

# Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков

## Часть VI. Процессоры

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Внимание читателей предлагается шестая часть обзора, касающегося систем высокопроизводительных вычислений (ВПВ) или *High-Performance Computing (HPC)*, а также их применения. В этом году уже опубликованы первая [1], вторая [2], третья [3], четвертая [4] и пятая [5] части нашего восьмого по счету комплексного обзора, выходящего под привычной общей “шапкой”. Все предыдущие публикации по-прежнему легко и свободно доступны на нашем сайте [www.cad-cam-cae.ru](http://www.cad-cam-cae.ru).

Как и обычно, при отборе информации мы опираемся на сформулированный ранее подход: в потоке сообщений, исходящих от маркетинговых служб ведущих производителей процессоров, стараемся вычлнить те значимые события, которые действительно являются вехами в хронологии развития технологий, “спрессованной” в диаграммах [6, рис. 29, табл. 6] и [7, рис. 4].

Актуализированная информация, собранная за прошедший 2019-й и всё еще текущий 2020 годы, распределена по следующим разделам (отметим, что имеются определенные отличия от рубрикации предыдущего обзора [8]):

### 1 Некоторые индикаторы мировой экономики в условиях пандемии

- Государственный долг США
- Цена на золото
- Цены на нефть

### 2 Состояние мировой полупроводниковой промышленности

- Объем поставок полупроводниковых приборов в натуральном выражении
- Объем рынка полупроводников в долларах
  - Оценки компании *Gartner*
  - Оценки компании *IDC*

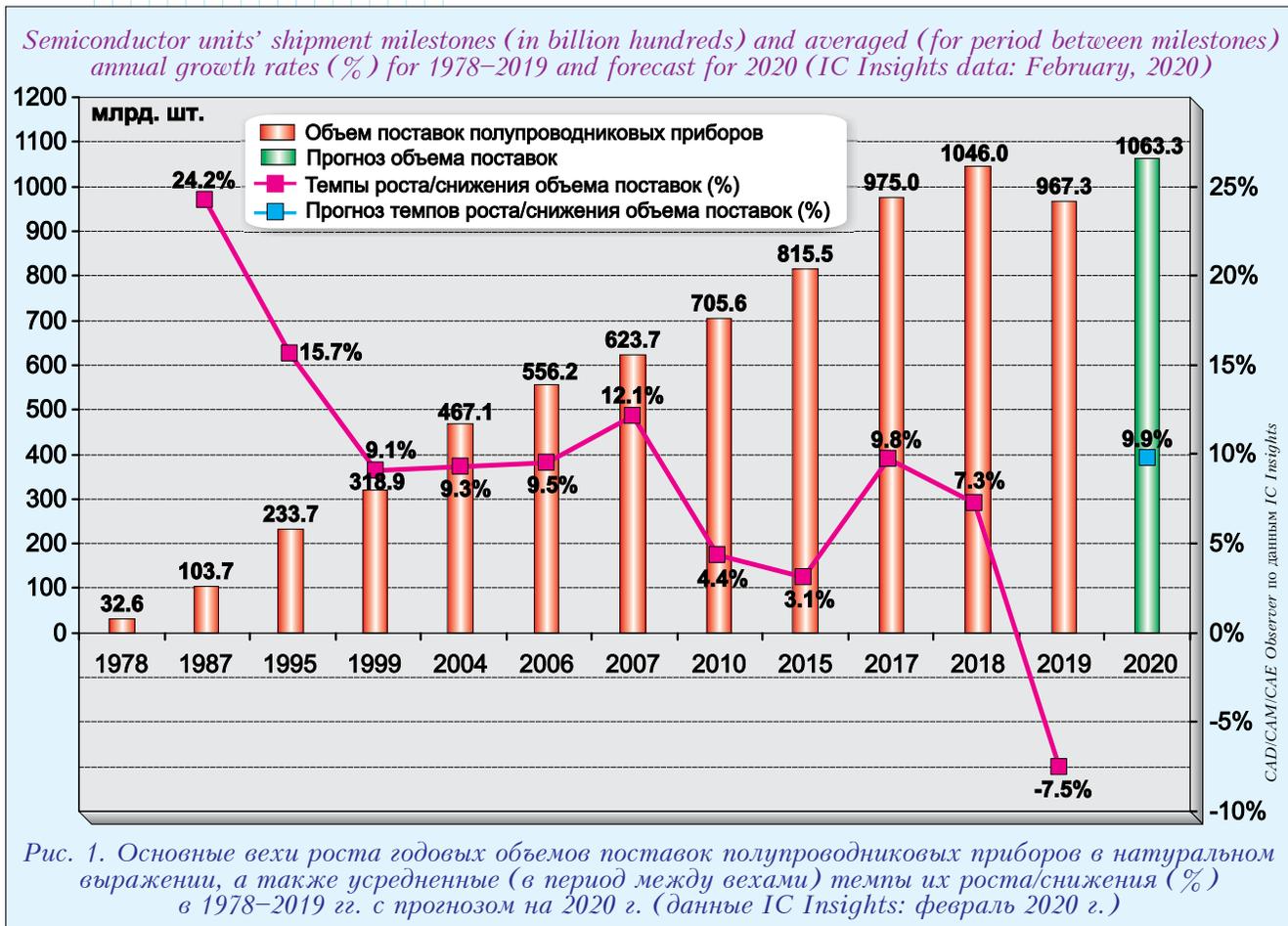


Рис. 1. Основные вехи роста годовых объемов поставок полупроводниковых приборов в натуральном выражении, а также усредненные (в период между вехами) темпы их роста/снижения (%) в 1978–2019 гг. с прогнозом на 2020 г. (данные IC Insights: февраль 2020 г.)

- Крупнейшие производители полупроводниковых приборов

**3 Контрактное производство микросхем**

- Объем контрактного производства микросхем
- Контрактные производители
- Региональное распределение объема контрактного производства

**4 Процессорный рынок**

- Объем рынка процессоров
- Ведущие поставщики процессоров

**5 Инвестиции в приобретение компаний**

- Компания *NVIDIA* объявила о приобретении *Arm*
- *SK hynix* покупает у *Intel* производство флэш-памяти

- *AMD* приобретает *Xilinx*

- Соглашение о слиянии *GlobalWafers* и *Siltronic*

**6 Капитальные затраты на развитие производства**

- Освоение передовых технологических норм
- Компания *TSMC* начала массовое производство 5-*nm* микросхем

- Компания *Samsung* представила 5-*nm* процессор

**8 Крупнейшие потребители полупроводниковых приборов**

При подготовке обзора мы опираемся на препарированные и дополненные нами данные, регулярно публикуемые следующими компаниями, которые занимаются систематическими исследованиями рынка полупроводниковых изделий:

- **Gartner** ([www.gartner.com](http://www.gartner.com)) со штаб-квартирой в гор. Стамфорд (шт. Коннектикут, США);

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

- **International Data Corporation** или **IDC** ([www.idc.com](http://www.idc.com)) со штаб-квартирой в гор. Фремингем (шт. Массачусетс, США).

**1. Некоторые индикаторы мировой экономики в условиях пандемии**

Для затравки зафиксируем некоторые важные индикаторы мировой экономики. Предыдущие данные рассматривались в предыдущих частях нашего обзора [1–5].

✓ **Государственный долг США**

По состоянию на ноябрь 2020 года государственный долг США вырос до 27.446 трлн. долларов.

