

Александр Буравлёв

## AdvancedTCA для построения систем в оборонной и аэрокосмической отраслях

Многие задачи обороны и безопасности требуют использования высокопроизводительных встраиваемых процессоров серверной архитектуры. Обсчёт данных радаров, сервер шифрования/дешифрования, системы помощи в принятии решений на основе анализа графической информации в режиме реального времени, автоматизация ситуационного центра – вот неполный перечень задач, которые можно успешно решать с помощью систем, построенных на базе модульных платформ стандарта ATCA.

### СОВРЕМЕННАЯ ТЕНДЕНЦИЯ – ОТКРЫТЫЕ ПЛАТФОРМЫ

В основе производства того или иного сложного электронного оборудования лежит так называемая технологическая платформа, представляющая собой набор технологий для создания аппаратной и программной частей изделий. Около десяти лет назад в производстве телекоммуникационного оборудования произошёл структурный сдвиг. Производители перешли от разработки систем на базе собственных платформ, уникальных для каждого из них, к разработке систем на базе открытых платформ, основанных на открытых стандартах и применении универсальных модулей, доступных на рынке в виде коммерческого продукта.

Открытый стандарт, который телекоммуникационная промышленность выбрала для своих высокопроизводительных вычислительных платформ, называется AdvancedTCA® (обычно сокращается до ATCA®). В основе ATCA-архитектуры лежит модульный принцип построения системы, в которой каждый модуль нагрузки является «лезвием» с установленными теми или иными процессорами, соединёнными друг с другом пассивной кросс-платой с поддержкой скоростей межмодульного обмена данными вплоть до 40 Гбит/с.

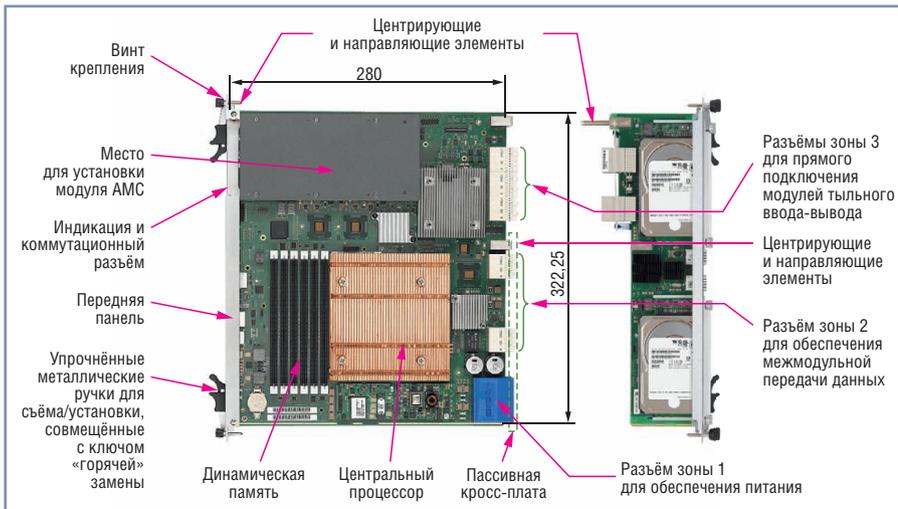
В аэрокосмической и оборонной отраслях подобный структурный сдвиг происходит сейчас. Как и в телекоммуникационной промышленности, использование коммерчески доступных модулей в оборонных отраслях позволяет производителям снизить себестоимость и разрабатывать системы значительно быстрее, используя самые современные технологии.

Выбирая открытые стандарты и модульный принцип построения, разработчики систем также получают повышенную коммерческую безопасность собственных проектов, так как они имеют доступ к нескольким источникам поставок модулей, совместимых друг с другом, например, экосистема ATCA насчитывает более 50 поставщиков в мире.

Компьютеры широко используются в оборонной, аэрокосмической промышленности и в системах безопасности как составные элементы электронных систем управления. Условия, в которых данные системы эксплуатируются, существенно разнятся. Так, для операторов тактического вооружения на поле боя необходимы компьютерные системы с высокой стойкостью к неблагоприятным условиям эксплуатации, которая, как правило, не должна уступать стойкости самого вооружения.

