

# КНР: НОВЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

## ЧАСТЬ 2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БАЗА И ЗАРУБЕЖНАЯ АКТИВНОСТЬ

М.Макушин<sup>1</sup>

УДК 621.38  
ВАК 05.27.06

В первой части статьи рассматривались попытки создания в КНР национальной полупроводниковой промышленности, причины формирования "Новой политики" в области микроэлектроники, основные документы для ее реализации и некоторые результаты проектов на примере *fabless*-индустрии. Во второй части речь пойдет о развитии производственной базы КНР (кремниевых заводов), зарубежной активности китайских инвестиционных фондов и фирм, а также об оценке западными специалистами возможности реализации амбициозных китайских планов.

### ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БАЗА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Согласно официальным данным, средства национального фонда развития микроэлектроники КНР расходуются следующим образом: 60% на совершенствование производственной базы, 30% – на поддержку *fabless*-фирм и 10% – на приобретение оборудования и материалов.

Западные критики китайских программ развития спрашивают, зачем КНР продолжает реализацию программы создания собственных кремниевых заводов<sup>\*</sup>, когда они по технологическому уровню отстают от зарубежных конкурентов? Самое передовое в КНР кремниевое предприятие SMIC на два технологических поколения отстает от крупнейшего в мире кремниевого завода TSMC (Тайвань). В ответ китайцы объясняют,

что расширение мощностей отечественных кремниевых заводов – основа развития местной промышленности. В 2016 году рост производства ИС в КНР по сравнению с предшествующим годом составил 25,1%. Причина – не увеличение спроса на мировом рынке, а целенаправленная политика руководства страны, в том числе из-за опасений возможного прекращения зарубежных поставок этих приборов. В случае реализации планов в ближайшем будущем в Китае появится 26 новых заводов (линий) по обработке пластин диаметром 300 мм. И тогда общая мощность китайских предприятий по обработке пластин достигнет 1,11 млн шт. в месяц. При этом на кремниевые заводы, расположенные в КНР, придется 400 тыс. пластин в месяц (производство собственно китайских кремниевых заводов составит 384 тыс. пластин ежемесячно), еще 650 тыс. пластин каждый месяц будет использоваться для выпуска схем памяти. Объем внутреннего потребления составит 320 тыс. пластин в месяц.

Пока в рейтинге крупнейших производителей ИС в КНР лидирует филиал южнокорейской фирмы Samsung (табл.3) [11].

На последнем Симпозиуме по промышленной политике (ISS-2017, 7–9 января 2017 года), организованном SEMI<sup>\*\*</sup>, говорилось, что "КНР, похоже, перейдет со вто-

<sup>1</sup> АО "ЦНИИ "Электроника", mmackushin@gmail.com.

<sup>\*</sup> *foundry* – кремниевый завод, производство ИС по спецификациям заказчика с предоставлением широкого спектра услуг по использованию инструментальных средств фирм-союзников из числа поставщиков САПР для проектирования собственных ИС с применением базы библиотек стандартных элементов различных *fabless*- и IDM-фирм (по контрактам *foundry* с последними), платформ и сложнофункциональных блоков (на тех же условиях). Кремниевые заводы могут разрабатывать новейшие технологические процессы, но собственные конструкции ИС, как правило, не разрабатывают.

<sup>\*\*</sup> SEMI (Semiconductor Equipment and Material International) – Международная организация поставщиков оборудования и материалов для производства полупроводниковых приборов.

Таблица 3. Рейтинг десяти ведущих производителей ИС в КНР в 2016 году. Источник: CSIA, 2017

Место	Фирма	Доход, млрд юаней
1	Samsung*	23,75
2	SMIC	20,22
3	SK Hynix*	12,27
4	China Source	5,67
5	Shanghai Huahong Hongli	5,02
6	Intel*	4,58
7	TSMC*	3,96
8	Shanghai Huali	3,03
9	Xian Institute of Microelectronics	2,50
10	Hejian Technology	1,75
Итого		82,75

\* Филиалы зарубежных фирм в КНР.

рого на первый уровень ведущих игроков рынка полупроводниковых приборов, а по уровню капиталовложений обгонит Тайвань и Южную Корею".

