

Проекционные и нашлемные дисплеи и перспективы на рынке

Н. Соловьева

Проекционные дисплеи — одно из наиболее перспективных устройств отображения информации. Рост их рынка превзошел все ожидания. Предполагалось, что в 2000-м объем продаж этих систем достигнет 4 млрд. долл. Однако уже в 1995 году этот показатель был превзойден, причем существенно (на 0,6 млрд. долл.). Согласно новому прогнозу, к 2000 году будет пройден рубеж в 6 млрд. долл. Объем продаж в количественном выражении растет еще быстрее, поскольку цены на проекционные дисплеи постоянно снижаются...

В настоящее время стоимость проекционных дисплеев на рынке колеблется от 1 тыс. (для портативных проекционных телевизоров и диаскопических панелей) до 500 тыс. долл. (для проекционных систем специального назначения с расширенными возможностями). Последние наряду с бытовыми системами занимают все более важное место на рынке. По оценкам фирмы In Focus Systems, доля проекционных систем в общем объеме продаж устройств для представления деловой информации (6,5 млрд. долл.) составляет 12% (по 32% приходится на долю бумажных носителей и 35-мм слайдов).

Фирма Stanford Resources оценивает долю электронных средств представления деловой информации в 24%, при этом 13% принадлежит собственно проекционным системам и 11% — программным средствам представления данных. Из проданных в 1995 году 85 тыс. проекционных устройств 60% были выпущены пятью крупнейшими изготовителями: фирмами In Focus Systems, Proxima, Sharp, Panasonic, Sanyo.

Особое внимание фирмы-изготовители уделяют уменьшению габаритов этих систем (до размеров традиционных проекторов для 35-мм слайдов). По прогнозам, в 1995—1998 годах их габариты и масса уменьшатся на одну треть при одновременном снижении стоимости и увеличении разрешающей способности и яркости.

По оценкам специалистов In Focus Systems, в конце 1996 года эффективность проекционных систем должна была достичь 2 лм/Вт (против 1 лм/Вт в конце 1995 года), а в последующие годы — 3—4 лм/Вт.

Ожидается также линейная зависимость между световым потоком и стоимостью прибора — примерно 40—50 долл./лм.

На рынок выпускаются шесть основных типов проекционных дисплеев (табл.). Большая часть их продаж приходится на системы для телевизоров с большим экраном, поскольку альтернативы для воспроизведения изображения на экране с размером по диагонали не менее 127 и 152 см на ближайшие 5—10 лет нет. Единственное исключение — опытные образцы плазменных панелей, но они пока проигрывают проекционным из-за относительно низкого разрешения.

Лидирующее положение на рынке проекционных телевизоров занимают рирпроекционные системы, в которых для формирования изображения, как правило, используются три монохромные (красная, зеленая и синяя) ЭЛТ, каждая с размером экрана по диагонали 10—18 см. Еще недавно такие системы были довольно дорогими и характеризовались относительно низкими яркостью и качеством изображения. Именно поэтому системы с размером экрана более 127 см не пользовались большим спросом на рынке. Благодаря совершенствованию ЭЛТ, опти-

ческой и электронной систем проекционных телевизоров удалось улучшить качество и уменьшить габариты таких систем. Если ранее они занимали буквально полкомнаты, толщина последних моделей не превышает 50 см. Цены на рирпроекционные системы в 1995 году снизились с 5 тыс. до 2,5 тыс. — 3 тыс. долл. В 1995 году в США было продано 750 тыс. таких систем (3% от общего объема продаж телевизоров).

Фронтпроекционные телевизоры на ЭЛТ с расширенными возможностями стоимостью от 50 тыс. до 100 тыс. долл. пригодны для установки как в жилых домах, так и в общественных помещениях. По качеству воспроизводимого изображения они сопоставимы с традиционными проекционными устройствами. Поэтому такие телевизоры можно использовать в основном для отобра-

Прогноз структуры рынка по типам проекционных систем (данные фирмы Stanford Resources)

Тип проектора	Изменение объема продаж по годам, млн. долл.					
	1992	1995	1996	1998	2000	2001
На ЭЛТ: рирпроекционные фронтпроекционные	1766	2300	2468	2736	3057	3239
	245	305	319	348	379	396
На ЖКИ: рирпроекционные фронтпроекционные диаскопические светоклапанные	—	1	4	32	113	171
	454	1043	1169	1377	1511	1570
	345	815	845	876	862	857
	61	109	128	158	195	218
Всего	2871	4573	4933	5527	6117	6451

жения деловой информации. Однако спрос на них пока невелик.

