

# ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ ВВЕРХ ПО ЛЕСТНИЦЕ, ВЕДУЩЕЙ ВНИЗ

В. Юдинцев

**При современных темпах развития экономики в идеальном случае среднегодовые темпы прироста мирового ВВП должны составлять 3,4% и продаж электронного оборудования – 8%. Капитальные затраты фирмы-производителя ИС должны быть не менее 21% от объема продаж. При таком сценарии среднегодовой прирост мирового объема полупроводникового производства составит 17%. Но мир далек от совершенства. Мировая промышленность и в том числе, конечно, полупроводниковая, подвержена периодическим циклам подъема и спада производства. От чего они зависят? Можно ли их прогнозировать и принимать в соответствии с ожидаемым развитием превентивные меры защиты? Ответ неоднозначен. Прогнозы меняются на прямо противоположные чуть ли не ежемесячно.**

**И все же...**

**З**а последние 30 лет (с 1971 года), которые можно рассматривать как период "современной" микроэлектроники, эта отрасль промышленности претерпела пять полных циклов спада и подъема производства, шестой продолжается сейчас (табл.). Как показал анализ, проведенный фирмой IC Insight, основные причины спада производства ИС – снижение темпов развития мировой экономики (четыре из пяти фаз спада производства – в 1975, 1982, 1991 и 1998 годах – сопровождалось глобальным спадом экономики), избыточные производственные мощности и необходимость корректировки избыточных товарно-материальных ресурсов (складских запасов). В целом, по данным IC Insight, можно сделать следующие выводы:

- самое серьезное потрясение мировая микроэлектроника испытала на протяжении пятого цикла, в период 1993–1998 годов, когда темпы прироста продаж снизились с 43% в 1995 году до -9% в 1998-м;
- темпы прироста и спада производства на протяжении цикла сопоставимы;
- средняя длительность фазы прироста производства – три года;
- длительность фазы спада производства – от одного до четырех лет.

**Что ожидает полупроводниковую промышленность в будущем?** Чтобы понять, куда идет полупроводниковая промышленность, необходимо знать, на каком этапе цикла развития она находится сейчас. В 2000 году (особенно в его начале) активно продолжалась "электронизация" общества: росло применение мобильных систем связи, расширялся доступ к всемирной сети Интернет, развивались цифровое телевидение и цифровые видеоприборы. Практически все основные показатели, влияющие на развитие полупроводниковой промышленности, были превосходными: мировой ВВП за год увеличился на 5%, объем продаж электронных систем составил 1160 млрд. долл., капитальные вложения в полупроводниковую промышленность выросли на 82%. В результате продажи полупроводниковых приборов на мировом рынке превысили 200 млрд. долл. (в 1960 году продажи составили 1 млрд. долл., в 70-м – 2 млрд. долл., в 80-м – 10 млрд. долл. и в 90-м – 50 млрд. долл.). Таким образом, темпы прироста продаж непрерывно росли. Мировой объем производства в самом крупном секторе полупроводниковой промышленности – МОП ИС – в 2000 году увеличился по сравнению с 1999 годом на 24%, что больше, чем было зарегистрировано в год предыдущего бума – 1995-м.

Из приведенных данных можно сделать два противоречивых вывода:

- темпы прироста производства полупроводниковых приборов превысят среднегодовые темпы за рассматриваемый 30-летний период, после чего последует резкий спад производства, который продлится два-три года (L-образный спад);
- темпы прироста будут сопоставимы с историческими среднегодовыми значениями, и каждой фазе роста производства будет соответствовать фаза спада, причем темпы прироста и спада будут примерно одинаковы (V-образный спад).

Большинство экспертов придерживаются второго сценария. По оценкам президента фирмы IC Insight Маклина, на 2000 год пришелся пик фазы роста полупроводниковой промышленности. Но уже к концу года у производителей электронных систем образовались избыточные товарно-материальные запасы. Период разгрузки складских запасов должен был продлиться первую половину 2001 года. Однако ситуация осложнена наметившимся в конце 2000 года в США спадом экономики и ростом цен на нефть (до 30 долл. за баррель) и электроэнергию (в Калифорнии на 50%). Это оказывает негативное влияние и на развитие европейских и азиатских стран. Ожидается, что в 2001 году мировой ВВП увеличится на 3,8% (в США всего на 1,5% против 3% в 2000-м), что само по себе уже признак начинающегося глобального спада.

