

# Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков

## Часть II. Процессоры

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Внимание читателей предлагается вторая часть обзора систем высокопроизводительных вычислений (ВПВ) или *High-Performance Computing (HPC)*. Опубликованная в прошлом номере первая часть [1] дала старт очередному пятичастному комплексному обзору, выходящему под общей “шапкой”.

Напомним, что в прошлогоднем обзоре [2], часть II обрела полную самостоятельность, отделившись от обзора рынка EDA-систем [3]. Теперь она будет посвящена только анализу рынка процессоров и достижениям в сфере создания процессоров для всего спектра устройств, рассматриваемых в части I [1]. В отборе информации мы будем опираться на ранее сформулированный подход: вылавливание в потоке сообщений, исходящих от маркетинговых служб ведущих производителей процессоров, тех событий-вех, что формируют хронологию развития технологий, “спрессованную” в диаграммах [3, рис. 29, табл. 6] и [4, рис. 4].

Традиционно, собранная за прошедший 2014 год информация распределена по следующим разделам:

- 1 Состояние мировой полупроводниковой промышленности;
- 2 Процессорный рынок, его структура и лидеры;
- 3 Поставщики процессоров для суперкомпьютерных систем;
- 4 Новейшие процессоры.

В обзоре мы будем опираться на тщательным образом препарированные и дополненные нами данные, регулярно публикуемые двумя компаниями, которые занимаются систематическими исследованиями рынка полупроводниковых изделий:

- **Gartner** ([www.gartner.com](http://www.gartner.com)) со штаб-квартирой в гор. Стэмфорд (Коннектикут, США);
- **IC Insights** ([www.icinsights.com](http://www.icinsights.com)) со штаб-квартирой в гор. Скоттсдейл (Аризона, США).

Очередной раз обращаем внимание читателей, что расхождения данных по одним и тем же позициям отнюдь не принижают качественный уровень предлагаемой компаниями аналитики и, скорее всего, объясняются особенностями применяемых методик. Кроме того, не лишним будет напомнить, что в практике аналитических компаний имеет место постоянное уточнение предыдущих статистических данных (чтобы в этом убедиться, достаточно сравнить таблицы за различные годы), поэтому для данных, которые

мы использовали при составлении таблиц, как правило, указывается дата публикации первоисточника.

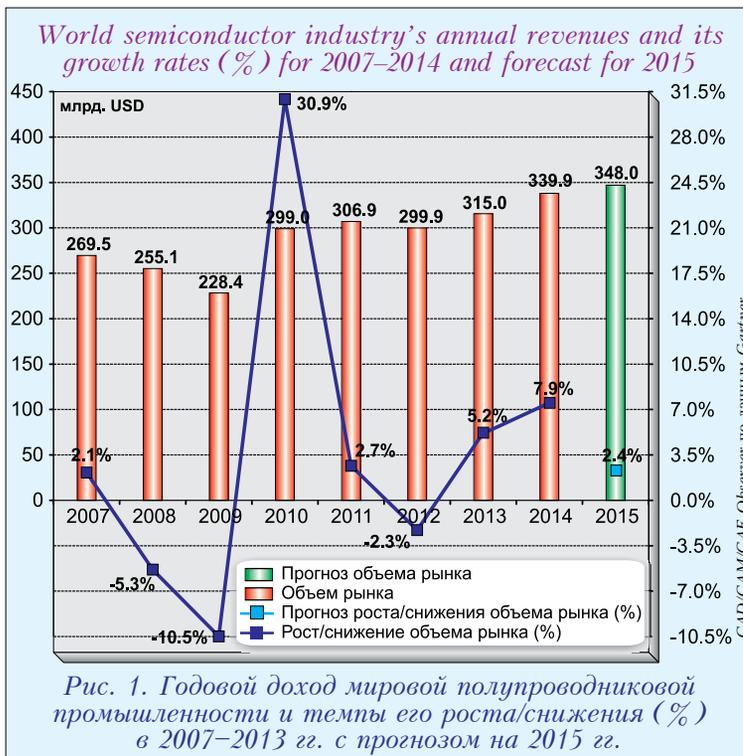
### 1. Состояние мировой полупроводниковой промышленности

Первым делом рассмотрим состояние дел в мировой полупроводниковой промышленности.

#### 1.1. Годовой доход

По оценкам аналитической компании *Gartner*, объем рынка полупроводниковых изделий в 2014 году достиг 339.9 млрд. долларов (рис. 1). При этом он увеличился на 7.9% в сравнении с показателями 2013 года (315 млрд.). Напомним, что в 2013 году объем рынка увеличился на 5% в сравнении с показателями 2012 года (299.9 млрд.), а в 2012 году – уменьшился на 2.3% в сравнении с показателями 2011 года (306.9 млрд. долларов).

По оценкам аналитической компании *Gartner*, в 2014 году мировой объем выпуска полупроводниковых приборов в стоимостном выражении достиг 339.9 млрд. долларов, что на 7.9% выше показателя 2013 года.



В соответствии с прогнозом компании *Gartner* на 2015 год, объем выпуска полупроводниковых приборов вырастет на 2.4% или в денежном выражении – до 348 млрд. долларов.