Движущий фактор роста капиталовложений изменится. До 2017 года по объему инвестиций в оборудование заводов по обработке пластин лидировали зарубежные транснациональные корпорации, такие как Samsung, SK Hynix и Intel. Эти и другие зарубежные фирмы (TSMC, UMC, GlobalFoundries и т.д.) будут продолжать осуществлять капиталовложения в производственную базу микроэлектроники на территории КНР. **Однако китайские производители быстро наращивают свои расходы, что становится движущим фактором роста инвестиций в производственное оборудование. Ожидается, что фирмы со штаб-квартирами в КНР будут доминировать по этому показателю в 2019–2020 годах (рис.3).**

В сегменте изготовителей схем памяти, где представлены и известные южнокорейские фирмы, строить заводы собираются такие китайские компании, как Fujian Jin Hua, GigaDevice, Tsinghua Unigroup и YMTC (ХМС) (табл.4). Все эти производства ориентированы на изготовление схем ДОЗУ и флеш-памяти NAND-типа с последующей реализацией на территории КНР. Правда, эти игроки сталкиваются с рядом трудностей, таких как уровень технологической готовности и доступность квалифицированных кадров. В этих условиях оптимальный вариант – выбор схем 3D NAND, так как технология



Рис.3. Инвестиции в заводы по обработке пластин на территории КНР. Источник: Semi World Fab Forecast, 2016

обладает большим потенциалом и находится на ранней стадии развития. Соответственно, такой выбор будет оправдывать крупные инвестиции в строительство новых линий. С другой стороны, производители ДОЗУ могут столкнуться с ужесточением конкуренции, так как рост рынка этих схем замедляется, их дальнейшее масштабирование становится все более сложным, а в регионе уже достаточно поставщиков.

В секторе кремниевых заводов КНР занимает устойчивые позиции. Крупнейшие в стране производители этого типа SMIC и Hua Hong завоевали признание на мировом рынке услуг кремниевых заводов. Планы компаний по расширению производственных мощностей охватывают как зрелые, так и новейшие технологические процессы. Например, **SMIC строит в Шанхае современный завод по обработке 300-мм пластин по 14-нм технологии** и одновременно создает 300-мм производство для расширения мощностей по производству ИС с использованием 65-/90-нм топологий. Группа Hua Hong приступила к реализации проекта создания 28-нм производства в Шанхае (Hua Li

**Таблица 4.** Крупнейшие проекты создания заводов/производственных линий (сооруженных или запланированных) в КНР в 2016–2020 годах. *Источник: Semi World Fab Forecast, 2016*

Фирма	Место расположения	Продукция	Начало строительства	Начало производства
Alpha & Omega (США)	г. Чунцин, центральное подчинение	Мощные дискретные полупроводниковые приборы	Предстоит определить	Предстоит определить
Fujian Jin Hua (КНР)	Фуцзянь (провинция КНР)	ДОЗУ	2016	2018
GigaDevice (КНР)	г. Хэфэй (провинция Аньхой)	ДОЗУ/флеш-память	Предстоит определить	Предстоит определить
GlobalFoundries* (США)	г. Чэнду (провинция Сычуань)	Кремниевый завод	2017	2018/2019
Hua Li Micro (КНР)	г. Шанхай	Кремниевый завод	2016	2018
Powerchip (Тайвань)	г. Хэфэй (провинция Аньхой)	Кремниевый завод	2015	2017
Samsung (Южная Корея)	г. Сиань (провинция Шэньси)	3D флеш-память NAND-типа	Предстоит определить	Предстоит определить
SMIC (КНР)	г. Пекин, г. Шанхай, г. Шеньчжень	Кремниевый завод	2016 2016 2016	2018 2018 2018
Tacoma Semiconductor (КНР)	г. Нанкин, (провинция Цзянсу)	КМОП-формирователи сигналов изображения	Предстоит определить	Предстоит определить
Tsinghua Unigroup (КНР)	г. Чэнду (провинция Сычуань); г. Нанкин, (провинция Цзянсу)	Кремниевый завод, ДОЗУ	Предстоит определить	Предстоит определить
TSMC (Тайвань)	г. Нанкин, (провинция Цзянсу)	Кремниевый завод	2016	2018
UMC (Тайвань)	г. Сямынь (провинция Фуцзянь)	Кремниевый завод	2015	2016
Yangtze River Memory/ХМС (КНР)	г. Ухань (провинция Хубэй)	3D флеш-память NAND-типа	2016	Предстоит определить

\* Штаб-квартира GlobalFoundries зарегистрирована в США, но корпорация является собственностью правительства эмирата Абу-Даби.

