◆ *ЖКИ: спрос растет, производство расширяется, цены падают. Но стоимость компонентов не снижается*

◆ *На рынке плоских индикаторов появляются новые конкуренты, но лидерство по-прежнему - за японскими фирмами*

◆ *Программа Министерства обороны США по развитию промышленности плоских индикаторов: исследования будут вестись по всем направлениям, но основные инвестиции направлены на переход к технологическому оборудованию третьего поколения*

◆ *США заинтересованы в сотрудничестве с азиатскими партнерами*

Рынок плоских индикаторов: состояние и перспективы развития

По мнению экспертов, в ближайшие годы наибольшим спросом на мировом рынке плоских дисплеев по-прежнему будут пользоваться ЖКИ, в частности для электронных записных книжек с высокой разрешающей способностью. Рынок таких устройств стремятся завоевать японские фирмы, активно совершенствующие и расширяющие производство ЖКИ. Не отстают от них и американские изготовители, чему в значительной мере способствует пятилетняя программа Министерства обороны США. Программа, на которую ассигновано 580 млн.долл., предусматривает увеличение доли изделий американского производства на мировом рынке с 3 до 15 процентов и создание крупной национальной промышленности по выпуску плоских дисплеев. Согласно исследованию ведущей американской маркетинговой фирмы Electronic Trend Publications, по мере расширения областей применения плоских дисплеев и завоевания ими лидирующего положения на рынке телевизоров и портативных компьютеров (*график1*) мировой объем их продаж к 2000 году достигнет 14 - 21 млрд.долл. (в зависимости от стоимости ЖКИ с АМА). Наибольшим спросом на мировом рынке плоских дисплеев до 2000 года по-прежнему будут пользоваться ЖКИ (*график 2*). По мнению экспертов фирмы Stanford Resources (США), в 1995-1998 годах мировой объем продаж ЖКИ возрастет с 9,96 до 16,98 млрд. долл. (*график 3*). Опрос, проведенный фирмой Dataquest (США), показал, что в 1994 году 71 процент потребителей ЖКИ приобретали монохромные панели, а цветные дисплеи в основном (более чем на 60 процентов) выполнялись на базе пассивных устройств.

Однако к концу столетия следует ожидать увеличения доли цветных дисплеев ЖКИ с АМА (*график 4*), широкое применение которых начнется в 1997 году.

Уже сейчас спрос на цветные ЖКИ с АМА на ТПТ и высокой разрешающей способностью для электронных записных книжек значительно превышает предложение. Это вызвано тем, что по сравнению с пассивными такие устройства имеют лучшие контраст и цветовую насыщенность, а также более естественные цвета. Кроме того, они могут воспроизводить движущиеся объекты, что позволяет использовать их для воспроизведения мультфильмов и видеоклипов. На спрос не влияет более высокая цена устройств по сравнению с пассивными ЖКИ (в среднем на 500 долл.) и такие достоинства последних, как большой срок службы батарей, малая толщина (1-2мм) и лучшая видимость при солнечном освещении.

Благодаря новым областям применения (например, в контрольно-измерительном оборудовании) сохранится спрос на небольшие, достаточно дешевые ЖКИ и монохромные дисплеи, которые все меньше и меньше используются в портативных компьютерах. Наблюдается рост спроса на дорогие индикаторы с высоким качеством воспроизведения, которые находят применение в системах комплексной обработки информации, в частности портативных системах типа "мультимедиа". В начале будущего десятилетия ЖКИ начнут широко использоваться в системах непосредственного взаимодействия с человеком (типа "рабочий стол"), которые в настоящее время выполняются на базе ЭЛТ.

С 1991 года наблюдается тенденция к снижению цен на ЖКИ (по оценкам фирмы Sharp, примерно на 20 процентов ежегодно), что обусловлено следующими тремя факторами:

- ❑ увеличение спроса и объема производства;
- ❑- появление на рынке новых поставщиков ЖКИ, что усиливает конкуренцию в этой области;
- ❑- освоение производства индикаторов по новым технологиям.