Напомним, что в октябре 2020 года этот показатель составлял 27.135 трлн. долларов, в сентябре 2020 года – 26.945 трлн. долларов, в августе 2020 года – 26.729 трлн. долларов, в июне 2020 года – 26.477 трлн. долларов, а в мае 2020 года – 25.746 трлн. долларов ([tradingeconomics.com/usa/government-debt](http://tradingeconomics.com/usa/government-debt)).

✓ **Цена на золото**

Цена тройской унции золота (*XAU*) во время биржевых торгов 9 декабря 2020 года остановилась на отметке 1836.04 долларов США. Рекорд был установлен 6 августа 2020 года – 2067.15 долларов. Напомним, что 1 января 2020 года унция золота стоила на четверть дешевле максимума – 1527.1 доллар США.

**Табл. 1. Крупнейшие производители полупроводниковых приборов в 2018–2019 гг. по версии Gartner**

Компания	Страна	2018 г.			2019 г.			2019 г. в сравнении с 2018 г., %
		Доход, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	Доход, млрд. USD	Доля, (%)	Место в рейтинге	
<i>Intel</i>	США	66.290	13.9%	2	67.754	16.2%	1	+2.2%
<i>Samsung Electronics</i>	Корея	73.708	15.5%	1	52.191	12.5%	2	-29.2%
<i>SK hynix</i>	Корея	36.240	7.6%	3	22.297	5.3%	3	-38.5%
<i>Micron Technology</i>	США	29.742	6.2%	4	20.254	4.8%	4	-31.9%
<i>Broadcom*</i>	США	16.261	3.4%	5	15.322	3.7%	5	-5.8%
<i>Qualcomm*</i>	США	15.375	3.2%	6	13.613	3.2%	6	-11.5%
<i>Texas Instruments</i>	США	14.592	3.1%	7	13.364	3.2%	7	-8.4%
<i>ST Microelectronics</i>	Франция & Италия	9.579	2.0%	8	9.451	2.3%	8	-1.3%
<i>NXP Semiconductors</i>	Нидерланды	9.022	1.9%	10	8.758	2.1%	9	-2.9%
<i>Apple*</i>	США	7.646	1.6%	15	8.569	2.0%	10	+12.1%
<b>Топ-10</b>		<b>278.455</b>	<b>58.5%</b>		<b>231.573</b>	<b>55.2%</b>		<b>-16.8%</b>
<b>Прочие компании</b>		<b>197.696</b>	<b>41.5%</b>		<b>187.575</b>	<b>44.8%</b>		<b>-5.1%</b>
<b>Доход мировой полупроводниковой промышленности</b>		<b>476.151</b>	<b>100%</b>		<b>419.148</b>	<b>100%</b>		<b>-12.0%</b>

Примечание: 1. Таблица составлена на основании данных компании Gartner (апрель 2020 г.)  
 2. \* компания не располагает собственными производственными мощностями (fabless)

### ✓ Цены на нефть

Цена бочки нефти марки *Brent* на 09.12.2020 г. составляла 49.01 USD, марки *Urals* – 48.89 USD, марки *WTI* – 45.77 USD (<https://oilprice.com/ru/Нефтяные-котировки>).

Восстановим в памяти ситуацию полторамесячной давности: на 23.10.2020 г. цена нефти марки *Brent* составляла 41.77 USD/bbl; марки *WTI* – 39.85 USD/bbl; марки *Urals* – 39.6 USD/bbl.

## 2. Состояние мировой полупроводниковой промышленности

Первым делом, по традиции, рассмотрим состояние дел в мировой полупроводниковой промышленности.

### 2.1. Объем поставок полупроводниковых приборов в натуральном выражении

Данные, опубликованные аналитической компанией *IC Insight* в январе 2019 года [8, рис. 1] и уточненные в феврале 2020 года (рис. 1), показывают важные вехи на пути роста объемов годовых поставок полупроводниковых приборов. Отсчет ведется с 1978 года, когда этот показатель составлял всего 32.6 млрд. штук. В 2018 году мировая

полупроводниковая промышленность достигла важного рубежа: ежегодные поставки (в натуральном выражении) всех видов полупроводниковых приборов превысили 1 триллион – 1.046 трлн. штук, что на +7.3% больше, чем в 2017 году.

В 2019 году объем поставок по сравнению с 2018 годом уменьшился на -7.5% и оказался меньше триллиона: 0.9673 трлн. штук.

Согласно прогнозу (рис. 1) аналитиков *IC Insight*, в 2020 году мировые поставки вырастут на +9.9% и во второй раз в истории превысят триллион: 1.0633 триллиона штук.

Однако следует отметить, что прогноз был опубликован 27 февраля 2020 года, еще до введения ограничений из-за пандемии *COVID-19*, и, по всей видимости, результаты 2020 года будут отличаться от прогноза.

### 2.2. Объем рынка полупроводников в долларах

#### ✓ Оценки компании *Gartner*

По оценкам аналитической компании *Gartner* (апрельский пресс-релиз текущего года), объем продаж на рынке полупроводниковых приборов в 2019 году составил 419.1 млрд. долларов (рис. 2,

