

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА КИТАЯ ДРАКОН ПРОБУЖДАЕТСЯ

Маленькие кустарные мастерские, где электронные компоненты и системы “кропают” чуть ли не на коленях. Такое представление об электронной промышленности Китая сравнительно недавнего времени кануло в Лету. Наряду с общими экономическими успехами КНР – ростом ВВП в 1999 году на 7,1% и на 8,2% в первые восемь месяцев 2000 года, вторым местом в мире после Японии по резервам иностранной валюты (156,8 млрд. долл. в 2000 году) – нельзя не отметить и достижения электронной промышленности страны. По объему продаж изделий этой отрасли (60,8 млрд. долл., по данным аналитического подразделения In-Stat Group издательства Cahners) Китай в 1999 году занимал шестое место в мире. В 2000 году ожидался дальнейший рост продаж на 25% (до 75 млрд. долл.), а уже в 2003 году, по прогнозам фирмы Reed Electronics Research (Англия), Китай сможет занять третье место на мировом рынке электронной техники, доведя продажи до 86 млрд. долл. Особое внимание в Китае уделяется столь значимой для развития всей экономики страны подотрасли, как микроэлектроника.

В. Юдинцев

По предварительным оценкам, в 2000 году на китайском рынке закуплено 1,8 млрд. микросхем на сумму 6,3 млрд. долл. Из них 28,7% предназначались для бытовой электроники, 19,4% – для средств связи, 18,9% – для ПК и периферийных устройств. В последнее время в стране стремительно развивается производство смарт-карт. В 1998 году их было выпущено 80 млн. шт. (в три раза больше, чем в предыдущем году). В 2000-м только для таксофонов закуплено более 250 млн. таких карт. Поэтому можно предположить, что Китай становится крупнейшим в мире их изготовителем.

И все это при том, что до сих пор полупроводниковый сектор фактически остается слабым звеном электронной промышленности страны. Этой отрасли пока не удалось избавиться от таких недостатков, как низкая производительность, неспособность противостоять конкуренции со стороны США и АТР, слабо развитая инфраструктура. Полупроводниковые приборы в Китае пока в основном выпускают относительно небольшие фирмы и предприятия (со средней численностью 330 человек) с низкой производительностью. Сейчас выпуск 95% электронной аппаратуры в Китае в той или иной мере зависит от импорта полупроводниковых компонентов из США и Японии. Микросхемами китайская промышленность может удовлетворять в среднем лишь 20% внутреннего спроса. Развитие полупроводниковой промышленности, в первую очередь микроэлектроники, серьезно сдерживается отсутствием смежных отраслей, таких как производство технологического, сборочного и контрольно-измерительного оборудования. Недостаточны ассигнования, а следовательно, и объем, и уровень научных исследований. Большинство технологий закупаются у зарубежных фирм.

Тем не менее, перспективы этой подотрасли электроники в Китае весьма обнадеживающие. И объясняется это в первую очередь четким пониманием со стороны руководства и промышленных кругов Китая места полупроводникового приборостроения в экономике, а также степени сложности задач, от решения которых зависит развитие высоких технологий, в том числе и микроэлектроники. Отсюда – значительная государственная поддержка подотрасли.

Если до 1980 года в Китае не существовало микроэлектронной промышленности и еще в 1994 году только два завода фирмы Hua Jing Electronics Group выпускали МОП БИС с минимальными размерами элементов 3 мкм, то сегодня в стране ИС производят 36 заводов (правда, в основном на 125- и 150-мкм пластинах по 1,2–0,5-мкм технологии). Но уже на шести из них на 150- и 200-мм пластинах выпускаются микросхемы по 0,5–0,35-мкм технологии (см. табл.). Этому в немалой степени способствовал девятый пятилетний план Китая (1995–2000 гг.), одной из главных задач которого было стимулирование отечественного производства ИС и уменьшение зависимости ра-

Стремительное развитие информационных технологий, постоянное совершенствование телекоммуникационной инфраструктуры наряду с растущим спросом на бытовую электронику стимулируют высокие среднегодовые темпы прироста продаж полупроводниковых приборов (37% с 1992 года), особенно ИС, на китайском рынке. В 1999 году полупроводниковых приборов было продано на сумму 8,6 млрд. долл. (5,9% мирового рынка), из которых 10% приходилось на изделия отечественного производства. По прогнозам In-Stat Group, в 2003 году объем продаж полупроводниковых приборов на китайском рынке достигнет 27 млрд. долл. (среднегодовые темпы прироста 33%). При сохранении таких темпов Китай к 2010 году по объему полупроводникового рынка сможет занять второе, после США, место в мире.