### 1.2. Крупнейшие потребители полупроводниковых изделий

В списке крупнейших потребителей полупроводниковых изделий (табл. 1) значатся семь компаний (они выделены жирным шрифтом). Шесть из них (*Samsung, Apple, HP, Lenovo, Dell, Cisco*) упоминаются в резюме к первой части нашего обзора [1], а еще одна (*Huawei*) входит в пятерку лидеров рынка смартфонов. По суммарным результатам деятельности этих компаний можно судить о тенденциях развития рассматриваемых нами рынков компьютерных устройств.

Лидером регулярно обновляемого компанией *Gartner* рейтинга Топ-10 в 2010, 2012, 2013 и 2014 годах был южно-корейский гигант *Samsung Electronics*. Только в 2011 году компании *Apple* удалось отеснить *Samsung* на вторые роли.

Компании из списка Топ-10 в 2014 году в сумме потребили более трети (37%) объема продукции полупроводниковой промышленности в стоимостном выражении, что несколько выше этого показателя в 2013 году – 36.4%.

### 1.3. Крупнейшие производители полупроводниковых изделий

Более двух третей (точнее, 70.4%) продукции полупроводниковой промышленности в стоимостном выражении производят компании из Топ-20 (табл. 2), составленного аналитической компанией *IC Insights*.

За время нашего наблюдения, с 2010 года, лидером Топ-20 является компания *Intel*, которая в 2014 году обеспечила 15.1% суммарного мирового объема выпуска полупроводниковых изделий в стоимостном выражении. При этом доля компании немного снизилась в сравнении с 2013 годом, когда она составляла 15.3%.

Жирным шрифтом в таблице выделены четыре компании (*Intel, AMD, NVIDIA, Fujitsu*), которые выпускают процессоры для суперкомпьютеров, включенных в мировой рейтинг *Top500*. Отметим, что данные для *Fujitsu Semiconductors* в табл. 2 оцениваются выручкой компании *Fujitsu* по направлению *Device Solutions*.

Компания *IBM Microelectronics*, продавшая в 2014 году свои производственные мощности компании *GlobalFoundries*, но сохранившая свою команду разработчиков процессоров для суперкомпьютеров, в Топ-20 не входит.

В табл. 2 показано влияние на суммарные результаты и распределение мест в Топ-20 двух крупных поглощений, состоявшихся в 2015 году:

- В конце мая сингапурская компания *Avago Technologies* за 37 млрд. долларов приобрела американскую компанию *Broadcom*. Сделка считается крупнейшей для высокотехнологичной отрасли. Объединенная компания заняла бы в 2014 году 6-е место, тогда как по отдельности *Broadcom* занимает лишь 8-е, а *Avago Technologies* – 14-е место.

- В начале марта голландская компания *NXP Semiconductor*, занявшая в 2014 году 13-е место, приобрела американскую компанию *Freescale Semiconductor*, находящуюся на 18-й позиции.

Таблица 1. Крупнейшие потребители полупроводниковых изделий в 2013–2014 гг.

Компания	Страна	2013 г.			2014 г.			2014 г. в сравнении с 2013 г., %
		Объем потребления, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	Объем потребления млрд. USD	Доля, (%)	Место в рейтинге	
<b><i>Samsung Electronics</i></b>	Корея	30.6	9.7%	1	32.1	9.4%	1	+4.9%
<b><i>Apple</i></b>	США	23.5	7.5%	2	25.8	7.6%	2	+9.8%
<b><i>Hewlett-Packard</i></b>	США	13.7	4.3%	3	14.7	4.3%	3	+7.3%
<b><i>Lenovo Group</i></b>	Китай	9.5	3.0%	4	12.8	3.8%	4	+34.7%
<b><i>Dell</i></b>	США	9.1	2.9%	5	10.3	3.0%	5	+13.2%
<i>Sony</i>	Япония	7.7	2.4%	6	7.4	2.2%	6	-3.9%
<b><i>Huawei</i></b>	Китай	4.9	1.6%	9	6.0	1.8%	7	+22.4%
<b><i>Cisco</i></b>	США	5.6	1.8%	7	5.8	1.7%	8	+3.6%
<i>LG Electronics</i>	Корея	4.7	1.5%	10	5.5	1.6%	9	+17.0%
<i>Toshiba</i>	Япония	5.5	1.7%	8	5.3	1.6%	10	-3.6%
<b>Топ 10</b>		<b>114.8</b>	<b>36.4%</b>		<b>125.7</b>	<b>37.0%</b>		<b>+9.5%</b>
<b>Другие компании</b>		<b>200.2</b>	<b>63.6%</b>		<b>214.2</b>	<b>63.0%</b>		<b>+7.0%</b>
<b>Доход полупроводниковой промышленности</b>		<b>315.0</b>	<b>100%</b>		<b>339.9</b>	<b>100%</b>		<b>+7.9%</b>

Примечание: таблица составлена на основании данных компании *Gartner* (январь 2015 года)

Сумма сделки составила 11.8 млрд. долларов, а с учетом долговых обязательств *Freescale* – 16.7 млрд. долларов. Объединенная компания заняла бы в 2014 году 9-е место.