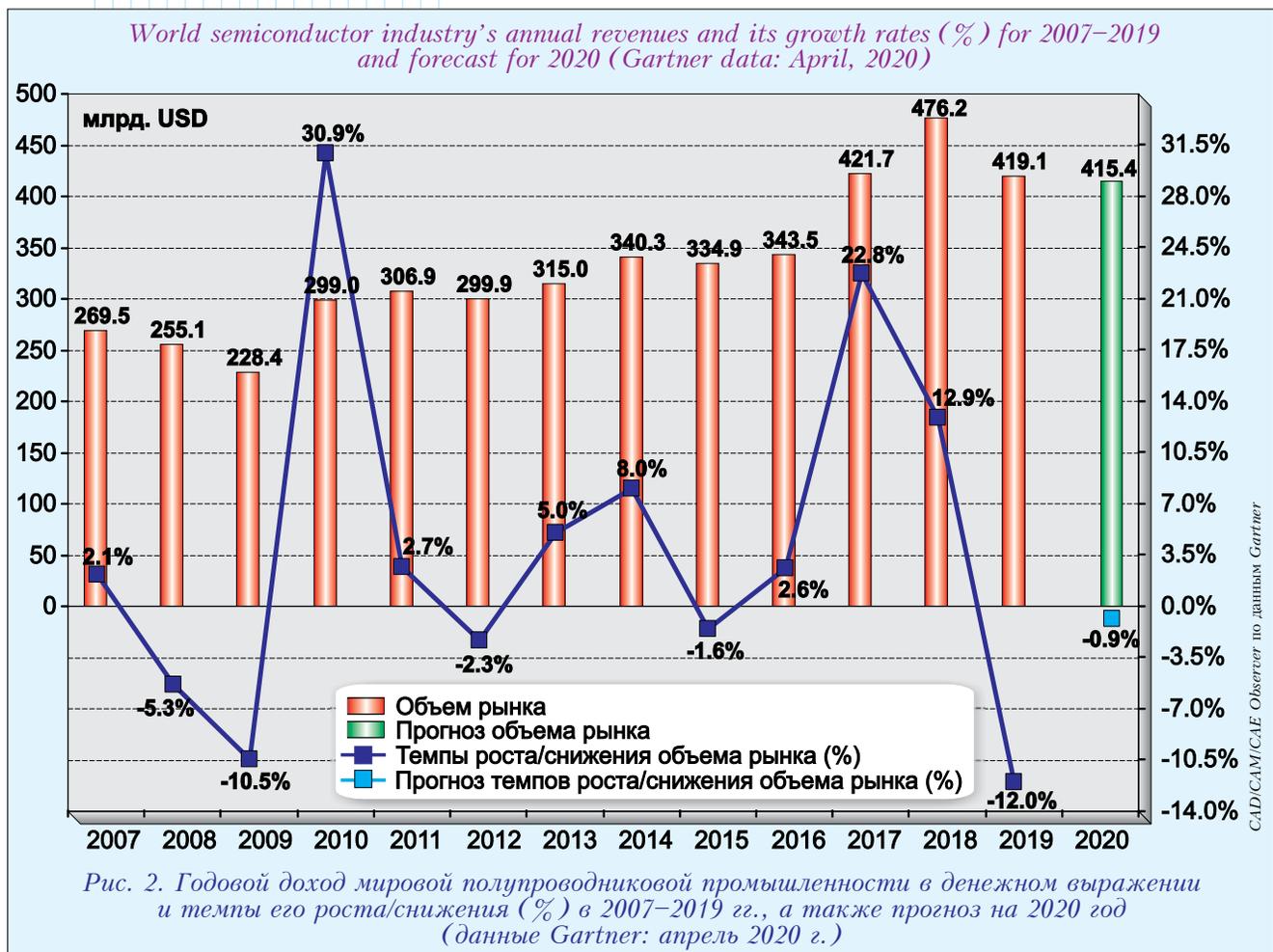


Табл. 2. Крупнейшие производители полупроводниковых приборов в 2018–2019 гг. и прогноз на 2020 г. по версии IC Insights

Компания	Страна	2018 г.			2019 г.			2020 г.*			2019 г. в сравнении с 2018 г., %	2020 г. в сравнении с 2019 г., %
		Доход, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	Доход, млрд. USD	Доля, (%)	Место в рейтинге	Доход, млрд. USD	Доля, (%)	Место в рейтинге		
Intel	США	69.880	18.9%	2	70.797	22.5%	1	73.894	20.8%	1	+1.3%	+4.4%
Samsung Electronics	Корея	78.541	21.3%	1	55.709	17.7%	2	60.482	17.0%	2	-29.1%	+8.6%
TSMC**	Тайвань	34.208	9.3%	4	34.668	11.0%	3	45.420	12.8%	3	+1.3%	+31.0%
SK hynix	Корея	36.767	10.0%	3	23.185	7.4%	4	26.470	7.4%	4	-36.9%	+14.2%
Micron Technology	США	30.930	8.4%	5	22.405	7.1%	5	21.659	6.1%	5	-27.6%	-3.3%
Qualcomm***	США	16.385	4.4%	7	14.391	4.6%	7	19.374	5.5%	6	-12.2%	+34.6%
Broadcom***	США	18.189	4.9%	6	17.243	5.5%	6	17.066	4.8%	7	-5.2%	-1.0%
NVIDIA***	США	11.951	3.2%	10	10.618	3.4%	10	15.884	4.5%	8	-11.2%	+49.6%
Texas Instruments (TI)	США	14.854	4.0%	8	13.651	4.3%	8	13.088	3.7%	9	-8.1%	-4.1%
Infineon Technologies	Германия	9.210	2.5%	13	11.138	3.5%	9	11.069	3.1%	10	20.9%	-0.6%
MediaTek***	Тайвань	7.891	2.1%	14	7.972	2.5%	16	10.781	3.0%	11	+1.0%	+35.2%
Kioxia (Toshiba Memory)	Япония	13.801	3.7%	9	8.760	2.8%	14	10.720	3.0%	12	-36.5%	+22.4%
Apple***	США				8.015	2.5%	15	10.040	2.8%	13		+25.3%
STMicroelectronics	Франция & Италия	9.619	2.6%	11	9.533	3.0%	11	9.952	2.8%	14	-0.9%	+4.4%
AMD***	США				6.731	2.1%	18	9.519	2.7%	15		+41.4%
NXP Semiconductors	Нидерланды	9.407	2.5%	12								
Sony	Япония	7.715	2.1%	15								
<b>Топ-10</b>		<b>300.917</b>	<b>81.5%</b>		<b>248.670</b>	<b>79.0%</b>		<b>269.767</b>	<b>75.9%</b>		<b>-17.4%</b>	<b>+8.5%</b>
<b>Топ-15</b>		<b>369.348</b>	<b>100.0%</b>		<b>314.816</b>	<b>100.0%</b>		<b>355.418</b>	<b>100.0%</b>		<b>-14.8%</b>	<b>+12.9%</b>

Примечания: 1. Таблица составлена с использованием данных и прогноза\* (ноябрь 2018 г., март и ноябрь 2019 г., ноябрь 2020 г.) компании IC Insights.  
 2. \*\* компания является контрактным производителем микросхем (foundry)  
 3. \*\*\* компания не располагает собственными производственными мощностями (fabless)

табл. 1), что означает падение на -12% в сравнении с 2018 годом (476.2 млрд. долларов). Более того, этот показатель оказался даже меньше, чем в 2017 году (421.7 млрд. долларов).

Таким образом, оправдался прошлогодний прогноз компании *Gartner* о снижении мирового выпуска полупроводниковых приборов в денежном выражении в 2019 году, основной причиной которого является перепроизводство (*over-supply*) микросхем памяти, которое привело к уменьшению общего объема продаж на рынке микросхем памяти в 2019 году на -32.7%.

По оценкам аналитической компании *Gartner*, в 2019 году мировой объем выпуска полупроводниковых приборов в стоимостном выражении уменьшился до 419.1 млрд. долларов. В сравнении с 476.2 млрд. долларов в 2018 году, падение составило -12%.

Напомним, что годом раньше, в 2018-м, объем продаж на рынке полупроводниковых приборов увеличился на +12.9% в сравнении с 2017 годом (421.7 млрд. долларов). Двумя годами раньше темпы роста были почти в два раза выше и составляли

+22.8% в сравнении с 2016 годом (343.5 млрд. долларов). При этом тремя годами раньше, в 2016-м, темпы роста были на порядок меньше и составляли всего +2.6% в сравнении с 2015 годом (334.9 млрд. долларов), когда, в свою очередь, объем рынка уменьшился: -1.6% в сравнении с показателями 2014 года (340.3 млрд.). До этого тенденция была другой. Так, в 2014 году увеличение объема составило +8% по сравнению с показателями 2013 года (315 млрд.); в 2013 году рынок вырос на +5% по сравнению с 2012 годом (299.9 млрд.). Уменьшение объема продаж, подобное случившемуся в 2015 году, имело место в теперь уже далеком 2012-м: тогда оно составило -2.3% в сравнении с состоянием на 2011 год (306.9 млрд. долларов).

По прогнозу компании *Gartner*, в 2020 году ожидается дальнейшее снижение мирового объема выпуска полупроводниковых приборов в денежном выражении, хотя и на небольшую величину (-0.9%), – до 415.4 млрд. долларов.

*Gartner* прогнозирует, что в 2020 году мировой объем выпуска полупроводниковых приборов в стоимостном выражении уменьшится на -0.9% и составит 415.4 млрд. долларов.