Состояние производства ИС в Китае в 2000 году

Фирма, место-нахождение	Партнеры		Тип изделия, назначение	Технология, диаметр пластины/проектные нормы, мм/мкм	Производительность, пл./месяц
	Зарубежный	Китайский			
ASMC, Шанхай	Philips Semiconductor	Shanghai Bell	Специализированный завод	Биполярная, 125/1,5КМОП 150/0,6	25 тыс. 15 тыс.
Shanghai Bell, Шанхай	Alcatel	Shanghai Hua Hong/ Shanghai Bell Co.	Средства связи Смарт-карты Бытовая техника	МОП, 100/1,2–2БикМОП, 100/3	Всего 13 тыс.
Shougang-NEC, Пекин	NEC	Capital Iron & Steel Co.	4М и 64 Мбит ДОЗУ Микроконтроллеры	КМОП, 150/0,35МОП, 150/1,2	Всего 10 шт./мес.
Hua Jing, Вукси	–	Государство	Бытовая техника	Биполярная, 100/ 2-3 Биполярная, 125/ 2-3 МОП, 125/3КМОП, 150/0,6	15 тыс. 1,6 тыс. 10 тыс. 10 тыс.
Hua Yue, Шаоксинь	–	Провинция Дзеджанг	Бытовая техника	Биполярная, 75–125/5–2	–
Shanghai Hua Hong NEC, Шанхай	NEC	Hua Hong Electronics	64-Мбит ДОЗУ Логические ИС	КМОП, 100/0,35 КМОП, 200/0,35	16 тыс. 4 тыс.
CSMC-Hua Jing, Вукси	–	CSMC-Hua Jing	Специализированный завод	КМОП, 125/0,5КМОП, 150/0,5	28 тыс. 16 тыс.

диоэлектронной промышленности от импорта полупроводниковых приборов. В соответствии с этим планом в декабре 1995 года началась реализация самого крупного в истории Китая Проекта 909 по развертыванию в районе Падонг г. Шанхая центра разработки и производства микросхем. Проектом был предусмотрен ввод в строй к 2000 году пяти крупных производственных предприятий и около 20 центров конструирования и разработки микросхем. На его выполнение было выделено 1,2 млрд. долл. В рамках проекта должна была проводиться разработка 0,3-мкм технологии, освоение опытного производства схем с 0,5-мкм и серийного производства схем с 0,8-мкм проектными нормами. Объем выпуска ИС планировалось довести до 1,2 млрд. в год.

партнеров, владеющих технологией изготовления ИС с минимальными размерами 0,5 мкм и менее на пластинах диаметром 200 мм. Так, большое значение для микроэлектроники Китая имело созданное в июне 1999 года в рамках Проекта 909 совместное предприятие шанхайской фирмы Hua Hong Group и компании NEC. На это было затрачено 1,2 млрд. долл. Китайская сторона вложила 250 млн. долл., NEC – 200 млн., правительство Шанхая – 250 млн., ряд китайских и японский банки – 500 млн. долл. Завод уже приступил к выпуску изготавливаемых по 0,35-мкм технологии 64-Мбит СДОЗУ. Схемы памяти поставляются фирме NEC (10 тыс. пластин в месяц). К концу 2000 года планировалось удвоить объем производства схем ДОЗУ и начать выпуск 128-Мбит ДОЗУ на 200-мм пластинах по 0,25-мкм технологии.

Важным представляется принятое в 2000 году решение Госсовета Китая выделить 1 млрд. долл. на строительство самого крупного в стране завода по получению поликремния с производительностью 1000 т материала в месяц. Завод будет построен китайской фирмой Emei Semiconductor Material Factory в городе Emei Shan City. Ввод в строй этого завода должен ослабить зависимость китайских производителей от зарубежных поставщиков.

Не без успеха правительство Китая подыскивает зарубежных

Завод – самое совершенное в подотрасли, высокоавтоматизированное, хорошо оснащенное робототехникой предприятие. По выходу годных он сопоставим с большинством заводов фирмы NEC. Всего через десять месяцев после начала производства он получил заказы от крупных зарубежных компаний. Из этого можно смело сделать вывод, что продукция завода утвердится на мировом рынке.