Кроме того, лидер Топ-20 – компания *Intel* – в начале июня заключила самую крупную в своей истории сделку, прикупив за 16.7 млрд. долларов компанию *Altera*.

#### 1.4. Контрактные производители полупроводниковых изделий

В отдельную таблицу (табл. 3) выделены производители полупроводниковой продукции с годовым доходом более миллиарда долларов, которые в течение последних пяти лет сами разработкой микросхем не занимались – так называемые контрактные производители. Таких компаний всего четыре. Общее количество контрактных производителей составляет 10.

За время нашего наблюдения лидером среди контрактных производителей с большим отрывом

остается компания *TSMC*, которая в 2014 году поставила 7.3% полупроводниковых изделий от суммарного мирового объема в стоимостном выражении, увеличив, таким образом, свою долю в сравнении с 2013 годом (6.3%). Среди контрактных производителей доля *TSMC* превышает 50%.

В общий список Топ-20, составленный на основе табл. 2 и табл. 3, входят две компании: *TSMC* (3-е место) и *GlobalFoundries* (20-е место).

Китайская компания *Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC)*, замыкающая квартет миллиардеров-“контрактников” (табл. 3), в настоящее время осваивает производство в соответствии с технологической нормой 28 nm. Чтобы получить доступ к передовым процессам (а в год 50-летия закона Мура таким является процесс с нормой 14 nm), китайский инвестиционный фонд *National Integrated Circuit Industry Investment Fund* присматривается к приобретению *GlobalFoundries* – часть акций

Табл. 2. Крупнейшие производители полупроводниковых изделий в 2013–2014 гг.

Компания	Страна	2013 г.			2014 г.			2014 г. в сравнении с 2013 г., %
		Доход, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	Доход, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	
<i>Intel</i>	США	48.321	15.3%	1	51.400	15.1%	1	+6.4%
<i>Samsung Electronics</i>	Корея	34.378	10.9%	2	37.810	11.1%	2	+10.0%
<i>Qualcomm*</i>	США	17.211	5.5%	3	19.291	5.7%	3	+12.1%
<i>Micron Technology</i>	США	14.360	4.6%	4	16.720	4.9%	4	+16.4%
<i>Hynix Semiconductor</i>	Корея	12.970	4.1%	5	16.286	4.8%	5	+25.6%
<i>Broadcom*</i> + <i>Avago Technologies*</i>	США & Сингапур	13.198	4.2%		14.072	4.1%		+6.6%
<i>Texas Instruments</i>	США	11.474	3.6%	7	12.167	3.6%	6	+6.0%
<i>Toshiba</i>	Япония	11.958	3.8%	6	11.040	3.2%	7	-7.7%
<i>NXP Semiconductor</i> + <i>Freescale Semiconductor</i>	Нидерланды & США	8.822	2.8%		10.195	3.0%		+15.6%
<i>Broadcom</i>	Япония	8.219	4.2%	8	8.428	4.1%	8	+6.6%
<i>STMicroelectronics</i>	США	8.014	2.5%	9	7.384	2.2%	9	-7.9%
<i>Renesas Electronics</i>	Франция, Италия	7.975	2.5%	10	7.307	2.1%	10	-8.4%
<i>MediaTek*</i>	Япония	4.587	1.5%	16	7.032	2.1%	11	+53.3%
<i>Infineon Technologies</i>	Тайвань	5.260	1.7%	12	5.938	1.7%	12	+12.9%
<i>NXP Semiconductor</i>	Германия	4.815	2.8%	15	5.647	3.0%	13	+15.6%
<i>Avago Technologies*</i>	Нидерланды	4.979	4.2%	13	5.644	4.1%	14	+6.6%
<i>AMD*</i>	Сингапур	5.299	1.7%	11	5.506	1.6%	15	+3.9%
<i>Sony</i>	США	4.869	1.5%	14	5.292	1.6%	16	+8.7%
<i>NVIDIA*</i>	США	4.130	1.3%	17	4.682	1.4%	17	+13.3%
<i>Freescale Semiconductor</i>	Япония	4.007	2.8%	18	4.548	3.0%	18	+15.6%
<i>Fujitsu Semiconductors</i>	США	3.509	1.1%	19	3.549	1.0%	19	+1.1%
<i>Sharp</i>	Япония	3.229	1.0%	20	3.515	1.0%	20	+8.9%
<b>Топ 20</b>		<b>219.564</b>	<b>69.7%</b>		<b>239.186</b>	<b>70.4%</b>		<b>+8.9%</b>
<b>Другие компании</b>		<b>95.427</b>	<b>30.3%</b>		<b>100.714</b>	<b>29.6%</b>		<b>+5.5%</b>
<b>Доход мировой полупроводниковой промышленности**</b>		<b>314.991</b>	<b>100%</b>		<b>339.9</b>	<b>100%</b>		<b>+7.9%</b>

Примечание: таблица составлена на основании данных компании IC Insights (август 2015 года)

\* компания не располагает собственными производственными мощностями (fabless);

\*\* указаны данные компании Gartner (январь 2015 года).