Сейчас активно ведутся работы по совершенствованию существующих и созданию новых технологий для проекционных систем. К числу наиболее интересных разработок относится игровая система фирмы Pioneer Electronic. Она выполнена на базе ЭЛТ с размером экрана по диагонали 51 см и вогнутого зеркала, позволяющего формировать яркое изображение на проекционном экране с диагональю 102 см. По сравнению с разработанными ранее проекционными дисплеями на ЭЛТ, новая система занимает меньшее пространство, характеризуется меньшими потерями яркости и разрешения. В будущем на ее основе планируется создавать проекционные дисплеи для систем автоматизированного проектирования и управления производством. Фирма планирует ежемесячно выпускать 1 тыс. таких дисплеев. По мнению специалистов фирмы Stanford Resources, весьма интересны и перспективны для проекционных систем ЭЛТ с лазерным сканированием при использовании инжекционных лазеров с прямыми переходами.

Проекционные системы на ЖКИ характеризуются большим экраном, компактностью и малой массой. Однако для этого класса устройств остается ряд нерешенных проблем, в том числе и недостаточно высокая яркость. Тем не менее в будущем они, вероятно, смогут успешно конкурировать с системами на базе ЭЛТ и захватить половину рынка проекционных устройств. Наиболее популярны фронтпроекционные системы на ЖКИ с АМА, изготавливаемые в основном с тонкопленочными полупроводниками на аморфном кремнии (фирмы Sharp, Toshiba и Hitachi). В последнее время появились устройства на ЖКИ с АМА и ТПТ на поликремнии (фирмы Seiko-Epson, Sony, Toshiba и Sarif), а также на сегнетоэлектрических ЖКИ. Пока они слишком дороги и потому находят применение главным образом как устройства делового и специального назначения.

На фирме NTT разработано проекционное устройство на основе ЖКИ для систем видеоконференц-связи, создающее эффект присутствия. Размер экрана по диагонали

равен 2,8 м, информационная емкость — 4 млн. элементов изображения (в четыре раза больше, чем у проекционных систем для ТВЧ). Метод чересстрочного проецирования позволяет разместить четыре элемента изображения на площади, занимаемой одним элементом в традиционных системах. Угол обзора на расстоянии 2 м равен 60° (против 10° для систем NTSC-стандарта и 30° для приемников ТВЧ).

Активно ведутся работы по повышению яркости проектора на основе ЖКИ. Так, на фирме Dai Nippon Printing разработан голографический оптический элемент, в три раза увеличивающий яркость таких устройств. Благодаря этому они могут работать при высокой освещенности. Голографический элемент отражает свет на длинах волн, соответствующих красному, зеленому и синему излучению, и концентрирует излучение каждой длины волны, что устраняет необходимость применять светофильтры и исключает потери света на поглощение.

Интерес для пользователей представляет разработанный на фирме Mitsubishi Electric высоконадежный тонкий бесшовный полиэкраный проекционный дисплей на основе ЖКИ, работающий при высокой освещенности. В рирпроекционном дисплее используется мультипроекционный метод, устраняющий появление на полиэкране сетки в результате наложения панелей друг на друга, зазоров между ними и неоднородной яркости соседних панелей. С помощью новой бесшовной технологии на основе 16 ЖКИ экранов с диагональю 38 см создан опытный образец дисплея с размером экрана по диагонали 152 см и информационной емкостью 2560×1920 элементов изображения. Дисплей предназначен для систем комплексной обработки информации, где требуются крупноформатные высоконадежные средства отображения. Его можно также использовать для уличной рекламы и на стадионах.

Объем выпуска крупноформатных светоклапанных проекционных систем пока невелик. Предназначены они в основном для воспроизведения телевизионных программ, хотя весьма перспективны для применения в авиатренажерах и развлекательных систе-

мах, в частности в электронных кинотеатрах. В таких системах изображение преобразуется в цифровые данные, которые через спутниковую систему передаются в кинотеатр и воспроизводятся на экране с помощью цифрового проектора. Это позволит существенно сократить затраты на прокат фильмов: кинопленка с записанным фильмом стоит около 20 тыс. долл. и ее можно использовать не более 10 раз, а цифровую запись — намного больше. Ожидается, что электронные кинотеатры, оснащенные светоклапанными проекторами, появятся к 2000 году.