Но в первую очередь, это специализированный завод (foundry), предназначенный для поддержки отечественных фирм-разработчиков устройств для отечественных производителей электронного оборудования. Технологией производства заказных микросхем и быстрым установлением соответствия между конструкцией заказчика и имеющимися фотошаблонами на заводе занимаются около 20 инженеров-конструкторов, имеющих доступ к обширным библиотекам и разработкам фирмы NEC. Сегодня завод выпускает микросхемы для мобильных телефонов и для аудио/видеоустройств, продаваемых европейскими компаниями в Китае. Правда, пока доля такой продукции невелика. В конце 2000 года производительность завода по выпуску специализированных ИС (СПИС), СОЗУ, ЭСПЗУ, сигнальных процессоров и флэш-памяти должна была составить 4 тыс. пластин в месяц.

Кроме того, NEC совместно с фирмой Shougang Steel открыла в Пекине вторую совместную компанию Huaxia Semiconductor Manufacturing Co. (HSMC) с производственной линией по изготовлению на 200-мм пластинах 0,25-мкм ИС. Начальные затраты составили 1,34 млрд. долл. В июне 2000 года завершён нулевой цикл строительства завода. Начало производства запланировано на 2003 год. В 2002 году партнеры собираются построить еще одну подобную линию. В результате ежегодно микросхем будет производиться на сумму 600 млн. долларов.

В планы HSMC входит строительство до 2010 года еще шести заводов, которые будут выпускать аналоговые ИС и ИС смешанной обработки сигнала (усилители, преобразователи данных, схемы интерфейсов, ВЧ-устройства, датчики) для средств связи, ПК, автомобильной и бытовой электроники. Эти предприятия должны составить конкуренцию фирме TSMC и другим крупным специализированным заводам. Субмикронные технологии и оборудование будут закупаться у зарубежных фирм. Планируемая ежемесячная производительность одного из заводов – 30 тыс. 150-мм пластин, остальных – до 300 тыс. 200- и 300-мм пластин. Запланировано также строительство завода по сборке и корпусированию микросхем.

NEC – не единственная зарубежная фирма, заинтересованная в развитии полупроводниковой промышленности Китая. Самый крупный полупроводниковый комплекс в Китае намерена построить в г. Тянджине Motorola. Его назначение – конструирование и производство микроконтроллеров для сотовых телефонов, автомобилей и бытовых устройств, поставляемых на рынки Китая и других регионов Азии. В комплекс стоимостью 1,9 млрд. долл. войдут подразделение НИОКР, центр конструирования и непосредственно завод. Численность занятых составит 2400 человек. Ввод в строй намечен на 2002 год. На первом этапе планируется освоить выпуск микросхем с минимальными размерами элементов 0,35 мкм с производительностью 3 тыс. 200-мм пластин в неделю. Затем мощность будет доведена до 6 тыс. пластин в неделю. Недавно фирма приняла решение передать комплексу 0,25-мкм технологию.

С учетом строительства завода в Тянджине общие инвестиции фирмы Motorola в китайскую полупроводниковую промышленность составят 3,4 млрд. долл., что делает ее крупнейшим инвестором в эту подотрасль китайской экономики. Сейчас в 18 лабораториях Motorola в Китае работают 10 тыс. человек, из них – 800 научных работников, число которых к 2002 году должно увеличиться до 1500 человек.

Структура полупроводниковой промышленности Китая развивается в соответствии с общими мировыми тенденциями*. И помимо разветвления специализированного производства на новых заводах в стране открывается все больше фирм-разработчиков (fabless). В 1999 году в Китае насчитывалось уже около 100 таких фирм. Правда, большинство из них – малые, с небольшим опытом разработки, и для их становления потребуется еще несколько лет. Прекрасно понимает эту проблему компания Hua Hong, поддерживающая семь фирм-разработчиков, специализирующихся в области проектирования ИС для цифрового телевидения и VCD-проигрывателей, систем коммутации и пр. Схемы будут поставляться, главным образом, отечественным производителям электронного оборудования.

Китайской Кремниевой долиной становится Шанхай и его окрестности. В этом цветущем городе на реке Янцзы уже расположены такие чисто китайские и совместные фирмы, как Shanghai Hua Hong NEC, Shanghai Bell, Shanghai Advanced Semiconductor, Wuxi Hua Jing Group, CSMC-Hua Jing, Shaoxin Hua Yue Microelectronics, а также ряд сборочных заводов (компаний Shanghai Alphatec, Shanghai Intel, Toshiba Wuxi).

Недавно два частных предпринимателя из Китая и Тайваня объявили о намерении затратить 1,6 млрд. долл. на строительство в Шанхае современного полупроводникового предприятия – Grace Semiconductor Manufacturing Corp. (GSMC), способного конкурировать со специализированными заводами корпораций TSMC, UMC и Chartered Semiconductor Manufacturing. В 2002 году начнется выпуск ДОЗУ, СОЗУ, флэш-памяти, микропроцессоров и вентиляемых матриц. Первоначальная ежемесячная производительность составит 35 тыс. 200-мм пластин. У фирмы Oki Electric Industry приобретена лицензия на субмикронную технологию. Пока закончен нулевой цикл строительства завода.