компания собирается продать её арабский владелец.

## 2. Процессорный рынок, его структура и лидеры

Теперь обратимся к тенденциям развития рынка процессоров.

### 2.1. Прогноз объема рынка процессоров

К сожалению, на момент подготовки данного обзора аналитическая компания *IC Insights* так и не опубликовала развернутые данные о рынке процессоров в 2014 году (при подготовке прошлогоднего обзора данные по результатам 2013 года были доступны). Чтобы не оставаться совсем без цифр, мы решили обратиться к прогнозу объемов рынка процессоров на 2014 год и ожидаемых объемов их реализации вплоть до 2018 года. Такой прогноз был обнародован аналитиками *IC Insights* в январе 2014 года, то есть в самом начале “отчетного” периода.

Итак, данные за период с 2011 по 2018 гг. (представленные для сравнения на [рис. 2](#)), гласят следующее.

В 2014 году рынок процессоров, по всей видимости, достиг ожидаемого аналитиками *IC Insights* объема (66.7 млрд. долларов), продемонстрировав ожидаемый рост на 9.3% в сравнении с 2013 годом, когда объем составил 61 млрд. долларов.

Объем рынка процессоров, по оценкам аналитической компании *IC Insights*, в 2014 году составил 66.7 млрд. долларов, что на 9.3% выше показателей 2013 года (61 млрд. долларов)

Напомним, что в 2013 году объем рынка процессоров вырос на 8% в сравнении с 2012 годом

(56.5 млрд. долларов), а в 2012 году – только на 2% в сравнении с 2011 годом (55.4 млрд. долларов).

### 2.2. Прогноз структуры рынка процессоров

При росте объема рынка процессоров на 30.4% с 2014 по 2018 год ([табл. 4](#)) наибольшие темпы роста объемов реализации в стоимостном выражении ожидаются для процессоров, которые устанавливаются в планшетики, в размере 67.7%. Далее следуют показатели для процессоров в смартфонах (48.4%) и для процессоров в стандартных ПК и серверах (18.2%).

Прирост доли рынка ожидается для процессоров в смартфонах (с 29% до 33%) и для процессоров в планшетиках (с 7% до 9%). Снижение доли рынка ожидается для процессоров в стандартных ПК и серверах (с 64% до 58%).

### 2.3. Лидеры рынка процессоров

В диаграмме на [рис. 3](#) приведены результаты деятельности первой четверки лидеров рынка процессоров – Топ-4. В условиях отсутствия данных за 2014 год, оценки для объемов реализации процессоров сделаны с использованием данных для темпов роста всех видов полупроводниковых изделий, представленных в [табл. 2](#).

На долю квартета лидеров в 2014 году приходится 81.9% объема рынка или 54.6 млрд. долларов; в 2013 году – 87.3% или 50.9 млрд. долларов, в 2012 году – 88.6% или 50.1 млрд. долларов.

Для сравнения на [рис. 3](#), помимо показателей квартета лидеров, показаны также столбики (слева) с результатами деятельности *ARM Holdings* – разработчика *ARM*-архитектуры, лицензируемой для поставщиков *ARM*-процессоров.

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

В 2014 году на процессорах она заработала 38.6 млрд. долларов, что на 6.4% больше, чем в 2013 году (36.3 млрд.). В 2013 году наблюдалось снижение выручки на 1.5% в сравнении с 2012 годом (36.9 млрд.). Любопытно, что снижение выручки в 2012 году в сравнении с 2011 годом (37.4 млрд.) также составило 1.5%.

Доля рынка, приходящаяся на *Intel*, в 2014 году по сравнению с 2013 годом сократилась – с 59.6% до 57.9%. Напомним, что в 2011 и 2012 годах рыночная доля компании составляла 67.6% и 65.3%.

Запас прочности выглядит солидным: *Intel* контролирует порядка трех пятых рынка. Кроме того, компания идет с огромным отрывом от ближайших конкурентов – её выручка в 5 раз больше, чем у занимающей второе место компании *Qualcomm*.

Annual sales of microprocessor units and their growth rates (%) for 2011–2013 and forecast (January, 2014) for 2014–2018

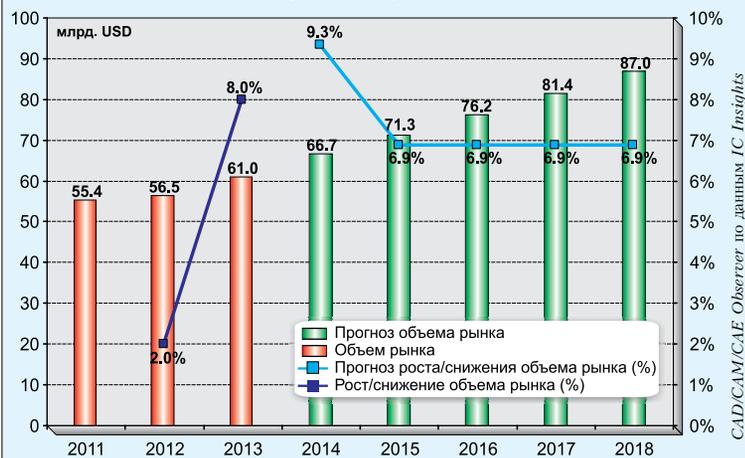


Рис. 2. Годовые объемы продаж микропроцессоров и темпы их роста/снижения (%) в 2011–2013 гг. с прогнозом (от 14.01.2014 г.) на 2014–2018 гг.

