

Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков

Часть II. Процессоры для HPC-систем. EDA-системы

(Окончание. Начало в #6/2013)

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Как и часть I, вторая часть нашего обзора [5] тоже получилась двудольной или “дуплетной”, причем второй “выстрел”, предлагаемый сейчас вниманию читателей, прицельно бьет по процессорному “вальдшнепу”.

Полтора месяца, прошедшие с момента выхода в свет предыдущего номера, оказались достаточно богатыми на информацию, демонстрирующую устремления конкурентов и развитие инновационных тенденций. Всё это может уже в ближайшей перспективе основательно поколебать монополию *Intel* на процессорном рынке, стимулируя дальнейшую эволюцию компьютерного мира, значительная часть которого сложилась “под созвездием” *Wintel*, в направлении мобильности.

Первым делом, прежде чем продолжить собственно анализ рынков, поговорим о знаковом событии, открывающем новую страницу не только в истории смартфонов, но и процессорного рынка в целом.

5. Знаковое событие: появление процессора *Apple A7*

В сентябре 2013 года компания *Apple* представила новую модель своего флагманского смартфона – *iPhone 5s*. Напомним, что первая модель *iPhone* появилась в январе 2007 года и взорвала рынок мобильных устройств, вызвав там тектонические сдвиги, концентрацию капиталов на новом прибыльном направлении и жесткую конкуренцию за “желтую майку” лидера. С этого момента прошло меньше шести лет, и мы стали свидетелями заката сразу двух лидирующих брендов – *Nokia* и *BlackBerry*.

В начале сентября 2013 года мобильный бизнес финской компании *Nokia* перешел (за 5.44 млрд. евро) в собственность американского софтверного гиганта *Microsoft*, становящегося теперь еще и хардверным. Таким образом, компания *Microsoft* всерьез занялась трансформацией своего бизнеса, ориентируясь на довольно удачную модель (опробованную *IBM*, а затем подхваченную *Apple*), которая предусматривает разработку и предложение аппаратно-программно-контентных продуктов корпоративным и массовым пользователям соответственно. Подавший на днях в отставку Стив Балмер (*Steven Ballmer*), глава *Microsoft*, признал, что в начале 2000-х годов компания была сконцентрирована на *Windows* для ПК и серверов, вследствие чего не уделила должного внимания развитию мобильной

Apple iPhone 5s – первый в мире серийно выпускаемый смартфон с 64-битным процессором.

Processor Apple A7 – the first 64-bit processor for smartphones as well as the first chip based on 64-bit architecture ARMv8



Рис. 20. Процессор *Apple A7* – первый 64-битный процессор для смартфона, а также первый на базе архитектуры *ARM 64-bit*

версии *Windows* и не создала свой смартфон. Об аппаратных экзерсисах *Microsoft* стало известно только в мае 2010 года, когда компания представила две версии своего мобильного телефона *Microsoft Kin* для пользователей социальных сетей; однако этот проект был закрыт в августе 2011 года.

В конце сентября 2013 года было объявлено, что канадская компания *BlackBerry* (совсем недавно отказавшаяся от своего исконного неброского названия *Research in Motion* в пользу наименования раскрученного бренда) за 4.7 млрд. американских долларов переходит в собственность группы инвесторов, возглавляемых инвестиционным фондом *Fairfax Financial Holdings*, который базируется в гор. Торонто канадской провинции Онтарио.

Несмотря на утрату лидирующих позиций на рынке смартфонов (их теперь занимает корейский гигант *Samsung*), компания *Apple* продолжает оставаться законодателем мод. Её новый бестселлер *Apple iPhone 5s* – первый в мире серийно выпускаемый смартфон с 64-битным процессором.

Новый двухъядерный процессор *Apple A7* (рис. 20) с тактовой частотой 1.3 GHz является собственной “яблочной” разработкой. Он построен на основе 64-битной архитектуры, соответствующей по классу архитектуре процессоров для персональных компьютеров (дословно – *desktop class architecture*). Кристалл площадью 102 mm² содержит более 1 млрд. транзисторов и производится в

соответствии с технологической нормой 28 nm (рис. 21, 29).

Приложения работают под управлением iOS 7.0.1 – операционной системы собственной разработки. На настоящий момент, по результатам теста *Geekbench 3* (табл. 4), процессор *Apple A7* имеет наилучшие для своего класса показатели быстродействия и в 32-, и в 64-разрядном режимах.