Micro, 300-мм пластины) и одновременно расширяет существующие мощности по обработке 200-мм пластин. Схожей тактики придерживаются и зарубежные фирмы. Так, если TSMC строит собственное 16-нм производство в Нанкине, то UMC и Powerchip предпочли сотрудничество с китайскими партнерами. Независимо от подходов китайские и зарубежные кремниевые заводы рассчитывают на большие возможности от быстрого роста рынка полупроводниковых приборов КНР и развивающегося сообщества китайских

fabless<sup>2</sup>-фирм. Несмотря на опасения по поводу возможного избыточного предложения в долгосрочной перспективе, динамика роста китайского рынка изделий микроэлектроники пока остается высокой.

\* FABricationLESS – тип организации полупроводникового бизнеса, когда фирма разрабатывает, проектирует и обеспечивает маркетинг ИС, которые изготавливаются на мощностях кремниевых заводов или свободных мощностях традиционных фирм (IDM).

Рассмотренные и другие проекты будут стимулировать увеличение расходов на оборудование по обработке пластин в КНР. При этом в ближайшие два-три года ежегодный уровень подобных затрат будет рекордно высоким. Страна становится крупнейшим рынком полупроводникового оборудования и, таким образом, предоставляет широкие рыночные возможности для фирм-поставщиков оборудования, материалов, услуг, критически важных систем и т.д.

КНР по-прежнему зависит от импорта ИС – с 2013 года его объем превышает 200 млрд долл. ежегодно. Большая часть микросхем возвращается на международный рынок в качестве составляющей части электронных приборов, произведенных в стране.

Капиталовложения в развитие производственной базы микроэлектроники в КНР начиная с 2014 года существенно увеличиваются: так, если в 2014 году они находились на уровне около 2 млрд долл., то в 2016 – превысили 10 млрд долл. [12].

### ЗАРУБЕЖНАЯ АКТИВНОСТЬ

Лучшим примером зарубежной активности китайских инвестиционных фондов является наращивание капиталовложений в американские стартапы для обеспечения доступа к перспективным технологиям, в частности, для авиакосмического и военного применения. К подобным стартапам относятся фирмы, изготавливающие/проектирующие ракетные двигатели для космических аппаратов; датчики для автономных кораблей ВМС; принтеры, изготавливающие гибкие экраны, которые можно использовать в кабинах пилотов истребителей. Многие китайские инвестиционные фонды находятся в собственности государственных компаний или имеют связь с китайскими лидерами. Кроме того, Китай прилагает усилия к получению незаконного доступа к американским технологиям, связанным с военными разработками. В этом плане китайские инвесторы охотно идут на рынок и проявляют желание быстро совершать сделки.

Китайские сделки вызывают некоторые опасения: инвесторы могут принудить стартапы к заключению партнерских отношений, предоставлению лицензий или принятию решений, приводящих к раскрытию данных об интеллектуальной собственности. Кроме того, они могут получить как "понимание изнутри" данных относительно развития технологии, так и доступ к офисам и/или компьютерам стартапа. Усугубляет ситуацию то, что для некоторых стартапов, особенно изготавливающих аппаратное обеспечение, а не мобильные приложения, китайское финансирование иногда бывает единственно доступным.

Данные о суммах и размахе сделок по стартапам не прозрачны – такие фирмы и их спонсоры не обязаны