Фирма Fujitsu Microelectronics сообщила, что в 1995 году цены на ЖКИ с АМА для VGA-формата с размером экрана по диагонали 26,4 см снизятся по сравнению с предыдущим годом с 975 до 725-800 долл. (при продаже партий в 5 тыс.штук), а для SVGA-формата - с 1100 до 850-900 долл. (для таких же партий).

Основным препятствием расширению производства ЖКИ с АМА на ТПТ наряду с относительно низким выходом годных приборов (порядка 60, а в отдельных случаях до 75 процентов, в частности на фирме NEC,) по-прежнему остается высокая стоимость компонентов (цветных светофильтров, задающих ИС и приборов подсветки), на долю которой приходится практически 50 процентов стоимости индикатора. Несмотря на совершенствование технологии изготовления и появле-

ние на рынке новых поставщиков, цены на эти компоненты в ближайшие годы, вероятно, существенно не снизятся.

До недавнего времени практически все светофильтры изготавливали японские фирмы Dai Nippon Printing и Toppan Printing. Однако с середины 1994 года эти компоненты стали выпускать Shitoh Paint и Toray Industries. Фирма Sumitomo Chemical сообщила о вводе в строй предприятия, ежемесячный объем производства которого в 1995 году должен составить 200 тыс.цветных светофильтров. К середине 1996 года фирма планирует захватить четверть мирового рынка светофильтров. Чтобы сохранить свои позиции на рынке, фирма Dai Nippon приобрела оборудование, позволяющее одновременно изготавливать четыре цветных светофильтра диаметром 25 см, и усовершенствовала процесс создания светофильтров, что позволило снизить их цену на 20-30 процентов.

В ближайшие два-три года японские фирмы намерены значительно расширить производство ЖКИ с высокой разрешающей способностью для электронных записных книжек и тем самым сохранить лидерство на рынке ЖКИ (*табл. 1*). В частности, в середине 1995 года фирма NEC начала выпуск ЖКИ с АМА на ТПТ с размером экрана по диагонали 26,4 см на новом, третьем по счету предприятии по производству плоских панелей. Фирма Sharp построила завод третьего поколения и планирует увеличить капиталовложения в производство ЖКИ до 590 млн. долл. В целом, по оценкам аналитиков, в ближайшие годы ведущие японские фирмы вложат в наращивание производственных мощностей по выпуску ЖКИ с АМА на ТПТ 4,4 млрд.долларов.

Активизировалась деятельность южнокорейских фирм по производству ЖКИ с АМА на ТПТ, что, по мнению представителей фирмы Samsung Semiconductor, может в ближайшее время привести к перепроизводству ЖКИ. Объем продаж ЖКИ с АМА на ТПТ в 1995 году оценивается в 4,6 - 6 млн.штук, объем производства - в 9 - 14 млн. штук.

График 1

График 2

График 3

График 4

График 5

График 6

Предполагается, что несколько сгладить создавшуюся ситуацию удастся за счет освоения новых областей применения. Ведущие южнокорейские фирмы (Samsung, Hyundai Electronics и LG Electronics) вкладывают значительные средства в освоение производства ЖКИ. Руководство фирм Samsung и Goldstar заявило о том, что уже в 1995 году будет освоено массовое производство ЖКИ с АМА. Фирма LG Electronics планирует к концу 1995 года ежемесячно выпускать 500 тыс. ЖКИ с АМА на ТПТ, а к концу 1997 года увеличить объем выпуска в два раза, затратив 600 млн.долл. Этому будет способствовать и заказ на изготовление плоских панелей, полученный фирмой от Apple Computers. Ежемесячный объем производства фирмы Samsung к концу 1995 года достигнет 60 тыс. индикаторов. В 1996 году она предполагает построить новый завод, затратив 1,2 млрд.долл. Это вызывает беспокойство со стороны японских специалистов, поскольку южнокорейские фирмы в данной области могут достичь столь же больших успехов, как и в производстве ЗУПВ (на их долю приходится четверть мирового объема продаж таких схем, а Samsung является их крупнейшим поставщиком).