Напомним, что после отказа компании *Intel* взять заказ на разработку айфоновского процессора (в своём интервью после выхода в отставку *Paul Otellini* “посыпал голову пеплом”, что не увидел перспективы у этого заказа) *Apple* решила действовать по принципу “хочешь что-то сделать хорошо – делай сам”. В апреле 2008 года у *Apple* появилось подразделение по проектированию процессоров, созданное на базе приобретенной за 280 млн. долларов компании *P.A.Semi*, зарегистрированной в 2003 году в гор. Санта-Клара (Калифорния, США) под названием *Palo Alto Semiconductor* как *fabless*-компания.

Затем, особо не афишируя этот свой шаг, *Apple* купила лицензию на ARM-архитектуру набора команд (*Instruction Set Architecture – ISA*). Лицензионный договор с британской компанией *ARM* допускает создание собственных ядер с использованием *ISA* от *ARM*. Уже для процессора *Apple A6* на основе *ISA* от *ARM* были разработаны собственные ядра *Swift*. (Отметим, что аналогично поступает и компания *Qualcomm*, которая разрабатывает ARM-совместимые ядра *Krait*.)

Поскольку *Apple* скупа на комментарии в отношении содержания собственных разработок, здесь приходится полагаться на мнение специалистов, которые владеют методами обратного инжиниринга микросхем.

По косвенным признакам можно судить, что процессор *Apple A7* состоит из ядер, которые являются результатом глубокой переработки ядер *Swift*

Electron microscope image of cross-section of group of transistors in Apple A7 chip, fabricated in Samsung 28 nm high-k-metal gate (HKMG) process

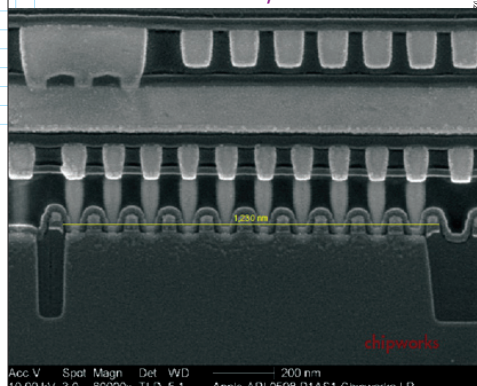


Рис. 21. Изображение с электронного микроскопа для группы транзисторов чипа *Apple A7*, изготовленного компанией *Samsung* по технологическому процессу *HKMG* с нормой 28 nm

Apple A7 – первый серийный ARM-совместимый 64-битный процессор для мобильных устройств.

на базе 64-разрядной архитектуры набора команд *ARMv8*. Таким образом, *Apple A7* – первый серийный ARM-совместимый 64-битный процессор для мобильных устройств. Примечательно, что *Apple A7* для “яблочной” компании производит “заклятый друг” – *Samsung*, используя технологический процесс *high-k-metal gate (HKMG)* с нормой 28 nm (рис. 21).

После анонса *iPhone 5s*, а значит и *Apple A7*, контрактный производитель этого процессора *Samsung* показал свой конкурентный реверс – корейская компания сообщила о разработке своего ARM-совместимого 64-битного процессора. Наиболее вероятно, что первым аппаратом, где будет использоваться такой процессор, станет *Galaxy S5*. Возможно, что новый чип, подобно *Exynos*, будет 8-ядерным; вместо ядер *Cortex-A15* и *Cortex-A7* будут применяться по четыре высокопроизводительных ядра *Cortex-A57* и энергоэффективных ядра *Cortex-A53*. Отметим, что операционная система *Android* (в её основе лежит *Linux*) уже поддерживает 64-битные вычисления для ARM-совместимых процессоров и не требует разработки, какую потребовала *iOS 7*.

6. Процессорный рынок, его структура и лидеры

Теперь обратимся к тенденциям развития рынка процессоров. Мы будем опираться на данные аналитической компании, специализирующейся на исследованиях рынка полупроводниковых изделий, – *IC Insights* (www.icinsights.com) со штаб-квартирой в гор. Скоттсдейл (Аризона, США).

В данных *IC Insights* (пресс-релиз вышел в мае 2013 года) содержатся достигнутые в 2011 и 2012 гг. результаты первой десятки вендоров; компании отранжированы по объему продаж процессоров с указанием основной области применения их продукции. В августе 2013 года был опубликован прогноз объема рынка процессоров на 2013 год с распределением по областям их применения.