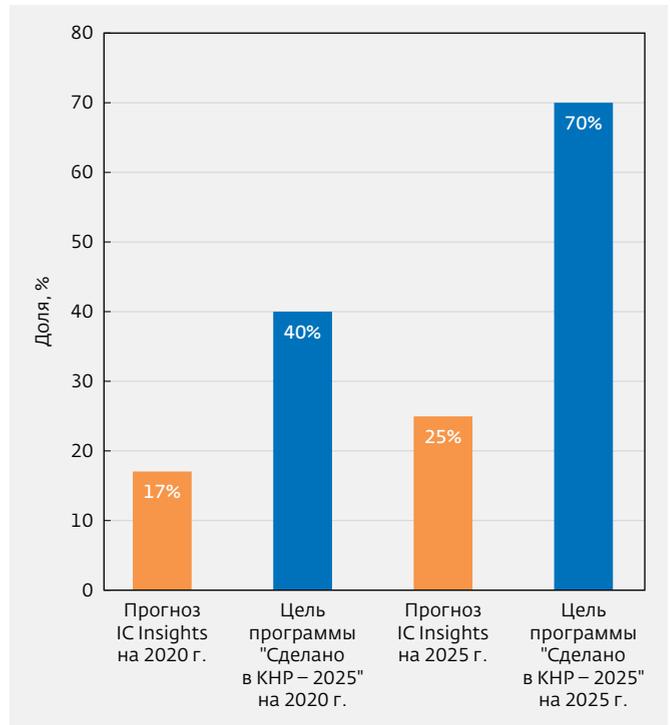


Рис.4. Доля китайских фирм на рынке ИС КНР в целом. Источник: IC Insights

предоставлять соответствующие сведения. В то же время, по оценкам исследовательской фирмы **СВ Insights**, в 2015 году КНР инвестировала в американские стартапы 9,9 млрд долл., что в четыре раза превышает показатели 2014 года.

Отмечается, что пока ни один из американских высокотехнологичных стартапов и их китайских инвесторов не был обвинен в нарушении законов США. Более того, по утверждениям экспертов, большая часть деятельности китайских инвесторов не несет угрозы интересам национальной безопасности США. Сторонники подобных сделок отмечают, что к американским стартапам и их китайским спонсорам по-прежнему применяются ограничения на экспорт технологий.

Китайские инвесторы также пытаются проникнуть в область гибкой электроники. Эта технология, определенная Национальным научно-исследовательским советом США как одна из приоритетных для американских военных, помогает сделать электронные приборы легче и упростить их прикрепление к разнообразным предметам – от форменной одежды до самолета [7, 13].

### ЗАПАДНАЯ ОЦЕНКА ШАНСОВ КНР НА УСПЕХ

Значение КНР растет, как в мировых схемах поставок, так и в полупроводниковой промышленности. В то же время планы китайского правительства добиться самообеспечения изделиями микроэлектроники, по

Таблица 5. Основные производители ИС в КНР. Источник: база данных IC Insights, CCID, CSIA, PwC

Место в 2016 г.	Фирма	Продажи ИС, млрд долл.							Основная продукция	Продажи ИС в 2021 г., млрд долл. (прогноз)
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
1	SK Hynix*	2,040	2,450	2,360	3,200	4,040	4,100	3,680	ДОЗУ	5,500
2	SMIC**	1,555	1,320	1,542	1,962	1,970	2,236	2,921	Кремниевый завод	5,100
3	Samsung†	0	0	0	0	0,270	2,370	2,725	3D NAND-флеш	6,100
4	Hua Hong Semi	0	0	0,571	0,585	0,665	0,650	0,712	Кремниевый завод	1,000
5	TSMC*	0,263	0,366	0,470	0,510	0,550	0,590	0,635	Кремниевый завод	1,500
6	Intel†	0,030	1,865	2,380	2,650	2,710	1,830	0,520	3D NAND-флеш	2,700
7	Shanghai Huali	0	0	0,070	0,210	0,295	0,370	0,460	Кремниевый завод	1,000
8	CR Micro	0,259	0,213	0,179	0,165	0,180	0,190	0,205	Кремниевый завод/ стандартные ИС	0,290
9	Diodes-BCD	0,119	0,125	0,139	0,155	0,170	0,180	0,200	Кремниевый завод/ стандартные ИС	0,275
10	ХМС	0	0	0,160	0,150	0,165	0,175	0,195	Кремниевый завод/ 3D NAND	1,300
11	ASMC	0,145	0,147	0,135	0,117	0,130	0,119	0,115	Кремниевый завод	0,140
12	Hejian***	0,223	0,208	0,215	0	0	0	0	Кремниевый завод	0
Прочие		1,211	1,211	0,590	0,575	0,590	0,605	0,625	-	4,700
Китайское производство ИС, всего		5,845	7,905	8,811	10,279	11,735	13,415	12,993	-	29,705
Производство филиалов иностранных фирм в КНР		2,333	4,681	5,210	6,360	7,570	8,890	7,560	-	15,800
Мировой рынок ИС		267,8	270,3	259,3	271,9	296,6	292,0	297,8	-	378,4
Доля китайских фирм на мировом рынке ИС, %		2,18	2,92	3,40	3,78	3,96	4,59	4,36	-	7,85

\* Только расположенные в КНР производства.