Вышли на рынок и тайваньские изготовители, успешно конкурирующие с южнокорейскими фирмами. В результате можно ожидать, что к 2000 году устройства с АМА станут самым популярным типом ЖК-индикаторов (*график 5*).

В настоящее время на мировом рынке плоских индикаторных панелей лидируют японские фирмы Sharp, Toshiba и Optrex, на долю которых приходится свыше 90 процентов мирового объема продаж этих устройств. По мнению американских экспертов, это обусловлено не более совершенной технологией, а лучшей системой сбыта и высокорентабельным крупносерийным производством, тогда как для американской промышленности характерны высокие издержки мелкосерийного производства в основном устройств военного назначения. Министерство обороны США

Таблица 1

Планы японских фирм по наращиванию производства ЖК-индикаторов с АМА на ТПТ

Фирма	Сроки наращивания мощностей	Ежемес. объем производства,тыс.шт.	Примечания
Sharp	Середина 1994 г	180	На новой линии действующего завода
	Конец 1994 г.	240	
	Конец 1996 г.	400	На намеченном к вводу в строй в середине 1995 г. новом заводе в префектуре Минэ (затраты - 530 млн.долл.)
NEC	1995 г.	150	На новом заводе в г.Акита, строительство которого планировалось начать в 1994 г.
	Вторая половина 1996 г.	280	
Display Technologies	Середина 1994	100	
	Начало 1995 гг.	200	

уже оснастило плоскими индикаторами семь типов военных самолетов и два типа танков. Пооценкам экспертов, в 1995-2000 годах среднегодовая потребностьвоенных ведомств в индикаторах составит всего 15 тыс.штук (в том числе устройств переднего обзора кабины пилота, а также центров коман- дования и управления). Поэтому военные ведомства заинтересованы в объединении военного и гражданского секторов с целью снижения производственных затрат и получения доступа к развитой и относительно недорогой технологии плоских индикаторов. В настоящее время ARPA совместно с фирмой Optical Imaging Systems финансирует строительство завода по мелкосерийному производству ЖК индикаторов с АМА. Ожидается, что правительство США поддержит предложение фирм AT&T, Xerox и Standish Industries по освоению экспериментального производства плоских индикаторов на паритетных началах.

Министерство обороны США, обеспокоенное отказом японских фирм от поставок в страну новейших типов плоских индикаторных панелей, разработало пятилетнюю (1994-1998 годы) программу, направленную на изменение ситуации, совершенствование и освоение производства собственных индикаторных устройств (*график 6*).

Как утверждают эксперты МО, в области плоских индикаторных панелей нет приоритетных технологий, поэтому исследования будут проводиться по всем направлениям. Большое внимание будет уделяться индикаторам с автоэлектронной эмиссией (МО уже выделило 1 млн.долл. на работы по созданию тонкопленочного алмазного катода для таких устройств). Предполагается, что эти индикаторы благодаря большей яркости при меньшей потребляемой мощности составят конкуренцию ЖКИ с АМА. Кроме того, стоимость исходных материалов для таких индикаторов меньше, чем для всех остальных современных цветных плоских индикаторов (табл.2). В результате индикатор с автоэлектронной эмиссией сравним по стоимости с пассивным ЖК индикатором и на 20 процентов дешевле ЖК с АМА.

Министерство энергетики США планирует затратить еще 10 - 20 млн.долл. на продолжение работ по совершенствованию плазменных панелей цветных плоских индикаторов больших размеров и устройств с автоэлектронной эмиссией. В продвижении плоских индикаторных панелей на мировой рынок примет участие и Министерство торговли США, в рамках новой программы которого будут приняты меры по централизации правительственных закупок и увеличению объема экспорта. Все эти меры должны способствовать увеличению к 1998 году доли США на мировом рынке индикаторных устройств до 15 процентов (против 3 процентов в 1994 году).