Таким образом, сокращение производства полупроводниковых приборов в 2001 году, на шестом цикле развития современной микроэлектроники, вызвано совместным действием всех трех указанных фирмой IC Insight причин. И уже в I квартале 2001 года продажи по-



### Циклы роста и спада полупроводниковой промышленности

№ цикла	Циклы роста производства		Цикл спада производства			Общая характеристика цикла
	Период, годы	Прирост, макс., %	Период, годы	Прирост, макс., %	Причина	
1	1971 – 1973	44	1974 – 1977	39	Перепроизводство полупроводниковых приборов, потребовавшее сокращения их мирового производства	За резким ростом цен на нефть в 1973 году последовал спад мировой экономики, приведший в 1975 году к уменьшению роста мирового ВВП до менее 2%.
2	1978 – 1980	40	1981 – 1982	38	То же	Резкий рост цен на нефть в 1979 году привел к спаду мировой экономики в 1982 году.
3	1983 – 1984	38	1985	35	Избыток складских запасов	За самым крупным в истории микроэлектроники приростом выпуска ИС (в штучном выражении) в 1984 году (50%) в 1985 году последовал самый крупный спад их производства – 16%.
4	1986 – 1988	30	1989 – 1992	33	Перепроизводство электронных систем, приведшее к сокращению их мирового производства	Вторжение Ирака в Кувейт и война в Персидском заливе в 1991 году вызвали очередной, третий, нефтяной кризис, сопровождавшийся спадом мировой экономики. В 1989 – 1992 годы среднегодовой прирост продаж электронных систем заметно снизился (5% против среднего за рассматриваемый период прироста в 8%). В 1989 году продажи компьютерной техники составили 68 млрд. долл., в 1992-м – 67 млрд. долл. Это негативно сказалось на полупроводниковой промышленности.
5	1993 – 1995	58	1996 – 1998	59	То же	Избыточные производственные мощности привели к снижению цен на ИС в период 1996–1998 годы. Азиатский кризис в 1998 году воспрепятствовал прекращению спада и восстановлению высоких темпов производства.
6	1999 – ?	25 (1999–2000)	?	?	Мировой спад производства? перепроизводство?	Началась предсказанная фаза подъема производства ИС шестого цикла. Рост стимулирован блестящими результатами экономического развития – мировой ВВП в 2000 году составил 4,8%, что значительно выше среднего.

полупроводниковых приборов многих крупных электронных компаний заметно сократились:

Компания	Сокращение объема продаж
LSI Logic	31%* и 16%**
Cypress Semiconductor	29%*
Motorola	22%**
Altera	22%*
Hynix Semiconductor	20% **
Texas Instruments	19%*
Fairchild Semiconductor International	18%*
Xilinx	15%**
Intel	15%*

\* В сравнении с IV кварталом 2000 года

\*\* В сравнении с I кварталом 2000 года

Сторонники прогноза развития промышленности по второму, V-образному, сценарию, в том числе IC Insight, считают, что избыток складских запасов сохранится до конца 2001 года, но, тем не менее, производство полупроводниковых приборов увеличится на 10%. А уже в следующем году спрос на изделия микроэлектроники, в первую очередь для широкополосных связных систем, начнет расти.

Способствовать оживлению экономики США будет и продолжающееся снижение ставки процента, проводимое Федеральным резервным банком США. По мнению Маклина, в последующие четыре года темпы прироста производства полупроводниковых приборов составят 10, 19, 24 и 31%. В результате их продажи в 2005 году достигнут 457,4 млрд. долл. Фирма LSI Logic идет дальше, прогнозируя рост продаж в 2002 году на 20%. Оценка основана на ожидании некоторого увеличения спроса на ПК в летний период в связи с подготовкой к новому учебному году.

Но не все эксперты столь оптимистичны. По мнению Нью-Йоркской консультативной компании Lehman Brothers Holdings, спад на шестом цикле развития современной микроэлектроники будет более продолжительным и болезненным, чем в 1996 и 1998 годах. Ситуацию осложняет не только продолжающееся снижение спроса на ПК, но и начавшееся в четвертом квартале 2000 года сокращение темпов прироста продаж телекоммуникационных систем и беспроводных телефонов. И теперь большие объемы продаж изделий для сотовых те-