Annual sales of pure-play foundries and their growth rates (%) for 2014–2019 and forecast for 2020–2024 (IC Insights data: September, 2020)

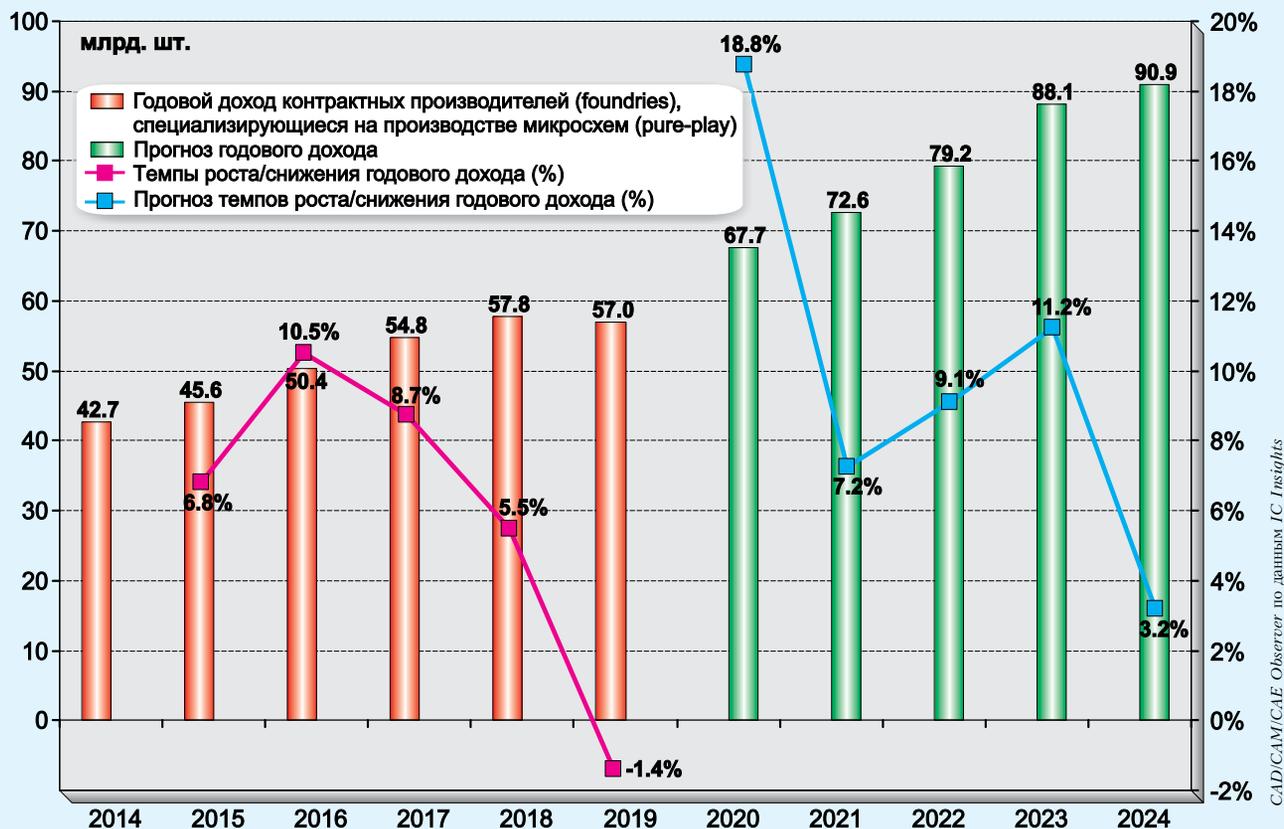


Рис. 3. Годовой доход контрактных производителей микросхем (*foundries*), специализирующиеся только на производстве (*pure-play*) и темпы роста/снижения (%) в 2014–2019 гг., а также прогноз на 2020–2024 гг. (данные IC Insights: сентябрь 2020 г.)

При этом сегмент микросхем памяти, составляющий 30% от объема рынка полупроводниковых изделий, вырастет в 2020 году на +12.9% – до 124.7 млрд. долларов, тогда как 70%-й сегмент остальных полупроводниковых приборов уменьшится в 2020 году на -6.1% – до 290.7 млрд. долларов.

### ✓ Оценки компании IDC

Со своими оценками и прогнозами выступила также и аналитическая компания *IDC* (см. майский пресс-релиз текущего года).

По версии *IDC*:

- Объем продаж полупроводниковых приборов в 2019 году сократился до 418 млрд. долларов, что на -12.2% меньше, чем в 2018 году, когда этот показатель составил 476 млрд. долларов, увеличившись на +13.7% в сравнении с 2017 годом (418.7 млрд. долларов).

Причиной сокращения объема рынка аналитики *IDC*, так же, как и их коллеги из *Gartner*, называют сокращение объема сегмента микросхем памяти.

- В 2020 году объем продаж полупроводниковых приборов уменьшится до 400 млрд. долларов, что составляет -4.2% в сравнении с 2019 годом.

В качестве завершения этого раздела следует сказать, что различия в цифрах и прогнозах упомянутых двух компаний объясняются как степенью полноты данных (зависит от даты публикации пресс-релиза), так и различиями применяемых компаниями методик.

### 2.3. Крупнейшие производители полупроводниковых приборов

Как и в прошлогоднем обзоре, рейтинг производителей полупроводниковых приборов мы

публикуем сразу в двух версиях, схожих по структуре данных: это Топ-10 от аналитической компании *Gartner* (табл. 1) и Топ-15 от аналитической компании *IC Insights* (табл. 2). При этом последний включает ведущего контрактного производителя – тайваньскую компанию *TSMC*.

Если сравнивать оба рейтинга (“пропуская” компанию *TSMC*), то можно увидеть, что интегральные оценки для 2019 года у обеих групп аналитиков очень близки: производители из первой десятки выпустили полупроводниковой продукции либо на 231.6 млрд. долларов (55.2% всего объема рынка), либо на 248.7 млрд. долларов (нет данных) соответственно. К сожалению, в отличие от прошлогоднего обзора, в данных *IC Insights* отсутствует объем мирового рынка полупроводниковой промышленности, поэтому доля компаний (табл. 2) рассчитана от суммарной выручки компаний, входящих в Топ-15.

Оценки доходов для каждой компании из первой шестерки в этих двух версиях несколько разнятся, однако порядок, в котором располагаются компании в рейтинге, совершенно одинаков:

- 1 американская компания *Intel*;
- 2 южно-корейская компания *Samsung Electronics*;
- 3 южно-корейская компания *SK hynix*;
- 4 американская компания *Micron Technology*;
- 5 американская компания *Broadcom*;
- 6 американская компания *Qualcomm*.

Несмотря на существенное снижение выручки от продажи микросхем памяти, компаниям *SK hynix* и *Micron Technology* удалось сохранить свои позиции, а компании *Samsung Electronics* после двух лет лидерства пришлось вернуть первое место компании *Intel*.