Ожидается, что к 2000 году в США введут в строй четыре завода по крупносерийному производству плоских индикаторов, на что будет затрачено 400 млн.долл. По мнению ряда экспертов, чтобы повысить эффективность программ по расширению производства плоских индикаторов, необходимо учитывать перспективы партнерства Американского консорциума индикаторных устройств (USDC) и ведущих азиатских изготовителей плоских дисплеев, которые непрерывно наращивают свои мощности (табл.3). Такое решение обусловлено следующими факторами. Чтобы занять ведущее положение на мировом рынке плоских дисплеев, объем продаж изделий американского производства должен составить 1,5 - 3 млрд.долл. (или 10-15 процентов мирового рынка). Для

этого ежемесячный выпуск плоских дисплеев для портативных компьютеров должен быть равен 300 тыс.шт., что примерно соответствует производительности предприятий мирового лидера в этой области - фирмы Sharp - в 1995 году. По мнению экспертов, развертывание в США предприятий такого класса будет в большей степени способствовать формированию инфраструктуры промышленности плоских индикаторных панелей, чем любые финансируемые правительством опытные линии.

В настоящее время основные инвестиции направлены на переход к технологическому оборудованию третьего поколения, которое позволяет одновременно изготавливать шесть панелей размером 26,4 см (против четырех панелей для второго и двух панелей для первого поколений). Ожидается, что этот переход будет завершен к 2000 году. Если предположить, что такое предприятие должно быть введено в строй в 1998 году (с учетом 18-месячного периода строительства), решение об инвестировании следует принять в 1996 году. Поскольку минимальные затраты на строительство и ввод в строй предприятия второго поколения с меньшей производительностью составляют 300 тыс.долл., инвестиции на строительство предприятия третьего поколения, вероятно, превысят 750 млн. долларов.

Таблица 2

Затраты на производство цветных плоских индикаторов (при ежегодном объеме 480 тыс.шт. и выходе годных 80%), млн.долл.

Тип индикатора	Стоимость материала	Трудозатраты	Накладные расходы	Итого
ЖКИ				
пассивные	272-372	6	68-84	346-462
с АМА	315-491	10	109-136	434-637
Тонкопленочные ЭЛ	243-369	15	66-80	324-464
С автоэлектронной эмиссией	190-299	16	136-169	342-484

Таблица 3

Наращивание мощностей азиатских фирм по производству плоских дисплеев в 1994-1995 гг. (данные фирмы Nikkei Microdevices)

Фирма	Размер пластины, мм	Капиталовложения в производство, млн.долл.	Выпуск панелей в 1994 г., тыс.шт.	Сроки освоения массового производства, месяц, год	Серийный ежемесячный выпуск*, тыс.шт.
NEC	360x465	350	40	1994	90
NEC	360x465	-	50	Конец 1994	120
DTI	360x465	300	200	Июнь 1994	200
Hitachi	360x465	300	30	Июнь 1994	110
Sharp	360x465	250	50	Май 1994	180
Sharp	500x600	475	100	1995	200
Hoshide	360x270	180	80	1993	150
Casio	320x400	250	12	Январь 1994	24
Fujitsu	300x400	390	15	Март 1994	100
Sanyo	300x400	200	13	Август 1993	50
Goldstar	360x465	430	-	1995	500
Samsung	360x465	400	-	1995	500

* Размер экрана по диагонали 24,5 см.

По мнению американских специалистов, строительство предприятия третьего поколения только на собственные средства - весьма рискованный шаг, поскольку промышленное освоение ряда технологических операций на предприятиях по производству плоских дисплеев второго поколения ожидается лишь в середине 1995 года. Поэтому единственная возможность для США преодолеть разрыв между предприятиями двух поколений - выбор в качестве партнера азиатского изготовителя плоских дисплеев. Однако пока не ясно, заинтересуются ли они таким предложением.