лефонов и сетевого оборудования уже не смогут компенсировать снижение потребности в ИС для ПК. Уже в третьем квартале 2000 года продажи ПК и сотовых телефонов не достигли ожидаемого уровня. Если в 1995–2000 годы выпуск сотовых телефонов увеличивался ежегодно в среднем на 61%, то в период 2000–2004 годов среднегодовые темпы его прироста не превысят 21%. А в 2004 году производство сотовых телефонов возрастет лишь на 10%. Рынок ПК в 2001 году увеличится всего на 5–7% (самые низкие темпы прироста с 1985 года). И худшее, по мнению экспертов Lehman Brothers Holdings, еще впереди. На руках у провайдеров сотовой связи по-прежнему большое число сотовых телефонов, так что складские запасы пока не уменьшаются. Вот почему ситуация в ближайшее время вряд ли изменится. Все это приводит к снижению спроса на изделия микроэлектроники. И согласно последним опубликованным в мае оценкам аналитического подразделения In-Stat Group издательства Cahners, доходы полупроводниковой промышленности в 2001 году сократятся на 15,8%, а по прогнозам фирмы Dataquest, – на 17%. Эти показатели к концу года могут еще снизиться, если во втором квартале не наметится оживление рынка. В противном случае спад производства будет значительнее, чем в самом неблагоприятном за всю историю развития промышленности году – 1985-м. Более того, 2001 год может стать вторым (после 1985-го) годом, когда выпуск ИС в штучном выражении сократится на 6% – до 81,4 млрд. шт. (86,5 млрд. штук в 2000 году). Интересно отметить, что по прогнозам фирмы Integrated Circuit Engineering, отгрузки ИС в 2000 году должны были составить 75,2 млрд. шт., а в 2001 году – 83,1 млрд. шт.

Снижение темпов прироста полупроводникового производства по принципу домино вызывает сокращение капитальных затрат и уменьшение закупок оборудования. В целом в 2001 году капитальные затраты возрастут менее чем на 10%. По данным SEMI, в 2000 году благодаря резкому увеличению капитальных затрат в первой его половине продажи технологического полупроводникового оборудования по отношению к предыдущему году возросли на 82% (до 46,7 млрд. долл.). В 2001 году темпы прироста будут уже всего 22% (57,2 млрд. долл.), в 2002 году – 12,3% (64,2 млрд. долл.),

2003 году – 7,7% (69,1 млрд. долл.). Продажи гиганта производства технологического оборудования – Applied Materials – уже во втором квартале 2000 года сократились на 30%. По мнению руководства фирмы, не приходится надеяться на возобновление их роста и в ближайшее время, поскольку заказы на технологические установки по сравнению с предыдущим кварталом снизились на 44%, а по отношению к тому же периоду предыдущего года – на 54%.

Правда, сокращение темпов прироста производства полупроводниковых приборов сказывается негативно на деятельности не всех фирм, присутствующих на рынке технологического оборудования: у фирм, занимающихся реализацией second-hand (подержанных) установок, перспективы благоприятны. Так, фирма Comdisco Electronics в 2001 году надеется увеличить продажи second-hand оборудования на 40%. При этом разница в ценах на новое и second-hand оборудование возрастает, и в 2001 году в зависимости от типа оборудования она составит 30–50%. Вопреки спаду темпов прироста полупроводниковой промышленности в 2001 году на 13–15% увеличатся продажи полупроводниковых материалов (кремния на 17,9%, специальных газов на 16%, жидких химических веществ и резистов на 10%).

Смягчить спад производства, возможно, сможет модель "специализированный завод – фирма-разработчик" (foundry – fabless)\*. По утверждению президента фирмы-гиганта UMC, специализирующейся на производстве ИС, Д. Капека, фазы спада могут в дальнейшем благоприятно сказаться на развитии полупроводниковой промышленности: специализированные заводы в этот период инвестируют развитие технологии, позволяя фирмам-разработчикам собраться с силами для дальнейшего "броска". Правда, коэффициент загрузки специализированных заводов на этапе спада должен снизиться до 50% (у корпорации UMC он сейчас равен 75%).

**Реакция фирм.** На показатели деятельности электронных фирм влияют не только экономические факторы. Характерный пример – Lucent Technologies. В начале 2001 года эта фирма объявила о сокращении 10 тыс. рабочих мест. За последние годы рост ее доходов сопровождался увеличением численности занятых со 120 тыс. до 160 тыс. человек. Решение о сокращении штата было принято после подведения итогов деятельности фирмы за третий квартал 2000 года, показавшего значительное снижение доходов. Но будут ли принимаемые меры эффективными, и сумеет ли фирма восстановить свое прежнее положение ведущего поставщика сетевого оборудования? По-видимому, Lucent располагает технологией, способной найти широкое применение для построения сетевых систем, особенно при переходе от коммутируемых систем к системам на основе протокола Интернет. Фирма успешно освоила производство устройств так называемой серии Soft Switch для замены коммутирующего оборудования класса 4 и 5 в глобальных сетях. Проблема Lucent – плохое продвижение своей продукции на рынок и излишне долгая приверженность коммутируемым средствам связи. Фирма создала достаточно "объемный" портфель заказов на оборудование, и сначала это приносило ей хорошие доходы. Но неспособность решить задачу своевременных поставок в конце концов привела к падению доходов. Одновременно такие новые энергичные фирмы, как Sonus Networks, Convergent Networks и Telica начали не только активно проникать на рынок сетевого оборудования, но "переманивать" специалистов Lucent обещаниями быстрого роста доходов. Чтобы вновь получать высокие прибыли, фирме необходимо не просто снижать цены на свою продукцию, а начать активно продвигать на рынок новейшее оборудование.