Данные аналитиков *IC Insights* нами внимательно препарированы, дополнены и представлены в табл. 5 и в диаграммах рис. 22–27, которые показывают состояние и структуру рынка в различных срезах.

6.1. Объем рынка процессоров

В 2012 году объем рынка процессоров вырос на 2% в сравнении с 2011 годом – с 55.374 до 56.481 млрд. долларов.

Табл. 4. Результаты теста *Geekbench 3*

Процессор	Разрядность однопоточных операций	Баллы integer/float
<i>Apple A7</i>	32-bit	1065/983
<i>Intel Z3770</i>		1063/866
<i>Qualcomm Snapdragon</i>		938/803
<i>Nvidia Tegra 4</i>		997/839
<i>Apple A7</i>	64-bit	1471/1339

Annual sales of leading suppliers of microprocessor units and market sizes for 2011-2012; forecasted for 2013 market capacity

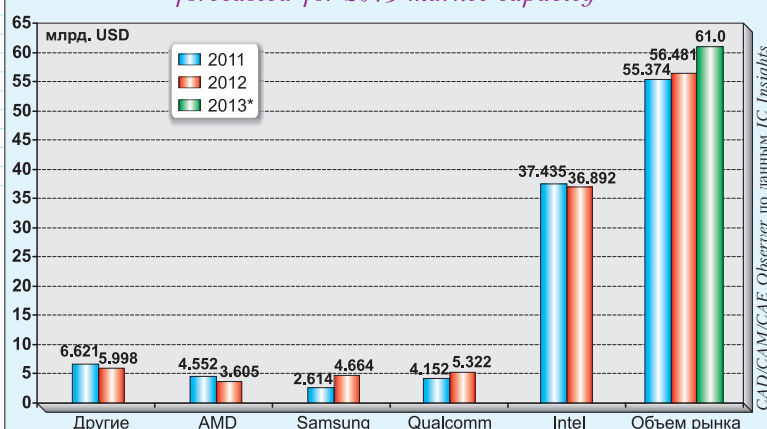


Рис. 22. Доходы ведущих поставщиков микропроцессоров и объемы рынка в 2011–2012 гг.; прогноз объема рынка на 2013 г.

В соответствии с прогнозом аналитиков *IC Insights*, в 2013 году объем рынка достигнет 61 млрд. долларов при годовых темпах роста 8%.

6.2. Лидеры рынка процессоров

1 Бессменным лидером на рынке процессоров является **Intel**. Компания поставляет процессоры с системой команд *x86*, которые применяются в основном в ПК и серверах.

В 2012 году на процессорах лидер заработал 36.892 млрд. долларов, что на 1.5% меньше, чем в 2011 году (37.435 млрд.). Доля рынка, приходящаяся на *Intel*, в 2012 году по сравнению с 2011 годом сократилась с 67.6% до 65.3%.

Как бы то ни было, компания обладает солидным запасом прочности, контролирует практически две трети рынка и идет с огромным отрывом от ближайших конкурентов. Выручка *Intel* почти в 7 раз больше, чем у занимающей второе место компании *Qualcomm*.

В настоящее время *Intel* предпринимает шаги, направленные на завоевание доли рынка процессоров для мобильных систем, рассчитывая противопоставить доминирующим *ARM*-совместимым процессорам свои энергоэффективные разработки с системой команд *x86*.

2 Вторую позицию занимает **Qualcomm**. Основу продукции этой компании составляют *ARM*-совместимые процессоры, которые используются в мобильных системах.

В 2012 году объемы поставок выросли на 28.2% в сравнении с 2011 годом – с 4.152 до 5.322 млрд. долларов. Это и позволило компании подняться с третьего места на 2-е, вытеснив компанию *AMD*. Доля рынка, контролируемая *Qualcomm*, в 2012 году приблизилась к десятой части – 9.4; в 2011 году этот показатель составлял 7.5%.

3 На третьем месте находится компания **Samsung Electronics**, которая, также как и *Qualcomm*, производит *ARM*-совместимые процессоры для мобильных систем.