\*\* В частичной собственности TSMC, продажи фирмы Hynix (ныне ХМС) не учитываются.

\*\*\* Поглощена UMC в 2013 г.

мнению западных аналитиков, трудно реализуемы. Дело в нехватке современных технологий и высококвалифицированных кадров, а не финансовых ресурсов.

Аналитики IC Insights прогнозируют дальнейшее повышение роли КНР. **По их данным, в 2021 году на эту страну будет приходиться около половины мирового рынка ИС (44% или 166 млрд долл., по сравнению с 38% или 112 млрд долл. в настоящее время). Китай уже использует почти половину производимых в мире ДОЗУ и третью часть флеш-памяти.** Однако в отношении планов существенного увеличения внутреннего производства ИС высказываются скептические оценки [14]. В начале 2017 года корпорация IC Insights рассмотрела попытки КНР создать устойчивую национальную микроэлектронную промышленность. Два этапа – создание мощной местной индустрии "чистых" кремниевых заводов в конце 1990-х – начале 2000-х годов и обеспечение присутствия в мировой fabless-индустрии в начале – середине 2000-х годов – завершились, по оценкам IC Insights, неудачей. Решение задачи создания мощной базы китайских поставщиков/производителей ИС с использованием стартапов, сделок слияний/поглощений (в период с середины до конца 2010-х годов) также вызывает сомнения.

Новая политика реализуется на основе Рекомендаций по развитию национальной полупроводниковой промышленности (National Semiconductor Industry Development Guidelines, июнь 2014 г.) и плана "Сделано в Китае – 2025" (Made in China 2025, MIC-2025, май 2015 г.). Поставленная документами цель – создать базу для того, чтобы обеспечить стране самодостаточность в области микроэлектроники за счет наращивания внутреннего производства и снижения импорта ИС. Основные вехи MIC-2025 – самообеспечение ИС на уровне 40% в 2020 году и 70% – в 2025-м. Возможно ли это?

**Успех MIC-2025 зависит от двух факторов – финансирования и технологий.** Без этого программа не имеет шансов на реализацию.

Финансирование не будет помехой MIC-2025. Центральное правительство КНР одобрило выделение около 20 млрд долл. на реализацию программ развития микроэлектроники. Еще примерно 100 млрд долл. могут направить провинциальные и муниципальные правительства страны и частные инвесторы. Таких средств вполне достаточно для сооружения как минимум десяти крупносерийных производств по обработке 300-мм пластин. Следует отметить, что независимо от перспектив производства микроэлектроники в КНР в долгосрочной перспективе фирмы-поставщики оборудования находятся в выигрышном положении – в течение нескольких лет они смогут извлечь прибыль из такого финансирования.

Что касается второго (технологического) фактора, то, по мнению IC Insights, основное препятствие на пути

успешной реализации MIC-2025 – способность приобретения микроэлектронных технологий для новых производств. С 2014 года китайцы стремились получать технологии за счет покупки поставщиков ИС. Поначалу им это удалось – были приобретены американские корпорации ISSI и OmniVision. Однако теперь большинство правительств стран с развитой микроэлектроникой бдительно относятся к планам КНР, и, по сути, окно возможностей по приобретению современных технологий изготовления ИС путем сделок слияния/поглощения для Китая закрыто [15].

КНР занимает около 15 и 12% мировых рынков кремниевых заводов и fabless-фирм, соответственно. Это далеко от того, что предусмотрено планами развития местной микроэлектроники. При этом некоторые крупнейшие игроки производят ИС только для внутрикорпоративного потребления (Huawei, ZTE и Datang). В рейтинге топ-50 мировых fabless-фирм корпорации IC Insights половина представлена китайскими и тайваньскими компаниями, но на КНР из них приходится только девять фирм. С точки зрения технологического партнерства китайские фирмы пытаются сотрудничать с зарубежными. Так, ХМС сотрудничает с фирмой Spansion в сегменте флеш-памяти и с UMC – в сфере ДОЗУ. Но эти зарубежные партнеры не являются признанными технологическими лидерами в своих областях. В технологические маршрутные карты развития микроэлектроники, сформированные в Китае, заложено отставание от мирового уровня более чем на поколение [14].

