использует 28-ядерные чипы Cavium ThunderX2. Производительность в 2 Пфлопс позволила «Астре» занять 204-ю позицию рейтинга. Для сравнения заметим, что систем на базе x86-процессоров Intel в этом списке 475 из 500. Чипы на базе ARM пока что воспринимаются главным образом в контексте смартфонов и планшетов, но история их развития чем-то напоминает путь, пройденный архитектурой x86, которая долгое время использовалась только в ПК, но с 2000-х годов начала уверенно вытеснять



Рис. 18. Суперкомпьютер Cray Shasta способен объединять в рамках одной вычислительной системы процессоры x86, ARM, а также GPU и FPGA

с серверного рынка все типы RISC-процессоров (POWER, MIPS, SPARC, Alpha) и сегодня заняла доминирующее положение.

Как бы то ни было, но суперкомпьютеры на базе ARM в прошлом году заказали многие крупные организации. В их числе Комиссариат по атомной и альтернативным видам энергии (Франция), для которого компания Atos строит вычислительную систему BullSequana X1310, в ее основе — 32-ядерные чипы Marvel ThunderX2. Запустить в эксплуатацию новый суперкомпьютер планируют уже в этом году, а его основной задачей является моделирование испытаний ядерного оружия. Кстати, отметим, что летом 2018 года два вышеупомянутых чипмейкера объединились — **Marvel Technology Group** приобрела **Cavium** за \$6 млрд.

Что касается еще одного крупнейшего игрока в сегменте ARM — компании **Qualcomm**, то похоже, ее серверные инициативы находятся под угрозой. В конце 2017 года был выпущен на рынок новый 48-ядерный чип Centriq 2400 на базе техпроцесса 10 нм, а уже в начале 2018-го у компании обнаружились какие-то проблемы. Появилась даже информация, что производитель может свернуть разработки на серверном направлении. В мае подал в отставку Ананд Чандрасекар — президент Qualcomm, а за весь год было уволено свыше 2 тыс. человек, так или иначе связанных с серверным подразделением. В итоге компания все же объявила о продолжении разработок, но со многими оговорками (сокращение инвестиций, количества клиентов и т.д.).

В 2018 году ряд крупных заказов получила компания **Cray**. Несколько государственных структур США захотели приобрести уникальное решение Shasta — суперкомпьютер, объединяющий в рамках единой системы чипы x86, ARM, а также графические ускорители (GPU) и программируемые пользователем вентильные матрицы (ППВМ или в английском варианте — FPGA). Cray Shasta уже заказал один из НИИ Министерства

энергетики США, при этом сумму контракта оценивают почти в \$150 млн (**рис. 18**).

Чипы на базе архитектуры ARM активно использует в своих серверах и СХД один из крупнейших игроков мирового ИТ-рынка — компания Huawei. Кроме того, о поддержке технологии заявила даже Amazon, которая является лидером глобального рынка публичных облаков. В рамках Elastic Compute Cloud (EC2) доступны инстансы A1 на базе ARM-процессоров AWS Graviton, которые стали результатом работы собственного подразделения Amazon по разработке чипов. Инстанс A1 может содержать 1–16 виртуальных вычислительных ядер и 2–32 ГБ оперативной памяти. Стоимость часа использования такой VM обойдется в сумму от 2 до 40 центов США в зависимости от конфигурации, что по меркам Amazon — достаточно дешево.

Серверный сегмент напрямую зависит от появления новых технологий и к тому же он развивается на очень больших скоростях. Передовые разработки способны за короткое время полностью перекрыть весь ландшафт рынка, превратив малоизвестную компанию в перспективную «звезду» или, наоборот, подвинуть лидеров на пьедестале. Главный вопрос — в чьих руках они окажутся. Но здесь крайне важен один момент — дальнейшее продвижение невозможно без колоссальных и все возрастающих финансовых вложений. Это, в свою очередь, выключает из борьбы огромное количество компаний, даже весьма крупных, которым остается присоединиться к одному из немногочисленных гигантов либо уйти со сцены. Есть еще вариант — поддержка, прямая или косвенная, со стороны государства, но на нее могут рассчитывать, главным образом, компании из КНР и Южной Кореи. Поэтому волна объединений продолжится. Похоже, реальные шансы на дальнейшее развитие остались только у настоящих гигантов, которые усилят влияние и будут задавать тон остальному рынку за счет фактической монополии на инновации.

Игорь КИРИЛЛОВ, «СИБ»