В 2012 году компания *Samsung* продемонстрировала самый большой годовой прирост продаж в размере 78.4%; таким образом, выручка от поставки процессоров в сравнении с 2011 годом увеличилась с 2.614 до 4.664 млрд. долларов. Эти показатели позволили *Samsung* отодвинуть на четвертое место компанию *AMD*. Если такие темпы роста удастся сохранить и в 2013 году, то у *Samsung* есть шансы обойти компанию *Qualcomm* и подняться на 2-е место.

В 2012 году *Samsung* удалось значительно, почти в два раза, увеличить контролируемую долю рынка – до 8.3% (в 2011 году – 4.7%).

4 Четвертую позицию теперь занимает **AMD**. Компания, как и её многолетний конкурент *Intel*, является поставщиком процессоров с системой команд *x86* – в основном для ПК и серверов.

Microprocessor market shares of leaders in 2011

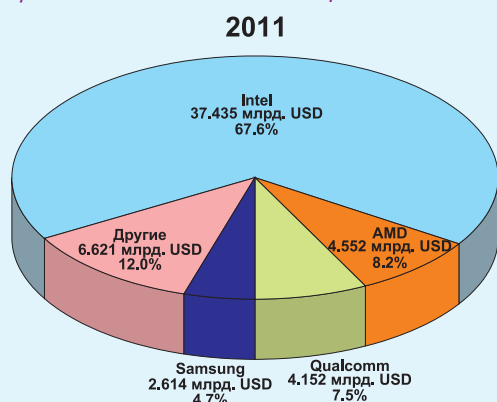


Рис. 23. Рыночные доли лидирующих поставщиков микропроцессоров в 2011 году

Microprocessor market shares of leaders in 2012

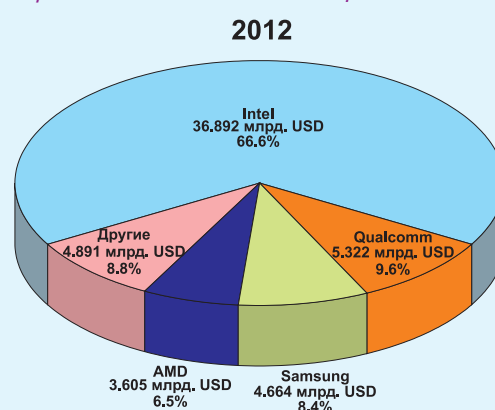


Рис. 24. Рыночные доли лидирующих поставщиков микропроцессоров в 2012 году

Segments capacities and market shares for microprocessor with various command systems for different applications in 2011

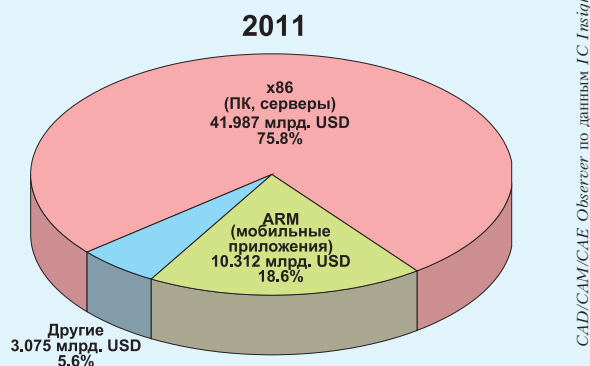


Рис. 25. Объемы поставок и рыночные доли микропроцессоров с различными системами команд в 2011 году (в скобках – область применения)

Segments capacities and market shares for microprocessor with various command systems for different applications in 2012

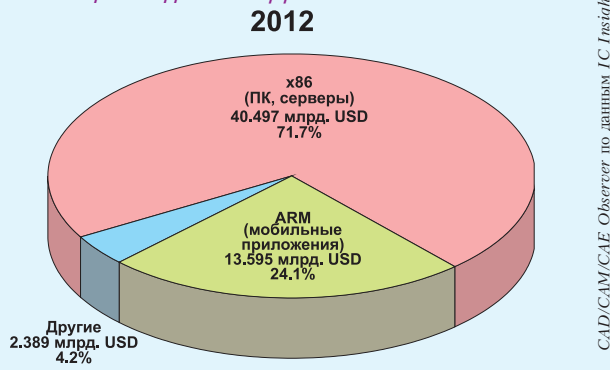


Рис. 26. Объемы поставок и рыночные доли микропроцессоров с различными системами команд в 2012 году (в скобках – область применения)

В 2012 году выручка AMD сократилась на пятую часть (20.8%): компания заработала 3.605 млрд. долларов (в 2011 году – 4.552 млрд.). Контролируемая доля рынка в 2012 году, по сравнению с 2011 годом, уменьшилась – с 8.2% до 6.4%.