**Табл. 3. Крупнейшие работающие в Китае контрактные производители микросхем (*foundries*), специализирующиеся только на производстве (*pure-play*), в 2018–2019 гг. и прогноз на 2020 г. по версии *IC Insights***

Компания	Страна	2018 г.		2019 г.		2020* г.		2019 г. в сравнении с 2018 г., %	2020 г. в сравнении с 2019 г., %
		Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %	Доход, млрд. USD	Доля, %		
<i>Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)</i>	Тайвань	5.910	55.1%	6.935	58.7%	9.045	60.9%	+17.3%	+30.4%
<i>Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC)</i>	Китай	1.987	18.5%	1.851	15.7%	2.451	16.5%	-6.8%	+32.4%
<i>Huahong Group</i>	Китай	0.905	8.4%	0.960	8.1%	1.120	7.5%	+6.1%	+16.7%
<i>United Microelectronics Corporation (UMC)</i>	Тайвань	0.740	6.9%	0.880	7.4%	1.030	6.9%	+18.9%	+17.0%
<i>GlobalFoundries</i>	США	0.525	4.9%	0.490	4.1%	0.460	3.1%	-6.7%	-6.1%
<i>Wuhan Xinxin Semiconductor Manufacturing Company (XMC)</i>	Китай	0.165	1.5%	0.185	1.6%	0.210	1.4%	+12.1%	+13.5%
<b>Топ-6</b>		<b>10.232</b>	<b>95.4%</b>	<b>11.301</b>	<b>95.6%</b>	<b>14.316</b>	<b>96.3%</b>	<b>+10.4%</b>	<b>+26.7%</b>
<b>Прочие компании</b>		<b>0.495</b>	<b>4.6%</b>	<b>0.520</b>	<b>4.4%</b>	<b>0.548</b>	<b>3.7%</b>	<b>+5.1%</b>	<b>+5.4%</b>
<b>Всего</b>		<b>10.727</b>	<b>100.0%</b>	<b>11.821</b>	<b>100.0%</b>	<b>14.864</b>	<b>100.0%</b>	<b>+10.2%</b>	<b>+25.7%</b>

*Примечание: таблица составлена с использованием данных и прогноза\* компании IC Insights (октябрь 2020 г.)*

Согласно данным аналитической компании *Gartner*, по результатам 2019 года лидерство среди производителей полупроводниковой продукции вернула компания *Intel*. Годовой объем реализации полупроводниковых приборов *Intel* составил 67.754 млрд. долларов (на +2.2% больше, чем в 2018 году), а рыночная доля достигла 16.2%.

Начиная с седьмого места (без *TSMC*) и дальше, распределение мест в Топ-15 от *IC Insights* существенно отличается от таблицы о рангах Топ-10, подготовленной аналитиками *Gartner*. Стоит отметить, что в 2019 году, по версии *Gartner*, компания *Apple* вошла в десятку, тогда как по версии *IC Insights*, купертинская компания является только 15-й. И наоборот, компания *NVIDIA* (9-е место, если без *TSMC*) закрепились в десятке по версии *IC Insights*, тогда как по версии *Gartner* она там отсутствует.

В соответствии с прогнозом аналитиков *IC Insights* (табл. 2), в 2020 году состав лидирующего секстета останется таким же, и возглавлять его будет компания *Intel*.

В соответствии с прогнозом *IC Insights*, в 2020 году лидером среди производителей полупроводниковой продукции останется компания *Intel*. Годовой объем реализации её полупроводниковых приборов составит 73.894 млрд. долларов, что на +4.4% больше, чем в 2019 году

По мнению *IC Insights*, в 2020 году компания *AMD* войдет в Топ-15.

### 3. Контрактное производство микросхем

В настоящем разделе рассматриваются финансовые показатели в сфере контрактного производства полупроводниковой продукции. Напомним, что, по определению, контрактные производители (*foundries*) специализируются сугубо на производстве микросхем (*pure-play*), и, кроме того, не занимались самостоятельной разработкой микросхем в течение последних пяти лет.

#### 3.1. Объем контрактного производства микросхем

На рис. 3 приводятся данные аналитической компании *IC Insights* по суммарному годовому доходу контрактных производителей в 2014–2019 гг.

В 2019 году объем мирового контрактного производства микросхем составил 57 млрд. долларов. В сравнении с 2018 годом (57.8 млрд. долларов) объем уменьшился на -1.4%.

Согласно прогнозу на 2020–2024 гг., ожидается рост контрактного производства микросхем с 67.7 млрд. долларов в 2020 году до 90.9 млрд. долларов в 2024-м.

Таким образом, в рассмотренный на рис. 3 период максимальные прогнозируемые темпы роста контрактного сегмента мировой полупроводниковой промышленности будут достигнуты в 2020 году и составят +18.8%.

#### 3.2. Контрактные производители

В обзоре двухгодичной давности был представлен октет (Топ-8) ведущих контрактных производителей полупроводниковой продукции [9, табл. 4]; таблица была составлена по данным аналитической компании *IC Insights*. К сожалению, в этом году данных для апдейта всей таблицы у нас тоже нет.

Как следует из табл. 2, по результатам 2019 года выручка тайваньской компании *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC)* составила 34.668 млрд. долларов при росте +1.3% в сравнении с 2018 годом (34.208 млрд. долларов). Это означает подъем на 3-е место в рейтинге всех производителей полупроводниковых изделий с 4-го места в 2018 году.

Среди контрактных производителей компания *TSMC* является лидером в течение всего периода наших наблюдений. Доля *TSMC* в общем объеме контрактного производства полупроводниковых приборов в 2019 году составила 60.8% (сравните данные табл. 2 и рис. 3). Ожидается, что в 2020 году эта доля

Forecast of regional distribution of annual sales of pure-play foundries for 2020 (IC Insights data: October, 2020)

Прогноз на 2020 год регионального распределения годового дохода (67.7 млрд. USD) контрактных производителей (foundries), специализирующихся на производстве микросхем (pure-play)

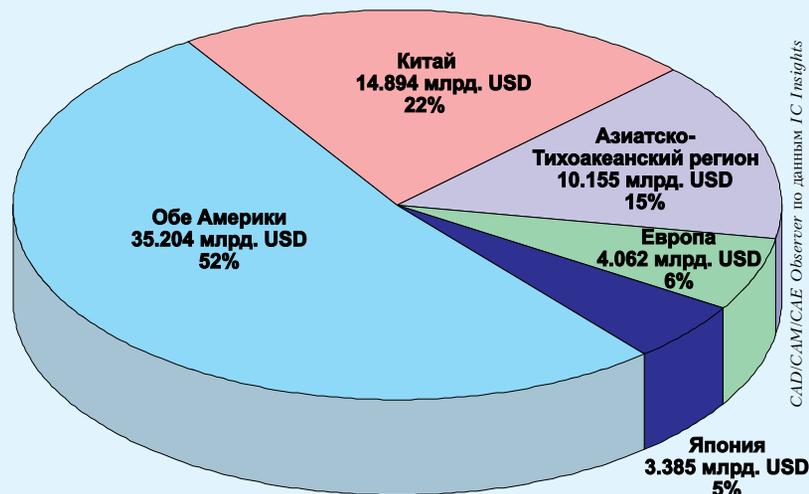


Рис. 4. Прогноз на 2020 г. регионального распределения годового дохода контрактных производителей микросхем (foundries), специализирующихся только на производстве (pure-play) (данные IC Insights: октябрь 2020 г.)

превысит две трети – 67.1%. Как мы видим, тайванцы идут с большим отрывом и наращивают этот отрыв.

### 3.3. Региональное распределение объема контрактного производства

На рис. 4 приводится прогноз аналитической компании IC Insights в отношении регионального распределения суммарного годового дохода контрактных производителей на 2020 г. Более половины (52%) всего объема контрактного производства приходится на микросхемы для американских заказчиков, почти четверть (22%) – на заказы от китайских потребителей.

Для сравнения приведем также данные IC Insights для 2010 года, соответствующие прогнозу на 2020 год (рис. 4):

- Обе Америки – 60%;
- Китай – 5%;
- Азиатско-Тихоокеанский регион – 22%;
- Европа – 10%;
- Япония – 3%.

Таким образом, у контрактных производителей микросхем наблюдается впечатляющий рост доли заказов китайских потребителей: в 4.5 раза за десять лет.

