

# СРЕДСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

*Есть, чего ждать и смотреть*

**В 1999 году Российская национальная ассоциация производителей, продавцов и пользователей дисплеев “ДисплейСоюз” и Российское отделение Общества информационных дисплеев (SID) активно пропагандировали достижения российских разработчиков средств отображения информации на конференциях и выставках, организуемых SID. В России и странах СНГ ведутся практически все направления дисплейных разработок. И многие из этих разработок не уступают по своему уровню зарубежным, а некоторые превосходят их или не имеют зарубежных аналогов.**

Sumitomo: в полимерных пленках на различных расстояниях от поверхности формируются рельефы с разными периодами, которые соответствующим образом и меняют показатель преломления.

Особое внимание уделяется сегодня разработке ЖК-панелей с большим экраном. Как следует из доклада на конференции “Евро-Дисплей’99” Пола Боннета (Европейская лаборатория фирмы Sharp), самая большая пассивно-управляемая панель на основе супертвист-эффекта (21,4” по диагонали) создана специалистами Sharp. В ней использован так называемый Sharp-метод адресации, позволяющий подавать управляющий сигнал одновременно на несколько строк. Самая большая единичная активно-управляемая ТПТ-панель изготовлена на фирме Samsung. Ее размер по диагонали равен 30”, информационная емкость – 1600x1200 пикселей, яркость – 250 кд/м<sup>2</sup>. Но для получения дисплеев с действительно большими экранами (размер по диагонали более 39”) пока необходимо стыковать несколько панелей. Так, на фирме Sharp путем соединения с зазором 30–40 мкм двух ТПТ-панелей с размером по диагонали 29” получен 40”-дисплей. А образец самого большого составного ЖК-дисплея (диагональ 90”) создан на Fujitsu. Он состоит из 48 ТПТ-панелей размером 10,4” каждый, его информационная емкость – 4960x2790 (14 млн.!) пикселей.

На состоявшихся в прошедшем году европейских конференциях, посвященных современным средствам отображения информации\*, по-прежнему основное внимание уделялось проблемам совершенствования **жидкокристаллических дисплеев (ЖКД)**. Так, несомненный интерес вызывают способы увеличения контраста ЖКД и улучшения их угловых характеристик, рассмотренные на берлинской конференции “ЕвроДисплей’99”. Представитель фирмы Bosh (ФРГ) Г. Хаас расчетным и экспериментальным путем показал, что при планарной адресации (In-Plane-Switching – IPS) двухдоменной твист-ячейки с двухосными фазовыми пленками (компенсаторами) значение контраста в диапазоне углов от  $\pm 80^\circ$  по горизонтали и  $\pm 40^\circ$  по вертикали может превысить 10:1 без его инверсии. Это значит, что в широком диапазоне углов можно отображать информацию с не менее чем восемью уровнями любого цвета.

А Йос Ван Хаарен из Исследовательских лабораторий компании Philips (Нидерланды) сообщил о возможности получения необходимого контраста в широком диапазоне углов или высокой интенсивности отраженного циркулярно-поляризованного света благодаря неоднородной ориентации палочкообразных или дисковидных молекул в органических пленках (фольгах). Рассматривая проблему повышения контраста, нельзя не упомянуть о российско-швейцарском приоритете в области так называемых 100%-ных поляризаторов на основе пленок холестерических жидких кристаллов.

Другая проблема, стоящая перед производителями ЖКД – улучшение равномерности освещенности элемента изображения. Оригинален способ ее решения, предложенный японской фирмой

Десять лет назад разработчики ЖК-дисплеев, способных воспроизводить ТВ-кадры, большие надежды возлагали на сегнетоэлектрические ЖК-устройства с временем переключения несколько микросекунд. В середине 90-х годов фирмой Canon были созданы образцы монохромного и цветного дисплеев этого типа с размером по диагонали 24” и 21”, соответственно, но промышленное производство их не было освоено из-за проблем, связанных с передачей градаций серого. Сегодня для создания полноцветных больших дисплеев с малым временем переключения перспективной считается плазменная адресация ЖК-элементов. Самый большой полноцветный дисплей (17” по диагонали) такого типа с 256 уровнями серого цвета и 720x916 пикселями разработан на фирме Sony. В области ТВ-дисплеев Sharp проводит стратегию, направленную на замену ЭЛТ ТПТ ЖК-устройствами с диагональю до 30”, на увеличение конкурентоспособности плазменно-адресуемых ЖКД по сравнению с газоразрядными панелями размером от 40” до 60” и на разработку проекционных устройств для отображения картинок размером более 60”.