Таким образом, за один год AMD в процессорном рейтинге сползла на две позиции вниз – со второго места в 2011 году на четвертое место в 2012-м. Впрочем, угрозы со стороны компании *Freescale Semiconductor*, идущей на пятом месте, пока нет, поскольку объемы выручки AMD и *Freescale* отличаются в 3.4 раза.

В настоящее время AMD работает над расширением ассортимента предлагаемой продукции за счет процессоров, в которых сочетаются архитектура x86 и ARM.

На долю четверки лидеров в 2012 году пришлось почти девять десятых объема рынка – 89.4% или 50.483 млрд. долларов.

6.3. Структура рынка в зависимости от системы команд процессоров

✓ Процессоры с системой команд **x86**, применяемые в основном в ПК и серверах, по-прежнему занимают доминирующую позицию на рынке. Однако суммарная выручка от продажи таких процессоров в 2012 году сократилась на 3.6% по сравнению с 2011 годом – с 41.987 млрд. до 40.497 млрд. долларов. Доля рынка, приходящаяся на x86-процессоры, тоже уменьшилась – с 75.8% в 2011 году до 71.7% в 2012 году.

✓ Процессоры, совместимые с системой команд **ARM**, применяются в основном в мобильных устройствах. Эти процессоры продолжают увеличивать свою долю рынка, обеспечивая при этом и рост общего объема рынка. В 2012 году они принесли своим поставщикам 13.595 млрд. долларов, что на 31.8% больше, чем в 2011 году

(10.312 млрд.). Рыночная доля ARM-совместимых процессоров увеличилась с 18.6% в 2011 году до 24.1% в 2012 году – то есть вплотную приблизилась к четверти объема рынка.

✓ Выручка от поставки процессоров с другой архитектурой (включая *POWER* и *SPARC*), применяемых в основном в суперкомпьютерах и серверах, в 2012 году сократилась до 2.389 млрд. долларов (4.2% объема рынка). В 2011 году оба показателя выглядели лучше – 3.075 млрд. долларов или 5.6% рынка.

Рыночная доля ARM-совместимых процессоров в 2012 году вплотную приблизилась к четверти всего объема – 13.595 млрд. долларов (24.1%).

6.4. Прогноз структуры рынка процессоров в зависимости от области применения

Ожидается, что по областям применения рынок процессоров в 2013 году структурируется следующим образом:



Рис. 27. Прогнозируемый объем поставок микропроцессоров для различных приложений в 2013 году

Табл. 5. Крупнейшие поставщики микропроцессоров в 2011–2012 гг.

Компания	Страна	2011 г.			2012 г.			2012 г. в сравнении с 2011 г., %	Система команд и область применения процессоров
		Объем поставок, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	Объем поставок, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге		
Intel	США	37.435	67.6%	1	36.892	65.3%	1	-1.5%	x86 – ПК, серверы
Qualcomm*	США	4.152	7.5%	3	5.322	9.4%	2	28.2%	ARM – мобильные
Samsung Electronics**	Корея	2.614	4.7%	4	4.664	8.3%	3	78.4%	ARM – мобильные
AMD*	США	4.552	8.2%	2	3.605	6.4%	4	-20.8%	x86 – ПК, серверы
Freescale Semiconductor	США	1.210	2.2%	5	1.070	1.9%	5	-11.6%	ARM – мобильные; и для встроенных систем
NVIDIA*	США	0.591	1.1%	7	0.764	1.4%	6	29.3%	ARM – мобильные
Texas Instruments	США	0.510	0.9%	8	0.565	1.0%	7	10.8%	ARM – мобильные
ST-Ericsson***	Швейцария	0.660	1.2%	6	0.540	1.0%	8	-18.2%	ARM – мобильные
Broadcom*	США	0.295	0.5%	9	0.345	0.6%	9	16.9%	ARM – мобильные
MediaTek*	Тайвань	0.280	0.5%	10	0.325	0.6%	10	16.1%	ARM – мобильные
Топ-10		52.299	94.4%		54.092	95.8%		3.4%	
Другие компании		3.075	5.6%		2.389	4.2%		-22.3%	
Объем рынка микропроцессоров		55.374	100%		56.481	100%		2.0%	

Примечания: таблица составлена с использованием данных компании IC Insights (май 2013 года);

* компания не располагает собственными производственными мощностями (fabless);

** учтено, что Samsung Electronics пока еще является контрактным производителем процессоров, разработанных Apple для собственных мобильных устройств;

*** ST-Ericsson – предприятие, созданное компаниями STMicroelectronics и Ericsson, производит электронные компоненты для мобильных телефонов; прекращает работу с III кв. 2013 г.