Объявленные в КНР планы по сооружению микроэлектронных производств поддержаны более чем достаточным финансированием, однако ни одно из этих производств не обладает технологией изготовления ИС, позволяющей конкурировать с лидером по производственной специализации [15].

Тем не менее КНР может стать крупным поставщиком 3D-схем флеш-памяти NAND-типа благодаря расположенным в стране производствам иностранных фирм, таких как Samsung и Intel (табл.5). Сообщается об успешном развертывании производства ДОЗУ южнокорейской SK Hynix. Однако развертываемые в Китае зарубежные производства к сегменту передовых технологий не относятся. Правда, в 2016 году SMIC обогнал по объемам производства расположенные в КНР мощности Samsung, а в течение двух-трех лет может опередить и китайские мощности SK Hynix [14].

Недавно стало известно, что на строящиеся заводы вышеупомянутые китайские фирмы планируют нанять специалистов, работающих на предприятиях Samsung, SK Hynix и Intel в КНР. Считается, что это один из способов "развития собственных микроэлектронных технологий", так как такие специалисты могут принести с собой знания и опыт, полученные во время работы.

Однако это опасный способ "развития" микроэлектронного технологического процесса – можно нарваться на иски о нарушении прав интеллектуальной собственности (включая патенты) и проиграть.

С учетом объема ожидаемых расходов на новые китайские мощности по производству ИС, а также расширения присутствия в КНР иностранных производителей (Intel, Samsung и т.п.) IC Insights прогнозирует значительное увеличение доли изготовленных в КНР ИС в период до 2025 года. Однако реальные значения доли будут значительно ниже параметров, предусмотренных планом МИС-2025 (рис. 4) [15]. Таким образом, поставленная властями КНР задача обеспечить за счет внутреннего производства 40% потребляемых ИС и в 2025 году не будет решена [14].

### АМЕРИКАНО-КИТАЙСКИЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ: В ОЖИДАНИИ ТОРГОВОЙ ВОЙНЫ

Власти и промышленность США отмечают "антирыночность" промышленной политики КНР. Подписанный 15 августа 2017 года президентом Трампом Меморандум предписывает торговому представителю США изучить законы КНР, политику, практику и действия китайских властей, которые можно расценивать как несправедливые, дискриминационные и которые могут нанести ущерб американской интеллектуальной собственности, инновациям и технологиям.

Позиция КНР в сфере защиты прав интеллектуальной собственности давно подвергается критике представителями полупроводниковой промышленности и других высокотехнологичных отраслей США. Изготовители ИС жалуются, что, соблазнившись предложениями китайского правительства по формированию совместных предприятий с местными компаниями в качестве условия создания производства в КНР, они в итоге столкнулись с кражей своей интеллектуальной собственности.

Растущее присутствие КНР на мировом рынке полупроводниковых приборов и планы правительства страны инвестировать на протяжении десяти лет более 161 млрд долл. в укрепление отечественной полупроводниковой промышленности были источником растущего напряжения между КНР и США еще при предыдущей администрации. Правительство США все чаще демонстрирует готовность противодействовать или блокировать поглощение американских производителей ИС китайскими предприятиями. Перед уходом из Белого дома Б.Обама представил доклад об угрозе, которую представляют для полупроводниковой промышленности США намерения КНР превратиться в одного из крупнейших мировых производителей ИС. В этом докладе содержится оценка ежегодных потерь США от кражи интеллектуальной собственности – 600 млрд долл. При этом

на КНР приходится от 50 до 80% наносимого ущерба. Американская реакция обусловлена, в частности, тем, что интеллектуальная собственность – основа современной полупроводниковой промышленности. Кроме того, полупроводниковые приборы, занимающие четвертую экспортную позицию США, составляют основу экономики. Американские производители ИС инвестируют в НИОКР почти одну пятую всех доходов в целях сохранения передовых позиций в сфере инноваций. Поэтому они должны иметь возможность конкурировать на зарубежных рынках, не подвергая риску свою критическую интеллектуальную собственность [16].