В табл. 3 приведены показатели крупнейших контрактных производителей, выполняющих заказы китайских потребителей микросхем. В 2019 году объем контрактов увеличился на +10.2% в сравнении с 2018 годом, а на 2020 год прогнозируется рост на четверть (+25.7%) – соответствующий пресс-релиз аналитической компании IC Insights был опубликован 13 октября 2020 года.

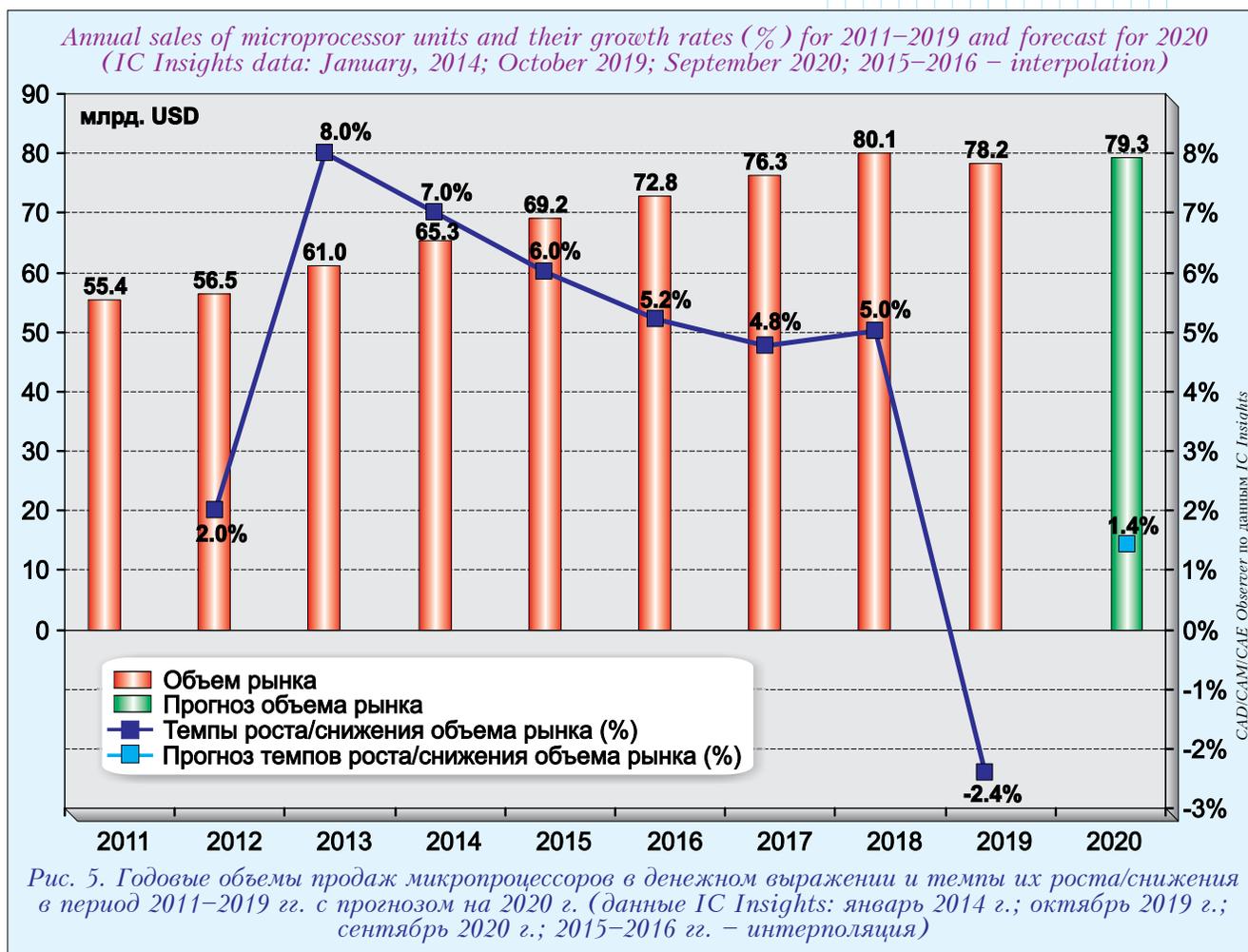
По всей видимости, прогноз на 2020 год является избыточно оптимистичным и его, скорее всего, придется корректировать.

Причиной тому являются жесткие ограничения (некоторые действуют уже с 15 сентября 2020 года), введенные США на применение передовых технологических норм в производстве микросхем, которые относятся:

- к заказам микросхем для китайской компании Huawei (в первую очередь, к заказам у тайваньской TSMC);
- к производству микросхем китайской компанией Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC).

### 4. Процессорный рынок

Теперь обратимся к состоянию дел на рынке процессоров, в рассмотрении которого будем опираться на данные аналитиков IC Insights (рис. 5).



Напомним читателям наши публикации пяти-шестилетней давности [10, 11], которые также базировались на данных *IC Insights* и содержали оценки годовых объемов процессорного рынка, прогнозы развития его структуры, рыночное положение лидеров и их перспективы с учетом острейшей конкуренции в различных сегментах рынка.

Наряду с оценками для 2017–2019 гг. и прогнозом на 2020 г. (как и в прошлогоднем обзоре [8, рис. 3]), в рис. 5 интегрирован период 2011–2014 годов [11, рис. 2], а недостающие столбики диаграммы из-за разрыва в данных в 2015–2016 годах восполнены методом интерполяции.

#### 4.1. Объем рынка процессоров

В 2019 году объем продаж процессоров уменьшился на -2.4% в сравнении с 2018 годом: с 80.1 до 78.2 млрд. долларов (рис. 5).

По оценкам аналитиков *IC Insights*, в 2019 году объем продаж процессоров составил 78.2 млрд. долларов, что на -2.4% ниже показателей 2018 года (80.1 млрд. долларов).

В 2020 году ожидается рост объема продаж процессоров на +1.4% – до 79.3 млрд. долларов.

По оценкам *IC Insights*, в 2020 году объем продаж процессоров увеличится на +1.4% в сравнении с 2019 годом – до 79.3 млрд. долларов.

#### 4.2. Ведущие поставщики процессоров

К сожалению, на момент подготовки обзора ни одна из аналитических компаний не опубликовала развернутые данные о ведущих производителей процессоров – как, впрочем, и год назад, когда мы готовили прошлогодний обзор. Из-за отсутствия заслуживающих доверия цифр мы ограничимся табл. 4, в которой представлен список ведущих производителей процессоров из рейтинга Топ-15 (табл. 2) от *IC Insights*. Этот список дополнен производителями процессоров для суперкомпьютеров (выделены полужирным шрифтом), а также мобильных устройств, вендоры которых входят в лидирующую пятерку соответствующего рыночного сегмента.

#### 5. Инвестиции в приобретение компаний

Остановимся теперь на недавних сделках по слиянию-поглощению компаний, которые свидетельствуют о консолидации рынка полупроводниковых устройств.

##### ✓ Компания *NVIDIA* объявила о приобретении *Arm*

13 сентября 2020 года американская компания *NVIDIA* объявила о приобретении компании *Arm* со штаб-квартирой в гор. Кембридж (Великобритания) у японской корпорации *SoftBank Group* за **40 млрд. долларов**. Об условиях сделки мы писали в IV части нашего обзора [4].