В настоящее время *Intel* прилагает усилия для завоевания доли рынка процессоров для мобильных систем, рассчитывая противопоставить доминирующим *ARM*-совместимым процессорам свои энергоэффективные разработки с системой команд *x86*. Не в последнюю очередь ставка делается на передовые технологические нормы *14 nm* и *10 nm*, освоение которых соответствует закону Мура, который в 2015 году отмечает полувекковой юбилей.

2 **Qualcomm** занимает вторую позицию; основу продукции этой компании составляют *ARM*-совместимые процессоры, которые используются в мобильных системах. Недавно компания *Qualcomm* объявила, что начинает разработку серверных *ARM*-процессоров.

В 2014 году объемы поставок выросли на 12.1% в сравнении с 2013 годом – с 6.9 до 7.7 млрд. долларов. Напомним, что в 2013 году, когда темп роста в сравнении с 2012 годом составил 29.3% (с 5.3 до 6.9 млрд. долларов), компания *Qualcomm* закрепились на 2-м месте. В 2012 году, когда объемы поставок выросли на 28.2% в сравнении с 2011 годом (с 4.152 до 5.322 млрд. долларов), компания поднялась с третьего места на второе, вытеснив *AMD*.

Доля рынка, контролируемая *Qualcomm*, уже второй год превышает десятую часть – в 2013 и 2014 годах 11.3% и 11.6% соответственно. В 2012 году этот показатель составлял 9.4%, а в 2011 году – 7.5%.

3 **Samsung Electronics** находится на третьем месте; эта компания, как и *Qualcomm*, производит *ARM*-совместимые процессоры для мобильных систем. Ожидается, что *Samsung* по примеру *Apple* займется разработкой собственного процессорного ядра, совместимого с системой команд *ARM*.

В 2014 году *Samsung* заработала 5.3 млрд. долларов, рост выручки составил 10%. Напомним, в 2013 году *Samsung* закрепились на 3-м месте, поставив процессоров на 4.85 млрд. долларов при росте объемов поставок на 14.1%. В 2012 году компания *Samsung* продемонстрировала самый большой годовой прирост продаж – 62.6%; таким образом, выручка от поставки процессоров в сравнении с 2011 годом увеличилась с 2.6 до 4.2 млрд. долларов. Тогда эти показатели позволили *Samsung* отодвинуть на четвертое место компанию *AMD*.

В 2013 и 2014 годах контролируемая доля рынка у *Samsung* составила 8%. Напомним, что в 2011 и 2012 годах доля рынка, приходящаяся на *Samsung*, была 4.7% и 7.5% соответственно.

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

В 2014 году выручка *AMD* увеличилась на 3.9%: компания заработала 2.9 млрд. долларов (в 2013 году – 2.8 млрд.). Напомним, что в 2013 году доходы *AMD* уменьшились на пятую часть (21.5%) в сравнении с 2012 годом (3.6 млрд.). При этом в 2012 году выручка тоже сократилась примерно на одну пятую по сравнению с 2011 годом (4.552 млрд.) – на 20.8%. За четыре года контролируемая доля рынка сократилась почти вдвое – 8.2%, 6.4%, 4.6% и 4.4% в 2011, 2012, 2013 и 2014 годах соответственно.

Таким образом, скатившись в процессорном рейтинге на две позиции вниз (со второго места в 2011 году на четвертое в 2012-м), в 2013 и 2014 годах *AMD* “закрепилась” на 4-м месте. Однако, вполне вероятно, что в 2015 году объединенная компания *NXP Semiconductor + Freescale Semiconductor* может вытеснить *AMD* и с четвертого места.

Работа *AMD* по расширению ассортимента предлагаемой продукции продолжается. Направление поисков связано с созданием процессоров, в которых сочетаются архитектура *x86* и *ARM*. Ожидаются также серверы на базе процессоров *AMD* с системой команд *ARM*.

Когда дела идут не очень блестяще, появляются разнообразные идеи, каким образом можно было бы сделать бизнес более рентабельным. Так, в *AMD* рассматривается идея об отделении направления, связанного с разработкой графических ускорителей. Кроме того появляются комментарии, где

Market sizes of microprocessor units for 2011–2013 and forecast (is not refined since 14.01.2014) for 2014 as well as annual sales of leading suppliers and architecture developer (*ARM Holdings*) for 2011–2013 with estimations for 2014 according to growth rates in table 2