По мнению Бернхарда Шойбле (фирма Merk, ФРГ), приоритетная задача в области ЖК-материалов – поиск новых материалов для дисплеев с вертикальной (гомеотропной) и планарной (IPS) адресацией, наряду с уменьшением рабочего напряжения панелей с активно-матричной или ТПТ-адресацией для ноутбуков, мобильных телефонов и т.п. Совершенствованию дисплеев на основе жидких кристаллов с твист-эффектом, а также компенсирующих пленок будет уделено меньше внимания, хотя первые по-прежнему перспективны для применения в индикаторных устройствах мобильных телефонов. Об этом свидетельствует прогноз увеличения к 2005 году доли уст-

\*“Электроника: Наука, Технология, Бизнес”, 2000, №1 с.72–74.



роиств с вертикальной ориентацией в общем объеме продаж ЖКД практически с нуля до 18%. Работы в этом направлении ведутся в белорусском НИИ прикладных физических проблем, Университете Тохоку (Япония) и на фирме Samsung Electronics. Стоит также отметить разработки Штутгартского университета (ФРГ) по применению полиграфических технологий – флексографии и ламинирования – для нанесения ориентантов, заполнения жидких кристаллов и герметизации при изготовлении дисплеев на пластмассовых подложках с сегнето- или антисегнетоэлектрическими жидкими кристаллами.

Выставки 1999 года продемонстрировали стремительное продвижение современных технологий. Интересные результаты получены учеными Кембриджского университета при объединении жидкокристаллической и люминесцентной технологий. В обычном ЖКД излучение подсветки модулируется ЖК-ячейкой, а цвет формируется с помощью матрицы фильтров. В результате большая часть света поглощается в поляроидах, фильтрах и других оптических элементах. Из-за двулучепреломления ЖК-материала контраст очень чувствителен к углу обзора. В ЖК-дисплее, предложенном группой под руководством профессора У. Кроссланда, оператор видит возбуждаемое подсветкой свечение люминофоров в УФ-области спектра, которое и модулируется ЖК-ячейкой. Это позволяет получить высокую яркость излучения дисплея при больших углах обзора.

Поиск новых материалов для ЖКД активно ведут российские исследователи. Новый тип активного элемента ЖКД, формируемого на основе материала с нелинейной зависимостью емкости от напряжения, например другого ЖК или кристаллического сегнетоэлектрика, создан совместными усилиями разработчиков МИРЭА и ЦНИИ “Комета”. Применение такого материала может привести к 20-кратному росту эффективной крутизны вольт-контрастной характеристики материала на основе твист-эффекта. Использование сегнетоэлектрика к тому же позволяет увеличивать контраст и сохранять записанное изображение. За рубежом о дисплее, построенном на фирме Toshiba по этому принципу, впервые было упомянуто в программе симпозиума SID’99.

Это не единственное наше достижение в области ЖКД. Отечественными специалистами в Саратове созданы быстродействующие светомодуляторы, используемые для защиты глаз (например, сварщиков), получения объемного телевизионного изображения, а также для создания просветных табло с высоким контрастом и монохромных табло VGA-стандарта (240х320 пикселей) с диагональю 14”, которые применяются фирмой “Рикор” в детских обучающих компьютерах.

Особо надо отметить представленную на конференции “Евромонитор’99” работу НИИ “Волга” по созданию пассивно-матричного (ПМ) ЖК-экрана, способного воспроизводить телевизионное изображение. Его появление оказалось возможным благодаря разработанным и запатентованным новым методам управления, рассмотренным в докладе их автора – В.А.Володина (ЗАО НПП РусПЭ). Эти методы, реализуемые ИС, драйверов позволяют в несколько раз повысить контрастность и быстродействие ПМ ЖКД размером до 20-22” SVGA- (800х600 пикселей) или телевизионного формата (576х768 пикселей), в том числе известных 21,4”-экранов фирмы Sharp с Sharp-адресацией, и 15”-экранов фирмы Hitachi с Hi-адресацией. Кроме того, предложенные методы управления обеспечивают увеличение числа градаций и точности передачи цвета, улучшение однородности и других характеристик изображения. В дискуссии по докладу зам. директора НИИ “Волга” Б.И. Горфинкель подчеркнул, что к тому времени, когда каждый телефонный аппарат будет оснащен миниатюрным встроенным компьютером, ПМ ЖКД начнут играть ключевую роль в распространении услуг сети Интернет.