С другой стороны, все высокопроизводительные компьютеры, выпускаемые для применения в дата-центрах, банковских и корпоративных IT-центрах, работают в специально подготовленных для этих целей кондиционируемых помещениях. Промышленные и телекоммуникационные серверы, монтируемые в стойки, предлагают огромную вычислительную и коммуникационную мощность, однако они тоже не выдерживают эксплуатации вне подготовленных помещений. Кроме того, часто они требуют существенно больше места для установки, столь ценного в оборонных и аэрокосмических приложениях (например, для установки сервера глубиной 800 мм в стойку нужно обеспечить, как минимум, в полтора раза большее пространство перед ним).

Целый ряд открытых промышленных стандартов для систем на базе встраиваемых компьютеров предназначен для условий эксплуатации, находящихся посередине между этими двумя крайностями. Например, такие стандарты, как VME ([www.vita.com](http://www.vita.com)) или CompactPCI ([www.picmg.org](http://www.picmg.org)), предлагают решения, достаточно хорошо себя зарекомендовавшие с точки зрения устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды. Однако максимально допустимые тепловые нагрузки на мо-



**Рис. 1. Габаритные размеры и расположение общих конструктивных элементов на модуле-«лезвии» ATCA и модуле тыльного ввода-вывода**

дуль и физические размеры плат не позволяют разместить на них мощные процессорные ядра, используемые в современных серверных приложениях.

Решения на базе ATCA имеют преимущества относительно VME и CompactPCI, так как предоставляют возможность использования серверных процессоров, и относительно стоечных серверов, так как предлагают высокую модульность и конфигурируемость с двукратным преимуществом по компактности исполнения.

Покажем природу этих преимуществ, а прежде всего более детально рассмотрим основные особенности ATCA.

### Основные особенности платформы ATCA

Advanced Telecommunication Computing Architecture (ATCA) — это открытая аппаратная платформа, разработанная для создания на её основе оборудования для систем высокой работоспособности и чётко документированная соответствующей серией спецификаций международного консорциума компаний PICMG®.

- Спецификации ATCA определяют:
- механическую конструкцию и размеры как системы, так и модулей;
  - электрические интерфейсы, включая коммутируемую инфраструктуру обмена данными между модулями системы и транспортные протоколы;
  - систему управления как элементами шасси (вентиляторы, блоки питания), так и модулями полезной нагрузки, включающую удалённый контроль и перезагрузку системного ПО.

Ключевым элементом технологии ATCA является высокая пропускная

способность интерконнектов обмена данными между модулями системы, обеспечивающая в настоящее время пересылку информации на скорости до 40 Гбит/с. При этом архитектура межмодульного интерконнекта позволяет установить полную сеть с одновременным взаимодействием любых модулей друг с другом без потери скорости внутри шасси либо использовать встроенные коммутаторы. Спецификация ATCA поддерживает различные типы интерконнектов, однако на практике распространение получил только один — Ethernet, который реализован в виде 1-, 10- и 40-гигабитных каналов обмена информацией между модулями и соответствующими встраиваемыми коммутаторами.

Обязательным условием стандарта ATCA является наличие, как минимум, двух дублированных интерконнектов: базового, предназначенного для обмена данными в процессе выполнения задачи, и общего пользования, предназначенного для постановки задачи и получения результата. На практике это представлено в виде двух каналов 10/40 Gigabit Ethernet и двух каналов 1 Gigabit Ethernet, реализованных на каждом модуле ATCA.

### ATCA-шасси и компоновка системы

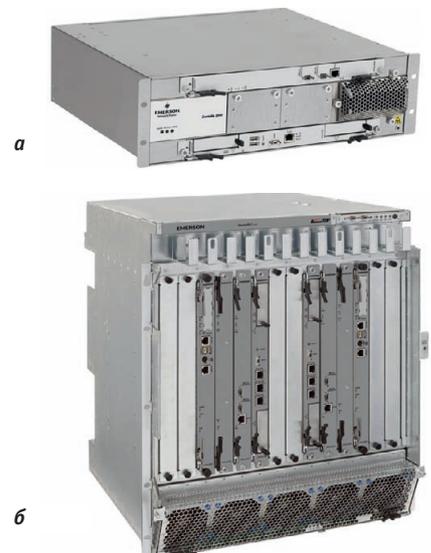
ATCA-шасси в основе своей используют те же принципы компоновки, что VME и CompactPCI: жёсткое металлическое основание, пассивная кросс-панель, объединяющая модули между собой, основные модули-«лезвия», устанавливаемые спереди, и модули расширения для тыльного ввода-вывода, устанавливаемые сзади (рис. 1).