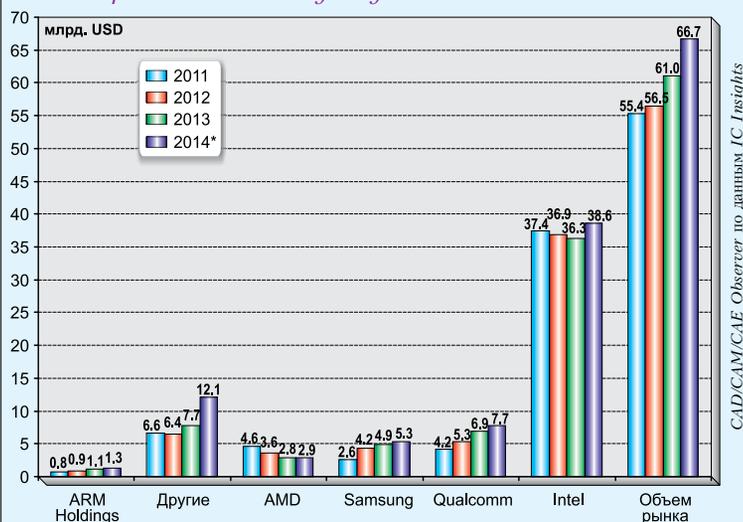


Рис. 3. Объем рынка микропроцессоров в 2011–2013 гг. и до сих пор не уточненные показатели для 2014 года (прогноз от 14.01.2014 г.), а также доходы ведущих поставщиков и разработчика архитектуры (*ARM Holdings*) в 2011–2013 гг. с оценкой для 2014 г. в соответствии с данными для темпов роста из табл. 2

**Табл. 3. Крупнейшие контрактные производители микросхем (*foundries*), специализирующиеся только на производстве (*pure-play*), в 2012–2014 гг.**

Компания	Страна	2012 г.		2013 г.		2014 г.		2013 г. в сравнении с 2012 г., %	2014 г. в сравнении с 2013 г., %
		Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %		
Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)	Тайвань	16.951	64.3%	19.850	66.1%	24.976	70.1%	+17.1%	+25.8%
GlobalFoundries	США	4.013	15.2%	4.261	14.2%	4.355	12.2%	+6.2%	+2.2%
United Microelectronics Corporation (UMC)	Тайвань	3.730	14.1%	3.959	13.2%	4.350	12.2%	+6.1%	+9.9%
Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC)	Китай	1.682	6.4%	1.973	6.6%	1.970	5.5%	+17.3%	-0.2%
<b>Топ 4</b>		<b>26.376</b>	<b>100.0%</b>	<b>30.043</b>	<b>100.0%</b>	<b>35.651</b>	<b>100.0%</b>	<b>+13.9%</b>	<b>+18.7%</b>

*Примечание: таблица составлена на основании данных компании IC Insights (август 2015 года)*

взвешиваются аргументы о выгоде приобретения AMD другими компаниями. Недавно появилась информация о том, что предложение о приобретении поступило от Microsoft.

#### 2.4. TSMC – ближайший конкурент компании Intel

В нашем первом пятичастном обзоре мы обратили внимание на любопытное сопоставление, которое выполнили аналитики компании IC Insights – они соединили на одном графике [3, рис. 28] показатели двух поставщиков процессоров:

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

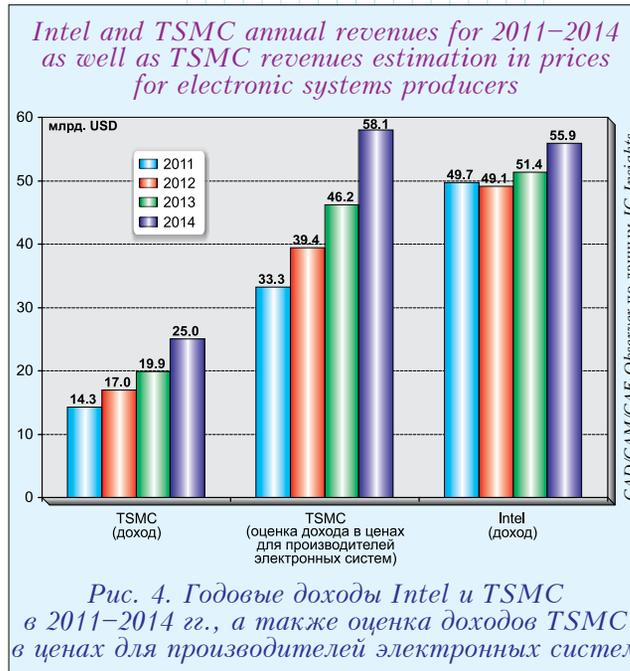
Напомним, как проводилась оценка. Чтобы такое сопоставление было корректным, для компании TSMC выручка рассчитана в ценах конечных пользователей – то есть в ценах для создателей электронных систем, в которых используются изготовленные TSMC процессоры. Для этого к выручке TSMC добавляется “наценка” заказчиков процессоров. В суммарной цене процессоров для конечных пользователей доля TSMC составляет в среднем 43%, а доля заказчиков – соответственно, 57%.

Если следовать этой логике, получается, что стоимостная мера всей продукции, поставленной компанией TSMC через своих заказчиков конечным пользователям, во II квартале 2013 года впервые оказалась выше, чем у компании Intel. Другими словами, суммарные квартальные затраты поставщиков электронных систем на приобретение процессоров, изготовленных компанией TSMC (с учетом стоимости разработки процессоров заказчиками TSMC), впервые превысили квартальный доход Intel.