Среди крупнейших японских (Sharp, NEC, DTI) и южнокорейских (LG Electronics и Samsung) фирм - изготовителей плоских индикаторов наиболее вероятным партнером консорциума USDC может стать фирма DTI, 50 процентов акций которой принадлежит IBM. Менее крупные изготовители могут проявить большую готовность участвовать в создании совместного предприятия, чтобы увеличить свою долю на мировом рынке и обеспечить конкурентоспособность своих изделий. К потенциальным партнерам относят также фирмы Hoshiden, Hitachi, Fujitsu и Sanyo.

Н.Д.Гузенкова

Литература

Electronic Business Buyer, 1995, v.21, pp.67-71.
Inside R&D, 1994, v.23, N 36, pp.2,3.
Computer Design's, 1994, v.33, N 8, pp.11-19.
Electronic Engineering Times, 1994, N 811, pp.43,46,74.
Electronic Engineering Times, 1994, N 819, pp.14,27,30.
Electronic News, 1994, v.40, N 2039, pp.2,86.
Electronic Engineering Times, 1994, N 795, pp.1,8.
New Scientist, 1994, v.141, N1925, pp.10,11.
Electronic Engineering Times, 1994, N 778, pp.16,19.
Optoelectronic Report, 1994, v.1, N4, p.1.
Electronic News, 1994, v.40, N2022, pp.1,8.
Inside the Pentagon, 1994, v.10, N42, pp.3,4.
Journal of Electronic Defence, 1994, v.14, N10, pp.87-94.
Photonics Spectra, 1994, v.28, N6, pp.52,53.
Electronics, 1994, v.67, N15, p.5.
Defence news, 1994, v.9, N22, p.22.

Хорошие перспективы для формирования рынка GaAs ИС

Многие годы арсенид галлиевые ИС рассматривались как приборы будущего, привлекая внимание разработчиков аппаратуры высокой рабочей частотой и КПД, а также низкой чувствительностью к шумам. До последнего времени такие ИС в основном применялись в оборудовании военного и аэрокосмического назначения, где требовались высокие быстродействие и помехоустойчивость. Однако стоимость схем с такими характеристиками достаточно высока. Это не позволяло GaAs ИС успешно конкурировать на рынке изделий гражданского назначения, где доминируют значительно более дешевые ЭСЛ и БиКМОП схемы.

Ожидается, что спрос на GaAs схемы будет постоянно расти. Это объясняется, во-первых, увеличением потребности в полупроводниковых приборах в целом, особенно со стороны изготовителей систем связи, где арсенид галлиевые ИС находят широкое применение. Во-вторых, технология изготовления этих схем отработана и используется основными поставщиками уже много лет (т.е. существует хорошо налаженная инфраструктура производства и достаточные мощности для его расширения).

Изменение ситуации на рынке арсенид галлиевых ИС особенно хорошо видно на примере трех крупнейших изготовителей: фирм Anadigics, Triquint Semiconductor и Vitesse Semiconductor, которые успешно перешли на выпуск изделий гражданского назначения. Если в начале 90-х годов перед этими фирмами стоял вопрос: как выжить, то теперь он звучит иначе: как за квартал увеличить объем производства в шесть раз?

Основным преимуществом поставщиков арсенид галлиевых схем для систем проводной и беспроводной связи перед изготовителями КМОП ИС является достаточные для наращивания производства мощности. Так, фирма Vitesse Semiconductor обрабатывает на своих предприятиях в два раза меньше пластин, чем в 1992 году, но при этом доходы ее растут. Успех фирмы объясняется совершенствованием системы управления производством специализированных схем, что обеспечивает максимальное использование мощностей предприятий в г. Камарилло, шт. Калифорния.

Руководство фирмы стремится к достижению высоких экономических показателей для каждой разработки, соотнося доходы с временем, требуемым для технической реализации проекта. Серьезное внимание уделяется проблеме выбора приоритета планируемых работ: следует ли сосредоточить усилия на разработке заказного изделия, продажа которого быстро принесет фирме высокий