Наряду с совершенствованием традиционных технологий ведется разработка новых. На совместном предприятии фирм Hughes Aircraft и JVC создан проектор на основе гибридного усилителя яркости изображения, объединяющий ксеноновую лампу, три ЭЛТ и ЖК-светоклапанную систему. Световой поток проектора равен 1000—2500 лм (против 200—300 лм для устройств на основе ЭЛТ, 900 лм — на основе ЖК-индикаторов и 1300—2000 лм для светоклапанных систем со светофильтром переменной плотности на масляной пленке).

На фирме Texas Instruments по заказу DARPA разработана новая проекционная система с высоким разрешением, воспроизводящая изображение на экране с размером по диагонали до 1,5 м. В ней использован микромеханический пространственный модулятор, отстоящий от проектора на 3,5 м. Эффективность системы достигает 80% при линейной зависимости яркости от разрешающей способности. Новая система выполнена на основе двухмерной матрицы алюминиевых мини-зеркал со стороной квадрата 17 мкм. Благодаря разработке схемы мультиплексируемой памяти удалось исключить применение элемента памяти для каждого зеркала. В результате схема управления системой с информационной емкостью 864×576 элементов изображения содержит всего 500 тыс. транзисторов вместо 2 млн. в предшествующей схеме. Вся система управления монтируется в 96-выводной корпус размером 15×13 мм.

Специалисты Texas Instruments недавно продемонстрировали опы-

тний
вой
сзда
логи
екци
онно
тов и
полап
систе
изобр
по д
ство
режде
автом
ления
Пр
подси
светов
инфор
480 э
имост
фирме
нирую
Focus
Зако
няя пр
и Ма
кого и
екцион
ления,
вано I
плей и
"разум
(Smart
ботчик
ключает
таллич
и при
пластик
транзи
технол
высоки
воляет
тов, а т
расход
состав
ти прое
важное
логии
логичес
рифери
на одной
и элем
личивает
изображ
пее и
световог
система
фирмы F
Предс
диспле
сий и Ж
лимером
фирм M

тный образец подсистемы цифровой обработки светового сигнала, созданной на основе новой технологии. Она предназначена для проекционной системы с информационной емкостью 1280x1024 элементов изображения. В будущем предполагается создать проекционную систему для воспроизведения ТВЧ изображения на экране с размером по диагонали 1,2—1,5 м. Устройство перспективно также для учреждений и промышленных автоматизированных систем управления.

Производство проекционной подсистемы цифровой обработки светового сигнала типа D-400 с информационной емкостью 640 x 480 элементов изображения (стоимостью 9,5 тыс. долл.) освоено на фирме nView. Такие системы планируют выпускать также фирмы In Focus Systems и Proxima.

Закончена совместная трехлетняя программа фирм Korip, Philips и Массачусетского технологического института по разработке проекционных дисплеев нового поколения, на которую было ассигновано 12,4 млн. долл. Новый дисплей изготовлен с помощью метода "разумного плавного переноса" (Smart Slide), предложенного разработчиками фирмы Korip. Он заключается в переносе с монокристаллической кремниевой подложки и приклеивании на стеклянную пластину слоя с тонкопленочными транзисторами. Применение такой технологии не только обеспечивает высокий выход годных, но и позволяет уменьшить размеры элементов, а также значительно сократить расходы на оптические системы, составляющие около 70% стоимости проекционного дисплея. Другое важное достоинство новой технологии — возможность размещения логических схем управления по периферии индикатора. Объединение на одной пластине схем управления и элементов изображения увеличивает линейную плотность изображения в 10 раз. В новом дисплее использованы архитектура светового клапана и проекционная система с уменьшенным растром фирмы Philips.

Представляют интерес также дисплеи с автоэлектронной эмиссией и ЖКИ с распределенным полем. Эта недорогая технология фирм Mitsubishi и Ashahi Glass по-

зволяет получать высокую яркость свечения, но пока при малом контрасте (50:1) и низком быстродействии.

В ближайшее время ожидается появление бытовых проекционных систем для автомобильных навигационных систем, проецирующих характеристики и сообщения на ветровом стекле автомобиля, а также для наשלемых индикаторов, воспроизводящих изображение на сетчатке глаза пилота. Последние заменят созданные более 30 лет назад индикаторы лобового стекла кабины самолета, позволяющие пилоту одновременно видеть окружающее пространство и необходимую для полета информацию. К настоящему времени в летательных аппаратах (в том числе винтокрылых, истребителях F-15, F-16 и военно-транспортных самолетах C-17) используется свыше 10 тыс. индикаторов этого типа. Однако они монохромны и неудобны в работе, поскольку при считывании информации пилот не может изменять положение головы.