- процессоры с системой команд x86 для ПК, серверов и мейнфреймов – 56% рынка или 34.160 млрд. долларов;

- процессоры для мобильных телефонов (ARM или x86) – 26% рынка или 15.850 млрд. долларов;

- процессоры для встроенных систем управления – 11% рынка или 6.710 млрд. долларов;

- процессоры для планшетных компьютеров (ARM или x86) – 6% рынка или 3.660 млрд. долларов;

- процессоры с другими системам команд – 1% или 0.610 млрд. долларов.

Будем надеяться, что в последующих отчетах по результатам своих исследований компания IC Insights приведет данные с более подробным разделением по типам процессоров для различных применений, а также данные, позволяющие провести сравнительный анализ структуры рынка за последние годы, когда начал стремительно расти сегмент процессоров для мобильных устройств.

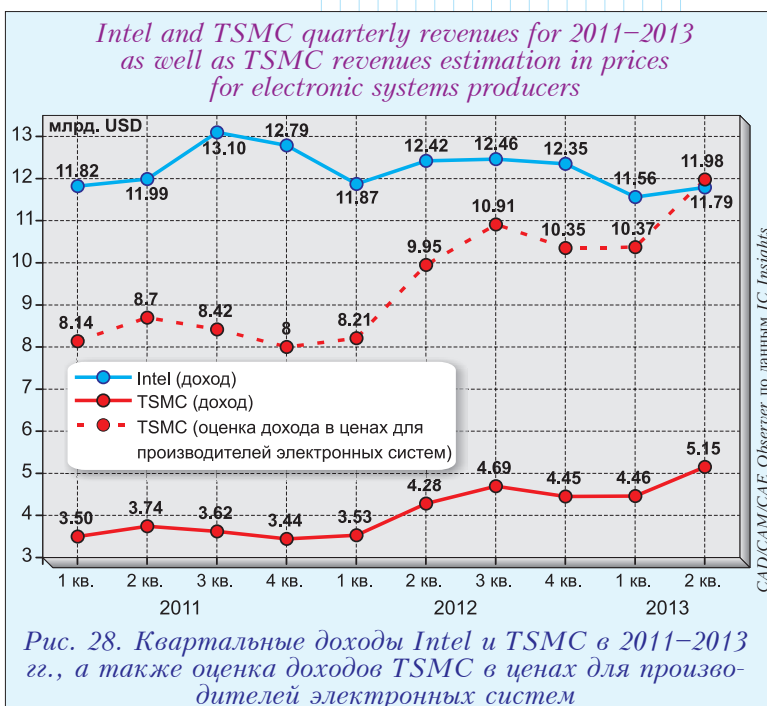




Рис. 29. Число транзисторов в микропроцессорах и технологическая норма производства в 1971–2013 гг., а также планы на 2014–2022 гг.

Табл. 6. Число транзисторов в микропроцессорах и технологическая норма производства в 1971–2013 гг., планы на 2014–2020 гг.

Год	Техно-логическая норма	Процессор	Число транзисторов (млн.)
1971	10 μm	Intel 4004	0.002
1972	10 μm	Intel 8008	0.004
1974	6 μm	Intel 8080	0.005
1975	3 μm	Intel 8085	0.007
1979	3 μm	Intel 8088	0.029
1982	1.5 μm	Intel 80286	0.134
1985	1.5 μm	Intel 80386	0.275
1989	1 μm	Intel 80486	1.2
1992	800 nm	IBM POWER1	0.8
1992	800 nm	Sun MicroSPARC I	0.8
1993	800 nm	Intel Pentium 66 MHz	3.1
1994	600 nm	Intel 80486DX4	1.6
1994	600 nm	IBM/Motorola PowerPC 601	2.8
1994	600 nm	Intel Pentium 75MHz	3.2
1994	600 nm	HP PA-7200	12.6
1995	350 nm	Intel Pentium Pro	5.5
1996	350 nm	AMD K5	4.3
1997	350 nm	Intel Pentium II	7.5
1997	350 nm	AMD K6	8.8
1998	250 nm	Intel Pentium II Deschutes	7.5
1998	250 nm	AMD K6-2	9.9
1999	250 nm	Intel Pentium III Katmai	9.5
1999	250 nm	DEC Alpha 21264A	15.2
1999	250 nm	AMD K6-III	21.3
1999	250 nm	AMD K7	22.0