ATCA-шасси выпускаются для установки в стандартную 19" или 600 мм стойку и подразделяются на горизонтальные (для горизонтального расположения модулей-«лезвий») и вертикальные. Ёмкости шасси при горизонтальном исполнении, как правило, лежат в пределах от 2 до 6 модулей полезной нагрузки, в то время как вертикальные шасси высотой 13U способны вместить от 14 до 16 модулей-«лезвий» полезной нагрузки (рис. 2).

Высокая работоспособность является ключевой характеристикой ATCA и означает гарантированное обеспечение «горячей» замены охлаждающих вентиляторов, блоков питания, блоков интеллектуального управления шасси и модулей-«лезвий» полезной нагрузки в зависимости от конфигурации системы.

### ATCA-модули полезной нагрузки

С точки зрения процессорной мощности платформа ATCA ограничена 350 Вт максимальной тепловой нагрузкой на модуль-«лезвие» при воздушном охлаждении шасси в полной компоновке. Это в 5 раз больше, чем для систем 6U CompactPCI или VME, типовые значения мощности которых не превышают 70 Вт при воздушном охлаждении. В то же время размер платы ATCA 280×322,25 мм позволяет разместить несколько многоядерных процессоров с большим объёмом высокоскоростной динамической памяти и необходимой периферии. Например, на модулях ATCA-7365 (рис. 3), производимых компанией Emerson, могут быть установлены два 6-ядерных про-



**Рис. 2. Шасси ATCA компании Emerson на 2 горизонтальных (а) и 14 вертикальных (б) модулей-«лезвий» полезной нагрузки**



**Рис. 3. Модуль-«лезвие» ATCA-7365 компании Emerson с двумя 6-ядерными процессорами Intel Xeon 5645 2,4 ГГц (микроархитектура Westmere) и 12 слотами для установки памяти DDR3**

цессора Intel Xeon 5645 2,4 ГГц и 96 Гбайт оперативной памяти DDR3.

Высокая вычислительная мощность модулей-«лезвий» ATCA открывает новые возможности по использованию их не только для работы в «тяжёлых» приложениях, но и для решения традиционных прикладных задач в оборонной промышленности. Новая серия процессоров Intel на базе архитектуры Sandy Bridge поддерживает расширенный набор инструкций AVX. Данные процессоры имеют удвоенную мощность по сравнению с предыдущей серией по выполнению задач с плавающей запятой двойной точности, за каждый такт одно процессорное ядро способно выполнять 8 таких операций. Таким образом, мощность одного модуля-«лезвия» может составлять около 250 GFLOPS, а мощность 19" шасси при полной набивке — порядка 3 TFLOPS, что вполне достаточно для решения задач Фурье-преобразований сигналов современных радарных комплексов в режиме реального времени.

Современные серверные платформы также обладают необходимыми характеристиками для использования в коммуникационных системах. В процессе работы с пакетами процессорному ядру приходится тратить, в зависимости от приложения, от нескольких сотен до нескольких тысяч тактов для обработки пакетов. Высокая скорость подсистемы динамической памяти, обеспеченная многоканальным интерфейсом и высокими тактовыми частотами, позволяет на сегодняшний день добиться значений скорости обмена процессор—память порядка 50 Гбайт/с. Такая высокая пропускная способность — залог успеха во многих задачах с высокой коммуникационной нагрузкой, например таких, как обработка тактического видео в реальном времени, шифрование/дешифрование потока и другие приложения.