Осваивается производство наשלемых устройств, имеющих существенные преимущества перед индикаторами лобового стекла кабины самолета, в том числе угол зрения не менее 20° и круговой угол обзора открывающейся перспективы. В результате пользователь может считывать информацию при любом положении головы. Новые наשלемые индикаторы отображают показания бортового авиационного оборудования и данные о цели. В них предусмотрены средства быстрого отключения питания и защиты, если пилоту необходимо срочно покинуть самолет.

В современных наשלемых индикаторах в основном используются миниатюрные ЭЛТ, которые обеспечивают отображение информации с высоким разрешением и яркостью. Формируемая ЭЛТ картина диаметром 1,2—2,5 см проецируется или передается с помощью оптического сумматора на панель управления. Нашлемные индикаторы подобного типа выпускают фирмы Honeywell, GEC-Marconi Avionics, Sextant Avionique и Kaiser Electronics. По оценке экспертов, только в летательных аппаратах НАТО и Израиля установлена 1 тыс. таких индикаторов. Подобными устройствами оснащены и россий-

ские самолеты-истребители, в частности МиГ-29.

В наשלемых индикаторах, помимо монохромных ЭЛТ, стали применять и ЭЛТ с VGA-разрешением и последовательно переключаемыми светофильтрами фирмы Tektronix.

Больших успехов достигли специалисты Исследовательского центра Льюиса, разработавшие наשלемые индикаторы с высокой яркостью и разрешением, формирующие изображение, близкое к реальному. Две миниатюрные ЭЛТ обеспечивают широкий угол обзора, сопоставимый с углом обзора человеческого глаза, и разрешение до 2 тыс. строк. Яркость опытного образца индикатора с экраном размером 5,1x3,8 см и информационной емкостью 640x480 элементов изображения позволяет четко видеть проецируемое изображение (с 20—50-кратным увеличением), формирующее виртуальную картину окружающего пространства.

В каждой ЭЛТ — один электронный прожектор (вместо трех в традиционных устройствах), что позволяет существенно уменьшить их габариты и упростить систему развертки. Цветное изображение формируется с помощью подвижной щелевой маски, расположенной между прожектором и люминофорными полосками на экране. Причем значения ширины щелей и люминофорных полосок приблизительно равны. В соответствии с ориентацией щелей маски относительно зеленых, красных или синих люминофорных полос записывается зеленое, красное или синее поле. В будущем планируется синхронизировать излучение пучка с местоположением щелей над полосами, устранить возникающие на экране муаровые интерференционные полосы и снизить потребляемую мощность ЭЛТ за счет лучшего совмещения щели и люминофорных полос.

Поскольку большинство наשלемых индикаторов выполнено на базе хрупких, потребляющих большую мощность 2,5-см ЭЛТ, масса которых достаточно велика, ведется интенсивный поиск альтернативных технологий. Заслуживают внимания наשלемые индикаторы на основе ЭЛ и ЖК устройств.

На фирме Planar Systems разработан цветной ЭЛ индикатор с

АМА информационной емкостью 640x480 элементов изображения и размером экрана по диагонали 1,8 см. Толщина индикатора — 3 мм, масса — всего 4 г. При использовании соответствующей оптической системы воспринимаемое пилотом изображение, воспроизводимое на расстоянии 1 м, сопоставимо с картинкой ТВ экрана диагональю 54 см. Выпуск монохромных нашлемных дисплеев этого типа должен был начаться в III кв. 1996 года (цена 1 тыс. долл.), цветных устройств — в I кв. 1997-го.

На фирме Kaiser Electronics (США) разработан нашлемный индикатор с оптическими затворами на основе сегнетоэлектрического ЖК материала, а на фирме Displaytech — на основе такого же материала индикатор с АМА с размером экрана по диагонали 1,3 см.

Другую технологию изучают специалисты Центра аэронавигационных систем, использующие метод "вычитания" цвета (как в фотографии для формирования цветного изображения) и создавшие на его основе миниатюрный цветной ЖКИ с АМА, воспроизводящий яркое изображение даже при чрезвычайно высоком уровне освещенности окружающей среды.