##### ✓ *SK hynix* покупает у *Intel* производство флэш-памяти

21 октября 2020 года южно-корейская компания *SK hynix* сообщила, что за **9 млрд. долларов**

Табл. 4. Ведущие поставщики микропроцессоров

Компания	Страна	Система команд и область применения процессоров
<b>Intel</b>	США	<b>x86 – ПК, серверы</b>
<i>Samsung Electronics</i>	Корея	<i>ARM – мобильные</i>
<i>Qualcomm*</i>	США	<i>ARM – мобильные</i>
<i>Broadcom*</i>	Сингапур	<i>ARM – мобильные</i>
<b>NVIDIA*</b>	США	<b>ARM – мобильные, GPU – графические ускорители</b>
<i>Texas Instruments</i>	США	<i>ARM – мобильные и для встроенных систем</i>
<i>MediaTek*</i>	Тайвань	<i>ARM – мобильные</i>
<i>Apple*</i>	США	<i>ARM – ПК, мобильные</i>
<b>AMD*</b>	США	<b>x86 – ПК, серверы</b>
<i>NXP Semiconductors</i>	Нидерланды	<i>ARM – мобильные и для встроенных систем</i>
<i>Huawei (HiSilicon Technologies)*</i>	Китай	<i>ARM – ПК, серверы, мобильные</i>
<i>Fujitsu*</i>	Япония	<b>ARM – серверы</b>
<b>IBM*</b>	США	<b>POWER – серверы</b>
<i>Malvell Technology*</i>	США	<b>ARM – серверы</b>

Примечания: 1. Таблица составлена с использованием данных компании *IC Insights* (ноябрь 2018 г., март и ноябрь 2019 г., ноябрь 2020 г.)  
 2. \* компания не располагает собственными производственными мощностями (*fabless*)  
 3. Жирным шрифтом выделены компании, которые поставляют процессоры для суперкомпьютеров (Топ500)

приобретает у американской компании *Intel* подразделение по производству NAND-памяти и завод в Китае по производству запоминающих устройств.

Отметим, что 6 октября 2020 года компания *SK hynix* официально представила первый в мире чип динамической памяти пятого поколения с произвольным доступом – *DDR5 DRAM*.

✓ **AMD приобретает Xilinx**

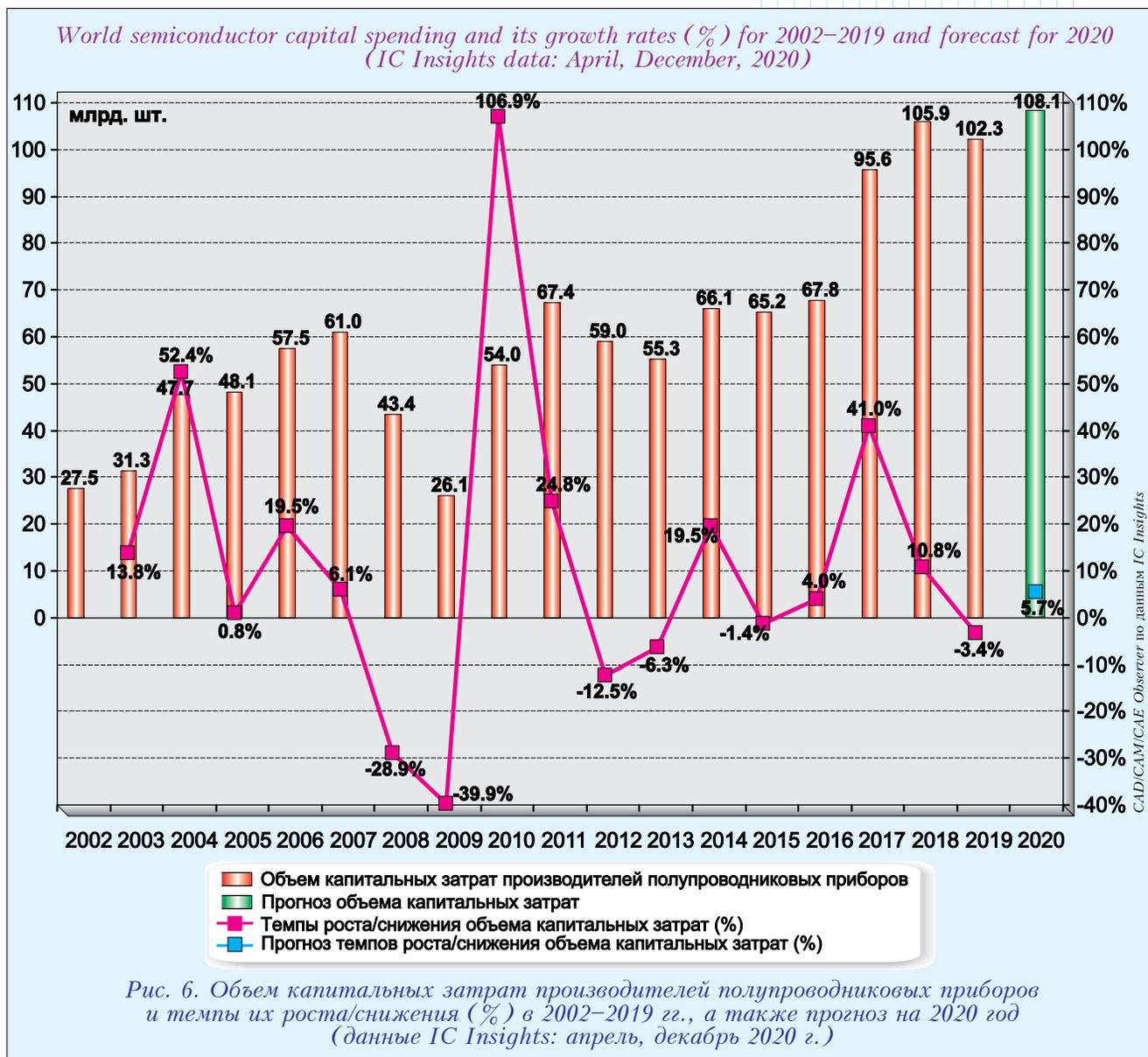
27 октября 2020 года американская компания *AMD* заключила соглашение о приобретении американской компании *Xilinx*, которая является разработчиком и производителем программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) (*Programmable Logic Device, PLD*) и программируемых пользователем вентильных матриц (ППВМ) (*Field-Programmable Gate Array, FPGA*). Сумма сделки составляет **35 млрд. долларов**.

✓ **Соглашение о слиянии GlobalWafers и Siltronic**

9 декабря 2020 подписано соглашение о слиянии (*Business Combination Agreement – BCA*) между тайваньской компанией *GlobalWafers* и немецкой компанией *Siltronic*. Объединенная компания станет вторым по величине в мире поставщиком кремниевых пластин. В рамках тендерного предложения (*Tender Offer*) акционерам компании *Siltronic* цена акций оценивается в **4.53 млрд. долларов**.

**6. Капитальные затраты на развитие производства**

На рис. 6 приведены данные аналитиков из *IC Insights* о суммарном объеме инвестиций производителей полупроводниковых приборов в 2002–2019 годах.



В 2019 году суммарная величина инвестиций всех производителей полупроводниковой продукции уменьшилась до 102.3 млрд. долларов или на -3.4% в сравнении с 2018 годом, когда суммарный объем инвестиций впервые превысил 100-миллиардную отметку и достиг 105.9 млрд. долларов.

По прогнозу *IC Insights*, опубликованному в пресс-релизе от 9 декабря 2020 года, капитальные затраты в 2020 году увеличатся на +5.7% и составят 108.1 млрд. долларов.