Год	Техно-логическая норма	Процессор	Число транзисторов (млн.)
1999	180 nm	Intel Pentium III Coppermine	9.5
2000	180 nm	Intel Pentium 4	42.0
2001	180 nm	IBM POWER4	174.0
2001	130 nm	Intel Pentium III Tualatin	28.1
2001	130 nm	AMD Athlon MP	22.0
2002	130 nm	Intel Pentium 4 Northwood	55
2003	130 nm	Intel Pentium M Banias	77
2003	130 nm	AMD K8	106
2003	130 nm	Intel Itanium	220
2003	130 nm	HP PA-8800	300
2004	130 nm	IBM POWER5	276
2004	130 nm	Intel Itanium 2	592
2004	90 nm	Intel Pentium 4 Prescott	169
2005	90 nm	Intel Pentium D Smithfield	230
2006	90 nm	Godson 2E	47
2006	90 nm	IBM/Sony/Toshiba Cell	250
2007	90 nm	Godson 2F	51
2007	90 nm	Intel Dual-Core Itanium 2	1700
2008	90 nm	MCST Elbrus E2K	218
2012	90 nm	MCST R1000 (quad core)	180
2006	65 nm	Intel Pentium 4 Cedar Mill	188
2006	65 nm	Intel Core 2 Duo	291
2007	65 nm	AMD K10	463
2007	65 nm	IBM POWER6 (dual-core)	789
2009	65 nm	AMD Opteron 2400 (6-core)	904

Год	Техно-логическая норма	Процессор	Число транзисторов (млн.)
2010	65 nm	Godson 3 (quad-core)	400
2010	65 nm	Intel Itanium Tukwila (quad-core)	2000
2008	55 nm	NVIDIA GT200 Tesla	1400
2008	45 nm	Intel Atom	47
2008	45 nm	Intel Core i7 (quad)	781
2010	45 nm	Intel 8-Core Xeon Nehalem-EX	2300
2010	45 nm	IBM POWER7 (8-core)	1200
2010	40 nm	Oracle SPARC T3 (16-core)	1000
2010	40 nm	NVIDIA GF100 Fermi	3200
2011	40 nm	Fujitsu SPARC64 IXfx (16-core)	1870
2010	32 nm	Intel Core i7 (six-core)	1170
2012	32 nm	IBM POWER7+ (8-core)	2100
2011	28 nm	AMD Tahiti RV1070	4313
2012	28 nm	NVIDIA GK110 Kepler	7080
2013	28 nm	Fujitsu SPARC64 X (16-core)	2950
2013	28 nm	Oracle SPARC M6 (12-core)	3900
2013	28 nm	Apple A7 (ARMv8)	1000
2011	22 nm	Intel Ivy Bridge (Tri-Gate)	1303
2012	22 nm	Intel Xeon Phi (Tri-Gate)	5000
2012	22 nm	Intel Core i7 (quad)	1400
2013	22 nm	IBM POWER8 (12-core)	3500
2014	14 nm	(планируется)	
2016	10 nm	(планируется)	
2018	7 nm	(планируется)	
2020	5 nm	(планируется)	

7. TSMC vs. Intel

Аналитики компании *IC Insights* провели любопытное сопоставление – соединили на одном графике (рис. 28) показатели двух поставщиков процессоров:

- компании **Intel**, которая является не только изготовителем, но также и проектировщиком собственных процессоров;
- контрактного производителя процессоров – компании **TSMC** (*Taiwan Semiconductor Manufacturing Company*).