При конфигурировании аппаратной части в современных системах ATCA можно использовать возможности, предоставляемые стандартными мезонинными модулями расширения AMC (Advanced Mezzanine Card) и модулями тыльного ввода. Мезонинные модули AMC описываются соответствующей спецификацией PICMG, что обеспечивает совместимость модулей различных производителей и позволяет быстро добавить необходимую функциональность модулю ATCA. Наиболее широко модули AMC используются для организации:

- графической подсистемы при использовании модулей AMC с графическими сопроцессорами;
- выделенного сопроцессинга данных при использовании модулей AMC с процессорами архитектуры x86 или RISK;
- ввода-вывода в телекоммуникационных голосовых каналах (TDM) при организации конвергентных сетей;
- подсистем локального хранения (Direct Attached Storage — DAS) при использовании модулей носителей жёстких дисков 2,5", а также для множества других приложений.

Модули AMC производятся широким кругом компаний, например компанией Performance Technologies (рис. 4).

Современные ATCA-платформы поддерживают множественные варианты организации подсистемы хранения. Как уже описывалось, локальное хранение может быть организовано с помощью дисков, располагаемых на самом модуле-«лезвии» ATCA, на модуле расширения AMC или на плате тыльного ввода-вывода. Так как в системах ATCA используются серверные чипсеты, технология RAID для организации локального хранения доступна практически всегда (в отличие от VME и CompactPCI, где поддержка RAID — это редкое исключение). Если же разрабатываемое приложение требует хранения данных большого объёма, то для систем ATCA, как правило, применяют внешние системы хранения NAS (Network Attached Storage), используя интерконтакты 1/10 Gigabit Ethernet, присутствующие в достаточном количестве в модулях ATCA, или Fiber Channel, часто доступный с модулей тыльного ввода-вывода.

Существует большое многообразие ATCA-модулей по типам. Модули-«лезвия» ATCA подразделяются на процессорные, содержащие те или

иные процессоры архитектур x86 (Intel, AMD), DSP, RISK (Cavium Network и другие) и предназначенные для решения основной задачи либо для сопроцессинга, коммутаторы Ethernet, ATCA-носители модулей расширения AMC и модули ATCA для ввода-вывода специализированных сигналов, если таковые требуются.

## Условия эксплуатации

По аналогии с CompactPCI, изначально стандарт ATCA был разработан с учётом положений NEBS Level 3 (Network Equipment-Building System), которые представляют собой широкий комплекс требований к условиям эксплуатации телекоммуникационного оборудования операторского класса, включающий требования сохранения работоспособности при повышенных температурах и устойчивости к землетрясениям. Поэтому, в отличие от стоечных серверов, предназначенных для эксплуатации при температурах до +35...+40°C, модули ATCA работоспособны вплоть до +55°C.

Стойкость решений на базе стандарта ATCA к вибрации была проверена на практике одним из американских подрядчиков министерства обороны США, который провёл стандартный военный тест, известный под названием теста на устойчивость к детонации "Class A barge testing". В рамках этих испытаний заряд взрывчатого вещества детонировал под днищем плавающей платформы с установленными системами ATCA компании Emerson и стоечными серверами корпоративного класса. Результатом испытаний явилось заключение о том, что системы ATCA-платформы работают устойчиво при воздействиях такого рода, в то время как стоечные серверы вышли из строя. Данные испытания подтвердили явные преимущества ATCA-платформы при решении задач военно-морского флота и дали основание для внедрения этой платформы в другие сегменты национальной обороны тактического и стратегического назначения.

## На земле, в небесах и на море...

Таким образом, ATCA как платформа обладает уникальным набором технических качеств, требуемых в современных оборонных и аэрокосмических отраслях, и имеет четыре ключевых преимущества перед традиционными стоечными серверами:

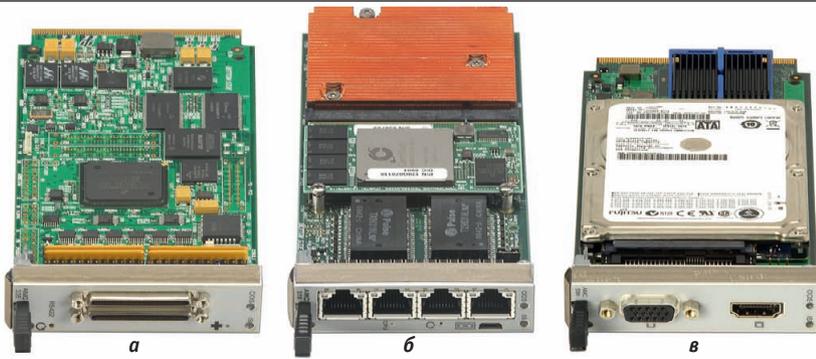


Рис. 4. Мезонины AMC для расширения функциональных возможностей модулей-«лезвий» ATCA: а – PT-AMC335 – контроллер 4-портовых конфигурируемых последовательных интерфейсов; б – PT-AMC328 – 8-портовый контроллер T1/E1/J1; в – PT-AMC590 – графический контроллер на базе AMD/ATI Radeon E2400 с поддержкой VGA, HDMI и DVI-D, совмещённый с носителем диска SAS/SATA 2,5"

- 1) высокие вычислительные и коммутационные способности (эквивалентные стоечным серверам);
- 2) высокую работоспособность (до «пяти девяток» – недостижимый уровень при использовании стоечных серверов);
- 3) повышенную стойкость к факторам внешней среды (выше, чем у стоечных серверов);
- 4) более высокую компактность и меньший вес по сравнению со стоечными серверами.

Однако помимо технических преимуществ платформы ATCA обладают неоспоримыми достоинствами, относящимися к так называемой бизнес-модели.

Это выражается в том, что на ATCA, которые являются классом платформ, относящихся к встраиваемым системам, таким, например, как VME или CompactPCI, распространяются типичные правила ведения бизнеса, как-то: долгосрочный цикл поставки (обычно это 5–7 лет), глубокая пред- и послепродажная поддержка разработчиков систем, включающая помощь в выборе и конфигурировании аппаратной и программной частей, а также возможность введения заказных изменений.

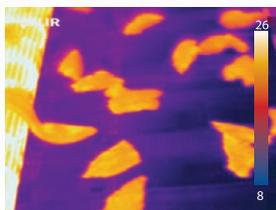
Разработку и производство ATCA-платформ и модулей-«лезвий» ATCA ведут, как правило, крупные интерна-

циональные компании с большим техническим и производственным опытом. Так, например, компания Emerson, чьи изделия использованы в данной статье для иллюстрации, не только была одним из инициаторов изначального зарождения стандарта ATCA, но и вносит в настоящий момент основной вклад в развитие спецификации ATCA и расширение её возможностей как ключевой модульной платформы не только для телекоммуникационных приложений.

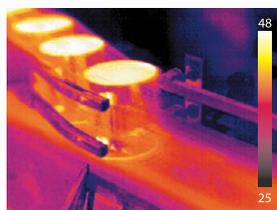
В целом платформы на базе ATCA – это хороший выбор для построения высокопроизводительных систем, работающих в суровых условиях. И какие бы задачи ни были поставлены перед системами ATCA как в вычислительной, так и в коммуникационной сферах, соответствующие шасси, программные и аппаратные компоненты от специализированных производителей и, прежде всего, от одного из инициаторов стандарта ATCA – компании Emerson – помогут справиться с ними.

● Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ  
 Телефон: (495) 234-0636  
 E-mail: info@prosoft.ru

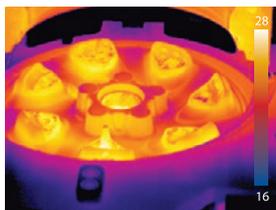
## Повышение производительности Контроль качества продукции



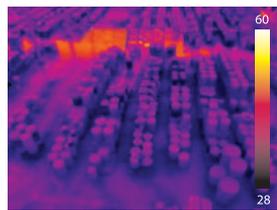
Контроль качества продуктов питания



Производственная линия



Мониторинг производства алюминия



Дистанционный мониторинг



## Тепловизоры FLIR A315/A615

- Высокая чувствительность < 50 мК
- Автоматическая или ручная фокусировка
- Диапазоны измерения: от –20 до +150°C, от 0 до +650°C, от +300 до +2000°C
- Gigabit Ethernet
- Вес 700 г



FLIR Systems  
 www.flir.com



#349

Реклама