Разрабатываются миниатюрные ЖКИ с элементами АМА на монокристаллическом кремнии, названные «пространственными модуляторами света» (ПМС). В отличие от традиционных ЖКИ с АМА, в которых для переключения элементов изображения применяются матрицы транзисторов и электродов, изготовленных на стеклянной подложке, в ПМС транзисторы и управляющие электроды формируются на монокристаллической кремниевой пластине. Это увеличивает выход годных приборов и, следовательно, снижает стоимость устройства. Преимущество по стоимости усиливается при изготовлении на кристалле задающих схем (вместо монтажа на стеклянную подложку). ПМС отличаются от традиционных ЖКИ компактностью и быстродействием (время переключения порядка 1 мкс). Они выполняются на основе ЖК материала, расположенного между кремниевой подложкой и стеклянной пластиной. Предпочтение здесь отдается сегнетоэлектрическому ЖК

материалу (би- или моностабильному), обеспечивающему высокое быстродействие. Используются также ПМС с полевым эффектом, в которых все электроды изолированы от ЖК материала. Это защищает его от повреждений и снижает потребляемую мощность. Чтобы обеспечить максимальное отражение от ячейки, на поверхность кристалла осаждают алюминиевую металлизацию. Для получения видимого изображения на передней поверхности индикатора устанавливают поляризатор.

По новой технологии в Исследовательском центре GEC-Magconi (Великобритания) на кристалле со стороной квадрата 10 мм изготовлен индикатор с информационной емкостью 176x176 элементов изображения. Цветное изображение формируется с частотой 333 Гц при скорости обновления информации 1 кГц путем последовательного освещения ячеек красным, синим и зеленым СИД. Специалисты Центра разработали также индикаторы с информационной емкостью 512 x 512 и 768x576 элементов изображения размером 18x20 и 14x14 мм соответственно. На базе второго индикатора предполагается создать цветной дисплей с VGA/PAL-разрешением, промышленное освоение которого запланировано на 1997 год.

В дальнейшем усилия специалистов будут направлены на уменьшение массы индикаторов до менее 1,6 кг. Так, на фирме Honeywell по контракту с исследовательским центром Армии США ведутся работы по созданию миниатюрного плоского нашлемного индикатора на основе ЭЛ формирователя изображения с АМА и оптических систем малой массы. Поле обзора индикатора, появившегося на рынке в конце 1995 года, — 52x35мм. Для получения высокого быстродействия в нем использованы скоростные методы обработки изображения.

Индикатор с рекордно малой массой (всего 300 г, со шлемом — 1,3 кг) разработан на фирме DRA Farnborough. Индикатор выполнен на базе ЭЛТ диаметром 17,5 мм (диаметр экрана — 12,5 мм).

Большое внимание уделяется созданию виртуальных панорамных дисплеев. В лаборатории Амстронга BBC США на основе нашлемно-

го индикатора VI-CAT разработан дисплей, обеспечивающий круговой обзор. Он выполнен на базе миниатюрной ЭЛТ диаметром 23 мм. В будущем в нем предполагается использовать ЖКИ и ЭЛ индикаторы с АМА. Сейчас проводятся наземные испытания дисплея.

Нашлемный монохромный дисплей на основе GaAs СИД матрицы размером 3x5 см с информационной емкостью 320x240 элементов изображения фирмы Motorola формирует виртуальное изображение с диагональю 91 см.

По прогнозам, к 2005 году появятся дисплеи, воспроизводимое изображение которых не будет отличаться от реального, т.е. устройства, выполняющие функции второго зрения пилота.

В области создания виртуальных дисплеев коллективного пользования, которые можно использовать без специальных очков и нашлемных приспособлений, больших успехов достигли специалисты фирмы Alternate Realities, выпустившей на рынок проекционную систему на основе сферического экрана. Система получила название VisionDome. Она формирует виртуальное изображение для группы из тридцати человек. Полусферический проекционный экран диаметром 4,9 м находится под углом 45° к пользователям, почти полностью охватывая их поле зрения (до 220°). Для системы была разработана полусферическая линза, проецирующая изображение без искажений и связанная со стандартной проекционной ТВЧ системой. Для получения изображения используется обычная или ТВЧ камера. Можно использовать и компьютерную графику, анимацию. Цена системы — 280 тыс. долларов.

Для получения виртуальной реальности, не отличимой от действительности, необходимо в 10 раз повысить разрешение и в четыре раза увеличить частоту регенерации. В будущем для системы планируется использовать дисплеи с автоэлектронной эмиссией. Готовится к производству система со сферическим экраном диаметром 7 м для 35 человек. Планируется освоить производство небольших систем для одновременного применения тремя-четырьмя пользователями.