Чтобы такое сопоставление было корректным, для компании *TSMC* выручка рассчитана в ценах конечных пользователей – то есть в ценах для создателей электронных систем, в которых используются изготовленные *TSMC* процессоры. Для этого к выручке *TSMC* добавляются “наценка” заказчиков процессоров. В суммарной цене процессоров для конечных пользователей доля *TSMC* за поставленные процессоры составляет в среднем 43% (по всей вероятности, оценка сделана за прошедшие десять кварталов), а доля заказчиков – соответственно, 57%.

Если следовать этой логике, то получается, что стоимостная мера всей продукции, поставленной компанией *TSMC* через своих заказчиков для конечных пользователей, во II квартале 2013 года впервые оказалась выше, чем у компании *Intel*.

На наш взгляд, представленные результаты достаточно выпукло отражают появление у компании *Intel* сильного конкурента в лице *TSMC* вместе с её заказчиками.

Кстати заметим, что, по мнению ряда аналитиков, *TSMC* “откусит” у *Samsung* большую часть (60–70%) заказов на изготовление следующего “яблочного” процессора *Apple A8*.

8. Новейшие не-мейнстримовские процессоры

В заключение кратко остановимся на основных характеристиках новейших процессоров с архитектурой *POWER* и *SPARC* для высокопроизводительных серверов и суперкомпьютеров, которые были представлены в августе 2013 года на 25-м ежегодном симпозиуме **Hot Chips** (www.hotchips.org), состоявшемся в Стэнфордском университете (штат Калифорния, США):

✓ Компания *IBM* представила 12-ядерный процессор *POWER8* с тактовой частотой 4 GHz. По оценкам специалистов *IBM*, скорость выполнения однопоточных операций у него будет примерно в 1.6 выше в сравнении с предшественником – *POWER7*. Процессор *POWER8* изготавливается по технологической норме 22 nm, число транзисторов в кристалле оценивается величиной порядка 3.5 млрд. Устройства на базе *POWER8* будут доступны для заказчиков в середине 2014 года.

✓ Компания *Fujitsu* разработала 16-ядерный процессор *SPARC64 X+* с тактовой частотой 3.5 GHz. Производителем для операций с двойной точностью составляет 448 GFLOPS, что на 17.3% выше показателя его предшественника *SPARC64 X* (382 GFLOPS). Изготавливается процессор *SPARC64 X+* по технологической норме 28 nm, число транзисторов в кристалле составляет 2.99 млрд.

✓ Компания *Oracle* представила 12-ядерный процессор *SPARC M6* с тактовой частотой от 3.6 GHz. Для изготовления *SPARC M6* применяется технологический процесс с нормой 28 nm, число транзисторов оценивается величиной порядка 3.9 млрд.

Читатели, интересующиеся представляемым компанией *Intel* мейнстримовским (пока еще!?) направлением, которое развивается теперь уже с некоторым опережением закона Мура (кроме всего прочего, этот закон является интеловской маркетинговой “фишкой”), могут обратиться к материалам ежегодного

форума **IDF** (*Intel Developer Forum*), прошедшего в 10–12 сентября 2013 года в Сан-Франциско (штат Калифорния, США). Поскольку на этом впечатляющем мероприятии компания *Intel*, как говорят шахматисты, “выступила в свою силу”, соревноваться с маркетинговой службой мультимиллиардера нам не с руки.

Со своей стороны, мы лишь воспроизведем построенные нами на одном графике диаграммы роста числа транзисторов в процессорах и уменьшения технологической нормы полупроводникового производства (рис. 29, табл. 6) с дополнениями за прошедшие четыре года с момента первой публикации [6]. Кроме того, там отмечены процессоры на базе пионерских интеловских разработок трехмерных транзисторов, первый 64-битный ARM-совместимый процессор, а также новейшие разработки не-мейнстримовских процессоров от *IBM*, *Fujitsu* и *Oracle*. ☞

Литература

5. Системы высокопроизводительных вычислений в 2012–2013 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Процессоры для HPC-систем. EDA-системы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2013, №6, с. 77–88.

6. Системы высокопроизводительных вычислений: достижения 2008–2009 годов. Часть II // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2009, №8, с. 78–87.

Об авторе:

Павлов Сергей Иванович – *Dr. Phys.*, редактор аналитического PLM-журнала “*CAD/CAM/CAE Observer*” (sergey@cadcamcae.lv), научный сотрудник Лаборатории математического моделирования окружающей среды и технологических процессов Латвийского университета (Sergejs.Pavlov@lu.lv).