В порядке частного инвестирования в промышленном парке Падонг Шанхая запланировано строительство еще одного предприятия – специализированного завода компании Semiconductor Manufacturing International Corp. (SMIC) стоимостью 1 млрд. долл. Здесь также должны обрабатываться 200-мм пластины, но уже по 0,25-мкм технологии фирмы Toshiba. Производительность – 30 тыс. пластин в месяц. Одновременно будут разрабатываться микросхемы с минимальными размерами 0,18 мкм и менее. Правда, согласно экспортным законам США, Китай не может приобретать литографическое оборудование, рассчитанное на формирование линий шириной менее 0,25 мкм. Поэтому пока решается другая важная задача: подготовка высококвалифицированных работников. Фирма привлекла к работе талантливых специалистов Тайваня и Сингапура, а также группу бывших разработчиков фирмы Texas Instruments. Начало производства намечено на конец 2001 года. Продукция будет поставляться заказчиком из Китая, Японии, Европы и США. Планируется также строительство второго завода для обработки 200-мм пластин.

Но, пожалуй, самый масштабный проект – создание промышленного Центра (парка) конструирования ИС, который должен стать инкубатором конструкторов для китайской полупроводниковой промышленности. Проект – плод совместных планов Министерства науки и технологии Китая и Шанхайского муниципального правительства. Центр будет курировать и управлять деятельностью 31 фирмы, занимающейся конструированием и тестированием ИС. Шесть из них расположены в Китае, четыре – в Тайване и одна – в Южной Корее. Основная задача Центра – разработка различных конструкций, удовлетворяющих одним и тем же техническим условиям, и как результат – сокращение затрат на разработку топологии и на создание прототи-

* ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2001, №1, с.72.



пов изделий, выпускаемых специализированными заводами. Здесь также будут вестись работы по подготовке к производству мелкосерийных изделий, созданных отечественными фирмами-разработчиками. Сейчас в Центре в соответствии с национальной программой осваивают 0,35-мкм технологию. Ожидается развертывание работ по переходу к 300-мм пластинам и 0,25-мкм проектным нормам. Работы Центра должны способствовать освоению на коммерческой основе отечественными и зарубежными предприятиями производства разработанных конструкций по новейшим технологиям. Исследовательский институт конструирования микросхем при Центре предоставит китайским исследовательским организациям современные ПО САПР и платформы тестирования.

Инвестиции в электронную промышленность шанхайского региона в ближайшее время достигнут 10 млрд. долларов.

Промышленный парк Шанхая – не единственный центр конструирования, открываемый в Китае. Такие центры организуют многие известные зарубежные фирмы. Так, Microchip Technology (основная продукция – контроллеры, ЭСРПЗУ, аналоговые ИС) создает три центра конструирования в Ченгду, Фачоу, Шенцзене. Intel организует в Пекине центр разработок микросхем для сетевого и телекоммуникационного оборудования на базе архитектурных решений Internet Exchange Architecture. Центр конструирования микропроцессоров и ИС для бытовой и связной аппаратуры создан фирмой Motorola в г. Сачоу.

Видную роль в электронной промышленности Китая сегодня играет Пекин. В 1999 году предприятиями города было выпущено 1,39 млн. ПК (около 35% всего рынка ПК Китая) и 5,72 млн. сотовых телефонов и программируемых коммутаторов. За сорокалетнюю историю развития полупроводниковой промышленности Китая в Пекине сформировалась достаточно развитая инфраструктура микроэлектроники. Университеты и исследовательские институты, такие как Тзингхуа и Институт микроэлектроники Академии наук Китая привлечены к разработке микросхем с минимальными размерами элементов 0,25 мкм. Мощности Пекинского исследовательского института цветных металлов обеспечивают выпуск 1,2 млн. кремниевых 200-мм пластин в год. В сентябре успешно были получены пластины диаметром 300 мм. В городе расположено около 20 фирм по конструированию ИС, в том числе и компания, входящая в Центр конструирования ИС.