Следует отметить, что ранее опубликованный прогноз (16.04.2020 г.), в соответствии с которым капитальные затраты в 2020 году должны были снизиться на -3.2% и составить 99 млрд. долларов, не учитывал последствия санкций США, ограничивающих для китайских компаний доступ к передовым технологиям производства полупроводниковых приборов.

В качестве реакции на санкции США китайские компании увеличили инвестиции в развитие производства. Отметим, например, увеличение уставного капитала компании *SMIC* с 3.5 до 6.5 млрд. долларов, которое состоялось в мае 2020 года.

Растут также китайские инвестиции в оборудование, пока еще не подпадающие под санкции США. Так, например, на выставке *China International Import Expo*, прошедшей

5–10 ноября 2020 года, была представлена нидерландская компания *ASML*, крупнейший производитель фотолитографических систем для микроэлектронной промышленности, продукция которой поддерживает производство чипов по технологической норме 7 nm и 5 nm.

## 7. Освоение передовых технологических норм

Кратко остановимся на достижениях в освоении передовых технологий производства полупроводниковых приборов.

### 7.1. Компания *TSMC* начала массовое производство 5-nm микросхем

Во втором квартале 2020 года компания *TSMC* начала массовое производство микросхем на основе 5-nm производственного процесса, а уже в III квартале такая продукция принесла *TSMC* почти 8% выручки.

Поскольку выпуск продукции для купертинской компании всегда относился к приоритетному направлению бизнеса *TSMC*, можно утверждать, что первым массовым чипом, производимым с помощью этого передового технологического процесса, стал *Arm*-чип *Apple M1* (анонс нового процессора состоялся 10 ноября 2020 года), которым

Табл. 5. Крупнейшие потребители полупроводниковых приборов в 2018–2019 гг.

Компания	Страна	2018 г.			2019 г.			2019 г. в сравнении с 2018 г., %
		Объем потребления, млрд. USD	Доля, %	Место в рейтинге	Объем потребления, млрд. USD	Доля, (%)	Место в рейтинге	
<i>Apple</i>	США	41.390	8.7%	2	36.130	8.6%	1	-12.7%
<i>Samsung Electronics</i>	Корея	42.512	9.0%	1	33.405	8.0%	2	-21.4%
<i>Huawei</i>	Китай	21.181	4.5%	3	20.804	5.0%	3	-1.8%
<i>Dell Technologies</i>	США	19.131	4.0%	4	16.257	3.9%	4	-15.0%
<i>Lenovo Group</i>	Китай	17.670	3.7%	5	16.053	3.8%	5	-9.2%
<i>BBK Electronics</i>	Китай	13.871	2.9%	6	12.654	3.0%	6	-8.8%
<i>Hewlett-Packard Inc.</i>	США	11.460	2.4%	7	10.428	2.5%	7	-9.0%
<i>Xiaomi</i>	Китай	6.921	1.5%	10	7.016	1.7%	8	+1.4%
<i>Hewlett-Packard Enterprise</i>	США	7.281	1.5%	9	6.215	1.5%	9	-14.6%
<i>Hon Hai Precision Industry (Foxconn Technology Group)</i>	Тайвань	6.583	1.4%	11	6.116	1.5%	10	-7.1%
<b>Топ-10</b>		<b>188.000</b>	<b>39.6%</b>		<b>165.078</b>	<b>39.5%</b>		<b>-12.2%</b>
<b>Другие компании</b>		<b>286.631</b>	<b>60.4%</b>		<b>253.224</b>	<b>60.5%</b>		<b>-11.7%</b>
<b>Доход мировой полупроводниковой промышленности</b>		<b>474.631</b>	<b>100.0%</b>		<b>418.302</b>	<b>100.0%</b>		<b>-11.9%</b>

Примечание: таблица составлена с использованием данных компании *Gartner* (февраль 2019 г.)

теперь будут оснащаться эппловские компьютеры *MacBook Air* вместо процессоров *Intel*.

Основные характеристики процессора *Apple M1*:

- количество ядер центрального процессора (*CPU*) – 8;
- количество ядер графического процессора (*GPU*) – до 8;
- 16-ядерный ускоритель вычислений с использованием алгоритмов искусственного интеллекта (*Neural Engine*), обеспечивающий выполнение 11 трлн. операций в секунду;
- число транзисторов – 16 млрд. штук.

## 7.2. Компания *Samsung* представила 5-*nm* процессор

12 ноября 2020 года компания *Samsung* официально представила 8-ядерный *Arm*-процессор нового поколения *Exynos 1080* с поддержкой мобильной связи пятого поколения (*5G*), произведенный на собственной базе в соответствии с технологической нормой *5 nm*.

## 8. Крупнейшие потребители полупроводниковых приборов

В табл. 5 сведены десять крупнейших потребителей полупроводниковых приборов.

Лидером регулярно обновляемого компанией *Gartner* рейтинга Топ-10 в 2019 году стала компания *Apple*. Ранее *Apple* удалось возглавить рейтинг только один раз – в 2011 году.

Южно-корейский гигант *Samsung Electronics* в 2019 году (как и в 2011-м) был оттеснен на вторые роли. Ранее, в 2010 году и 2012–2018 гг. (десятилетний период наших наблюдений охватывает промежуток времени с 2010 по 2019 год), *Samsung* неизменно был лидером.

В 2019 году компании из Топ-10 в сумме потребили 39.5% объема продукции полупроводниковой промышленности в стоимостном выражении. В 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 и 2018 годах этот показатель был следующим – 36.4%, 36.3%, 36.8%, 38%, 38.8% и 39.6% соответственно.

Девять компаний из Топ-10 в таблице выделены жирным шрифтом. Четыре компании (*Huawei*, *Dell Technologies*, *Lenovo Group*, *Hewlett-Packard Enterprise*) упоминаются в резюме ко второй и четвертой частям нашего обзора [2,4] как наши поднадзорные компании на рынках *HPC* и облачных технологий. Еще пять компаний (*Apple*, *Samsung*, *Hewlett-Packard Inc.*, *BK Electronics*, *Xiaomi*) являются ведущими поставщиками компьютеров, планшетов и смартфонов [12] (обзор рынка “умных” интернет-устройств, скорее всего, будет отложен до нашего следующего комплексного обзора). По суммарным результатам деятельности этих девяти компаний можно достаточно уверенно судить о тенденциях развития рассматриваемых нами рыночных сегментов устройств различной вычислительной мощности. 🍌

## Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. Мировая экономика в период пандемии коронавируса // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №3, с. 71–79.
2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Серверы, облачная ИТ-инфраструктура // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №4, с. 68–79.
3. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть III. Суперкомпьютеры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №5, с. 6–21.
4. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. *HPC*-серверы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №6, с. 66–76.
5. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V. Сфера *PLM*, включая *CAE* и *EDA* // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №7, с. 4–19.
6. 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.
7. 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.
8. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2018–2019 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть VI. Процессоры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2019, №8, с. 68–78.
9. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2017–2018 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть VI. Процессоры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2018, №8, с. 77–87.
10. 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.
11. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2014–2015 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Процессоры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2015, №6, с. 56–63.
12. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2018–2019 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V. Компьютеры, планшеты, смартфоны // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2019, №7, с. 68–78.

### Об авторе:

**Павлов Сергей Иванович** – *Dr. Phys.*, ведущий научный сотрудник Института численного моделирования 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)).