Еще одна проблема фирмы Lucent, ставшая причиной снижения ее доходов, – громоздкая корпоративная структура, объединяющая не-

сколько разнородных подразделений. Для ее решения был выпущен пакет акций новой фирмы Agere Systems, организуемой на базе отделения Microelectronics, входящего в Lucent Technologies. Отделение разрабатывает изделия для глобальных систем связи, здесь работают талантливые инженеры, которых нет у других вновь создаваемых компаний. Успешная практика принятия решений отделения позволит новой компании сформировать стратегию, направленную на удовлетворение потребностей рынка.

В создавшейся ситуации и другие электронные фирмы, в том числе и такие преуспевающие, как Texas Instruments, Intel, Motorola, Dell, Gateway, Hewlett-Packard, также идут на сокращение численности персонала. Фирма Texas Instruments в первом квартале 2001 года зарегистрировала снижение доходов на 8% по сравнению с предыдущим кварталом и на 17% по сравнению с тем же периодом 2000-го. Доход на акцию составил 0,18 долл. Чтобы овладеть ситуацией, руководство компании уже в начале года начало увольнять работников без выплаты выходного пособия, в ряде подразделений введена укороченная рабочая неделя. Во втором квартале Texas Instruments планировала начать кампанию по увольнению 2500 человек (в основном работников вспомогательных и производственных подразделений), или 6% занятых на ее предприятиях, разбросанных по всему миру.

Другая мера, предпринимаемая для того, чтобы остаться на плаву, – экономия затрат. В начале 2001 года фирма Intel сообщила о намерении прекратить до октября повышение зарплаты ведущим специалистам, сократить прием новых работников, а также на 30% снизить затраты на оплату сверхурочной работы, командировок, переездов на новое место работы и курсов повышения квалификации. Руководство фирмы надеется, что эти меры помогут сохранить на требуемом уровне капитальные затраты и расходы на НИОКР: только на программу освоения 0,13-мкм технологии и перехода к 300-мм пластинам Intel планирует затратить 7,5 млрд. долл. "Тусклый" с точки зрения экономических показателей год для компании обусловлен не только общими экономическими факторами. Ухудшению показателей способствовали нарушение сроков окончания разработки микропроцессора Pentium 4 и непоследовательная стратегия при выборе используемого типа памяти. Все это позволило фирме AMD опередить Intel с выпуском микропроцессоров семейства Athlon на частоту 1,33 и 1,3 ГГц\*. Ситуация, возможно, изменится во второй половине 2002 года, когда Intel выпустит набор схем Brookdale, ориентированных на поддержку основной памяти на базе синхронных ДОЗУ для процессоров P4. Появление же систем серии Northwood с DDR СДОЗУ, выполненных по 0,13-мкм технологии и превосходящих процессоры AMD как по высокому быстродействию, так и по низкой стоимости, позволит Intel восстановить свои позиции на рынке. Следует отметить, что о лидерстве в данной области той или другой фирмы говорить преждевременно. Их соревнование в области микропроцессоров длится давно и в обозримом будущем будет продолжаться. Несомненно, это нужно расценивать как положительный факт, поскольку AMD и Intel первыми проходят путь освоения гигагерцевого диапазона, который становится системным.

#### ЛИТЕРАТУРА

- M.Lowengard. Chip cycle forecasting. - Electronic Business, 2000, Dec.  
 B. McClean. 2001 IC Industry at the Crossroads. - Semiconductor International, 2001, Jan.  
 Status 2000.  
 Semi Growth to Slow to 7%. - Electronic Business Asia, 2001, May.  
[www.siliconstrategies.com/OEG20010109S1488](http://www.siliconstrategies.com/OEG20010109S1488)

\*ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2001, №1, с.72.

\*ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2001, №3, с.34.