Нам показалось интересным сопоставить не только квартальные, но и годовые данные для

TSMC и Intel и сравнить, таким образом, их конкурентные потенциалы. При построении диаграммы (рис. 4) мы сохранили оценку доли TSMC и её заказчиков в суммарной цене для конечных пользователей. Оказалось, что годовой доход TSMC, определенный в ценах для производителей электронных схем, существенно вырос. В 2013 году он составил 89.8% годового дохода Intel, а в 2014 году – уже превысил годовой доход Intel на 3.9%.

По результатам 2014 года, суммарные затраты поставщиков электронных систем на приобретение процессоров, изготовленных компанией TSMC (с учетом стоимости разработки процессоров заказчиками TSMC), на 3.9% превысили доход Intel.



**Табл. 4. Предполагаемое распределение процессоров по рыночным сегментам в 2014 г. и прогноз на 2018 г.**

Тип процессоров	2014 г.		2018 г.		2018 г. в сравнении с 2014 г., %
	Объем, млрд. USD	Доля, %	Объем, млрд. USD	Доля, %	
Стандартные ПК и серверы	42.7	64%	50.5	58%	+18.2%
Смартфоны	19.3	29%	28.7	33%	+48.4%
Планшетники	4.7	7%	7.8	9%	+67.7%
<b>Объем рынка</b>	<b>66.7</b>	<b>100%</b>	<b>87.0</b>	<b>100%</b>	<b>+30.4%</b>

*Примечание: таблица составлена с использованием данных компании IC Insights (январь 2014 года)*

### 3. Поставщики процессоров для суперкомпьютерных систем

В этом разделе представлены компании – разработчики процессоров, которые применяются в строительстве суперкомпьютеров с быстродействием, соответствующим критериям мирового рейтинга *Top500*. Годовые финансовые показатели компаний (рис. 5) существенно разнятся. (В скобках отметим отличие годовых показателей от данных, приведенных в табл. 2, в которых учитывается лишь бизнес, связанный с созданием полупроводниковых изделий и процессоров соответственно.) Впрочем, это не мешает им уживаться на достаточно тесном высокоспециализированном суперкомпьютерном рынке. У каждой компании – свои плюсы и минусы, которые используются в борьбе за контракты на поставку своих процессоров для самых разных заказчиков с различными источниками финансирования.

На рис. 5 (так же, как и на рис. 3), помимо показателей разработчиков процессоров для суперкомпьютеров, показаны и результаты деятельности *ARM Holdings*, поскольку *ARM*-архитектура используется многими компаниями при разработке серверных процессоров, которые в перспективе планируется применять также и при строительстве супервычислителей.

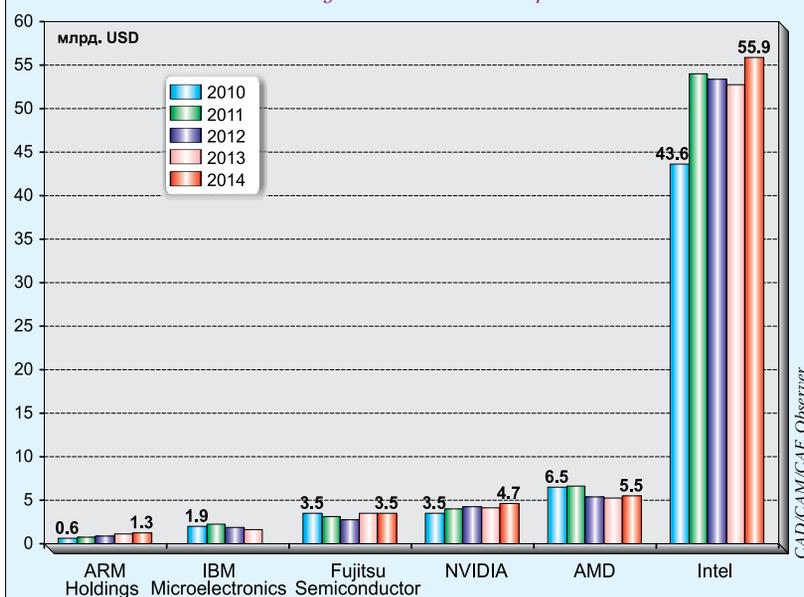
1 **Intel** является лидером суперкомпьютерного рейтинга *Top500* по количеству систем, построенных на базе процессоров этой компании. Её конёк – многоядерные процессоры с системой команд *x86*. На их базе создается подавляющее большинство высокопроизводительных серверов и суперкомпьютеров, в том числе и с гибридной архитектурой, которая предусматривает использование сопроцессоров также интеловского производства. Козырями *Intel* являются универсальность, широта охвата и запас прочности. *Intel* является одним из лидеров в освоении передовых технологических норм (14 nm и 10 nm), на деле доказывая

справедливость закона Мура, основателя компании, уже на протяжении полувека.