Неудивительно, что пример Шанхая побудил муниципальное правительство Пекина принять план создания Северокитайской микроэлектронной промышленной базы. По этому плану будет построено 20 современных производственных линий по производству микросхем с 0,25-мкм и менее проектными нормами на 200-мм пластинах. До 2005 года должны быть введены в строй пять – восемь линий по выпуску схем с минимальными размерами элементов 0,25 мкм и 0,13 мкм. Остальные линии с более совершенной технологией будут запущены к 2010 году. Реализация проекта в значительной мере зависит от инвестиций зарубежных компаний.

Промышленная база будет развернута в трех производственных зонах Пекина: Парке науки и технологии Бадашу в районе Джидзинган, Опытно-конструкторской зоне Линхе в районе Шануи и Зоне экономического и технологического развития в Пекине. Правительство города предоставило отечественным и зарубежным инвесторам льготы на использование земли (освобождение на 30 лет от ренты), ссуды со сниженной ставкой процента, благоприятное налогообложение. Предусмотрено развертывание современных транспортных магистралей, систем энерго-, газо- и водоснабжения, отопления, средств связи, систем сточных вод и утилизации отходов производства. Новым отечественным компаниям правительство Пекина намерено оказывать финансовую поддержку в размере до 15% их уставного капитала. Для промышленных компаний, возводящих современные произ-

водственные мощности, город снизит процент займа на 1–2 пункта. Зарубежным компаниям, вкладывающим средства в развитие китайских отраслей высокой технологии, власти города, помимо льготных НДС и таможенного тарифа, готовы предложить другие формы льготного налогообложения в размере до 30 млн. долл. Эти компании, в случае одобрения их деятельности соответствующими государственными службами, будут освобождены от налогов в первые два года после года получения первой прибыли, а в последующие три года будут платить 7,5%-ный налог при установленной норме 15%. Для контроля за инвестициями правительство Пекина и Министерство информационной промышленности создали рабочую группу, в которую вошли представители государственного инвестиционного банка, китайских компаний и предприятий с венчурным капиталом, таких как Shoudu Iron and Steel Group и Zhongguaccun Technology Holding.

Недавнее присвоение Китаю статуса страны с постоянными нормальными торговыми отношениями предоставляет дополнительные возможности по упрочнению контактов с азиатскими торговыми партнерами, в первую очередь с Тайванем, полупроводниковой промышленности которого американские фирмы придают особое значение в решении проблем обслуживания заказчиков, разбросанных по всему миру. Потеплению прохладных на протяжении многих лет отношений между Китаем и Тайванем должно помочь вступление Китая в ВТО. Это позволит Тайваню выступить в роли отдельной торговой зоны.

Торговые отношения между Китаем и Тайванем непрерывно расширяются. Экспорт Тайваня в Китай в 1999 году по сравнению с 1998-м увеличился на 16% (до 21,2 млрд. долл.), а экспорт китайских изделий в Тайвань – на 10%. Тайвань вкладывает значительные средства в развитие электронной промышленности Китая как через самостоятельные компании, так и совместные предприятия. По оценкам тайваньского правительства, за последнее десятилетие островная промышленность высоких технологий инвестировала в предприятия Китая более 40 млрд. долл. И после того, как обе страны станут членами ВТО, тайваньские инвестиции в материк должны увеличиться. Но до этого правительству Тайваня нужно подтвердить политику открытой торговли и ослабить ограничения на инвестиции в Китай. Пока для того, чтобы более 20% собственности тайваньской фирмы могло находиться на материке, необходимо разрешение правительства. Тайваньские корпоративные инвестиции в единичный проект ограничены суммой в 50 млн. долл. Строго ограничены инвестиции в предприятия высокой технологии, в особенности в микроэлектронику. Но сегодня Тайвань заинтересован в огромных ресурсах дешевой рабочей силы Китая. К тому же в последующие два-три года на острове дополнительно к уже имеющемуся 31 полупроводниковому заводу будет построено еще не менее пяти. Но этим планам может препятствовать нехватка подходящей земли, воды, энергоресурсов и специалистов. Поэтому тайваньские компании намерены активно участвовать в организации совместных предприятий в Китае.

ЛИТЕРАТУРА

M. Pecht, W.Liu, D. Hodges. Trends in China's Semiconductor Industry www.stmicconductor.net/semiconductor/issues/2000/200009/six0009taisub.asp

D.Wilson. Economic spotlight: China. The dragon roars. www.eb-asia.com/registrd/issues/0012/0012es.htm.

J.Robertson. China's electronics industry battles for recognition. www.siliconstrategies.com/

S.Liu. China seeks to challenge Taiwan foundries. www.siliconstrategies.com/

D.Wilson. Cover story. – Electronic Business Asia, 1999, Dec. Another outstanding year. – Electronic Business Asia, 2000, June.