### ОЖИДАНИЯ ОТ РЕЗУЛЬТАТОВ XIX СЪЕЗДА КПК

Большое значение для развития микроэлектроники в КНР будут иметь решения XIX съезда КПК, открытие которого назначено на 19 октября текущего года. Делегаты будут решать вопросы государственного (возможные изменения в Конституцию КНР) и партийного (новое политбюро и преемственность, возможность восстановления поста Председателя КПК, упраздненного в 1982 году, и т.п.) характера [17]. Поскольку руководство КНР стремится играть более активную роль на мировой арене, противоречия с США обостряются, а кроме того, необходимо развивать национальную экономику на современной технологической основе, на съезде будут рассматриваться и перспективы микроэлектроники. Для Китая эта отрасль – один из десяти стратегических приоритетов социально-экономического развития страны (и совершенствования оборонной сферы) и одна из основ ускорения научно-технического прогресса. Поэтому корректировка программ неизбежна, финансовые, стратегические и другие аспекты возможных изменений будут утверждаться съездом Всекитайского собрания народных представителей и Госсоветом.

\* \* \*

Опыт КНР по развитию национальной микроэлектроники демонстрирует эффективность использования целевых комплексных программ долгосрочного, среднесрочного (пятилетки) планирования при преемственности государственной политики и активном частно-государственном взаимодействии на различных уровнях – от муниципалитетов до центрального правительства. Благодаря принятым мерам изделия микроэлектроники в структуре стоимости китайского экспорта уже заняли первое место. КНР стремится развивать микроэлектронику для удовлетворения в первую очередь внутреннего спроса, который является не только "буфером" при спадах активности на зарубежных рынках, но и локомотивом для национальной экономики.

КНР активизировала усилия по развитию микроэлектроники в первой половине 1990-х годов. В Российской

Федерации в 1994 году реализовывались программы развития ЭКБ и радиоэлектроники на основе научно-производственной базы, доставшейся от СССР. У Китая подобной базы не было. А сегодня...

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Yoshida J.** China to Blow \$10B a Year on Chips // EE Times, 3/25/2014
2. **Yoshida J.** Can China Buy Its Way Into Global IC Industry? // EE Times. 9/4/2014
3. USITO. 2014. Guidelines to Promote National Integrated Circuit Industry Development. United States Information Technology Office, Beijing, June 24
4. PWC. 2016. China's impact on the semiconductor industry: 2015 update March
5. <http://english.cntv.cn/special/madeinchina/index.shtml>
6. <http://www.usito.org/content/usito-made-china-2025-unofficial-translation-2015-5-29>
7. **Merritt R.** China Defends Big Chip Bet. // EE Times, 1/12/2017 ([http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1331154](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1331154))
8. **Ernst D.** 2015, From Catching Up to Forging Ahead: China's Policies for Semiconductors, East-West Center Special Study, September, <http://www.eastwestcenter.org/node/35320>
9. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2744974](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2744974)
10. USITO, China IC Industry Support Guidelines-Summary and Analysis, September 1. 2014
11. **Yoshida J.** Much Ado About China's Big IC Surge. Myth and reality of China's IC fund. EE Times, 6/22/2017
12. **Clark Tseng, Dan Tracy, and Gavin Wang.** China – #1 Spending Region for Fab Equipment // SEMI. February 14. 2017. <http://www.semi.org/en/china-1-spending-region-fab-equipment>]
13. **Mozur P., Perlezmarch J.** China Bets on Sensitive U. S. Start-Ups, Worrying the Pentagon // The New York Times. March 22. 2017.
14. **Merritt R.** Trump, Brexit Cloud Upbeat 2017 // EE Times. 1/27/2017 [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1331266](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1331266)
15. Without technology, China's "MIC2025" results for ICs likely to fall woefully short of its goals // Solid State Technology. Wafer News. February 07. 2017. <http://electroiq.com/blog/2017/02/without-technology-chinas-mic-2025-results-for-ics-likely-to-fall-woefully-short-of-its-goals/>
16. **Dylan McGrath.** Semiconductor Industry Backs Trump's China Probe // EE Times. 8/15/2017.
17. **Merritt R.** 5 Things to Watch for at China's Upcoming Communist Congress // The Epoch Times. September 15. 2017.