2 **AMD** поставляет небольшую часть процессоров для систем из суперкомпьютерного рейтинга *Top500*. Компания является поставщиком серверных процессоров с системой команд *x86*. Козырем *AMD* является предложение конкурентоспособной продукции по более “демократичным”, чем у *Intel*, ценам. Еще одним направлением бизнеса *AMD* является разработка графических ускорителей. С целью диверсификации бизнеса компания занимается разработкой серверных платформ на базе *ARM*-архитектуры.

3 **NVIDIA** является поставщиком графических акселераторов, применяемых в гибридных суперкомпьютерных системах, которые, со своими рекордными показателями производительности, неизменно занимают высокие места в мировом рейтинге *Top500*.

*Intel, AMD, NVIDIA, Fujitsu Semiconductor, IBM Microelectronics and ARM Holdings annual revenue for 2010–2014*



*Рис. 5. Годовой доход компаний Intel, AMD, NVIDIA, Fujitsu Semiconductor, IBM Microelectronics и ARM Holdings в 2010–2014 гг.*

4 **Fujitsu Semiconductors** – разработчик высокопроизводительных процессоров на базе архитектуры *SPARC*, которые затем применяются материнской компанией *Fujitsu* в строительстве суперкомпьютеров с рекордной производительностью (не так давно лидером *Top500* был “*K computer*”).

С целью повышения рентабельности своих производственных мощностей для изготовления полупроводниковых изделий, компания *Fujitsu* создала два совместных предприятия – с компанией *Panasonic* и с контрактным производителем *UMC*. В перспективе руководство *Fujitsu* стремится оставить под своим контролем только подразделение *Fujitsu Semiconductors*, которое занимается разработкой процессоров.

5 **IBM Microelectronics** выступает разработчиком *RISC*-процессоров с системой команд *POWER*. Оригинальные процессоры применяются для создания суперкомпьютеров с рекордной производительностью. Недавно лидером в мировом рейтинге *Top500* был супервычислитель “*Sequoia*”. Ведутся разработки суперкомпьютеров с целью достижения следующего рекордного рубежа быстрой скорости – 1 *Eflops*. Новейшая архитектура ориентируется на применение процессоров *POWER9* и графических ускорителей *NVIDIA*.

Недавно компания организовала сообщество *OpenPOWER*. Целью является расширение применения процессоров с системой команд *POWER*, которую на основе лицензии могут применять другие компании для создания собственных процессоров.

Козырем *IBM* являются прорывные инновации, что может быть проиллюстрировано многолетним лидерством по количеству зарегистрированных патентов. Компания уже получает отдачу от трехмиллиардных инвестиций на исследования в сфере полупроводников. В первой части обзора [1] мы уже сообщали о достижениях *IBM* в деле освоения производства в соответствии с технологической нормой 7 *nm*. Результат получен в сотрудничестве с другими компаниями, в том числе с контрактным производителем *GlobalFoundries*, которому *IBM* продала свои производственные мощности для выпуска полупроводниковых изделий.

#### 4. Новейшие процессоры

В заключение, кратко остановимся на разработках новейших процессоров для всего спектра компьютеров – от высокопроизводительных серверов и супервычислителей до мобильных устройств и смартфонов.

✓ Компания *Qualcomm* работает над созданием 64-ядерного серверного процессора с *ARM*-совместимым 64-bit ядром собственной разработки. Проект, получивший условное название *Hydra*.

✓ Компания *Intel* планирует (ориентировочная дата: конец 2015 – начало 2016 г.) создать 24-ядерный процессор *Intel Xeon E7* на базе архитектуры *Broadwell-EP/EX* с использованием технологической нормы 14 *nm*.

✓ Компания *MediaTek*, разработчик первого настоящего 8-ядерного (когда все ядра могут работать одновременно) 64-bit процессора *MT6592* для мобильных устройств, анонсировала в мае 2015 года **первый в мире 10-ядерный 64-bit процессор Helio X20 для смартфонов и планшетов**. Правда, одновременно все 10 ядер работать не могут. Архитектура процессора, получившая название *Tri-Cluster*, основана на трех вычислительных кластерах, и напоминает двухкластерную архитектуру *big.LITTLE* от компании *ARM Holdings*. Три кластера, управляемые с помощью алгоритма *CorePilot 3.0*, объединяют соответственно: два ядра *ARM Cortex-A72* с частотой 2.5 *GHz*; четыре ядра *ARM Cortex-A53* с частотой 2 *GHz*; четыре ядра *ARM Cortex-A53* с частотой 1.4 *GHz*.

✓ Российская компания *Baikal Electronics* и британская компания *Imagination Technologies* в мае 2015 года анонсировали первый коммерческий двухъядерный 32-bit процессор *Baikal-T1* с тактовой частотой 1.2 *GHz*, построенный на базе ядра *MIPS Warrior P5600* и производимый по технологической норме 28 *nm*. 📷

#### Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. Серверы, компьютеры, планшетики, смартфоны // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2015, №5, с. 63–76.
2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2013–2014 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Процессоры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2014, №6, с. 65–73.
3. Павлов С. 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; №7, с. 85–92.
4. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2011–2012 годах: обзор достижений и анализ рынка. Часть III // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2013, №1, с. 75–86.

#### Об авторе:

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