Интересен изобретенный В.М. Козенковым метод фотоориентации ЖК-материала, позволяющий изменять угол его подвеса на подложке от 0 до 90°. Метод открывает возможность применения фотохромных материалов – фотохимически устойчивых веществ, спектр которых меняется в зависимости от поляризации. Эти материалы имеют высокую термостойкость и сохраняют свои свойства вплоть до температуры плавления полимера (около 160°C). Величина наведенного двулучепреломления в них может достигать 0,35. Время хранения изображения превышает 10 лет.

Не прекращаются работы по совершенствованию **катодолюминесцентных устройств** – ЭЛТ, полевых эмиссионных дисплеев (ПЭД), вакуумных люминесцентных дисплеев (ВЛД). Развитие плоскопанельных дисплеев заставило фирмы Zenith, Matsushita, Sony, Toshiba, Philips и LG Electronics искать варианты ЭЛТ с плоским или почти плоским экраном с малыми искажениями по его краям. Новые многослойные покрытия на внешней поверхности экрана позволяют значительно уменьшить отражение света и налипание пыли, а новые конструкции отклоняющих катушек (седловидно-торидальная и седловидная как для горизонтальной, так и вертикальной развертки) – уменьшить размер пятна и геометрические искажения по всей поверхности экрана. Для снижения геометрического искажения в углах экрана в электронной пушке современного кинескопа используются три статические и две динамические астигматические линзы. Созданы очень надежные, дешевые и более дорогие, с большей плотностью электронного тока (до 5 А/см<sup>2</sup>) термоионные катоды. Разработаны холодные катоды (лавинного) Avalanch-типа, обеспечивающие плотность тока до 1000 А/см<sup>2</sup> при снижении управляющего напряжения с 50 до 3 В! Как показал Маэто Маэда (фирма Sony) в докладе на конференции “ЕвроДисплей’99”, продажи дисплеев на основе ЭЛТ будут по-прежнему расти, хотя и не так быстро, как плоскопанельных дисплеев. Sony сообщает о разработке ЭЛТ нового поколения с “живой” картинкой (информационная емкость трубки с размером экрана по диагонали 21” – 2560х2048 пикселей при размере пятна 0,125 мм).

В Лондоне фирма Candescant Technologies (США) доложила об очередной попытке создать плоскую ЭЛТ, в которой бы сочетались особенности обычной масочной трубки и ПЭД с холодными катодами. Толщина ЭЛТ – 3,5 мм, яркость – 400 кд/м<sup>2</sup> при углах обзора до 170°.

Пока все попытки создать полноцветный ПЭД с размером по диагонали более 10” не увенчались успехом. Стоит отметить 4”-устройство для воспроизведения цветного киноизображения (Университет Аджу, Южная Корея) и высоковольтный полноцветный ПЭД размером 5,2” (Институт передовых технологий компании Samsung). На берлинской конференции Зви Янив (фирма FERET, США) описал настенный составной ПЭД с размером изображения 2,4х3,0 м, состоящий из 320х240 цветных сегментов с размером пиксела 6,7х6,97 мм. Правда, специалисты не отрицают возможность появления в будущем образцов с диагональю до 20”. Что касается дисплеев с диагональю экрана около 42”, то, как отметил Жак Дешамп (фирма Thomson Plasma, Франция), “надо ждать и смотреть”.

Е.И.Гиваргизов (Институт кристаллографии РАН) в докладе на “ЕвроМонитор-99” предложил новую структуру идеального люминофора для ПЭД. Для снижения рассеяния света и, соответственно, увеличения светового КПД экрана на подложке выращиваются кристаллики люминофора ZnO или CdS с размером зерен 3-5 мкм и высотой около 10 мкм. Электрон, излучаемый катодом, генерирует в таком кристаллике свет, который не рассеивается, а после нескольких отражений в кристаллике приобретает узкую направленность.

Для повышения контраста и растекания зарядов щели между кристалликами можно заполнить электропроводящим материалом.

Привлекательная идея увеличения светового выхода ПЭД за счет модификации их люминофоров окислами металлов предложена учеными Саратовского ГУ. Среди отечественных разработок катодолюминесцентных приборов надо отметить разработанные в НИИ "Волга" гигантские (jumbo) наборные монохромные табло с яркостью 5000-6000 кд/м<sup>2</sup> и площадью экрана до 10-50 м<sup>2</sup> и макет телевизора с диагональю 20 см, разрешением 1/4 VGA-стандарта и рабочим напряжением 35 В. НИИ готово начать производство 14"-экрана с разрешением 640x480 пикселей. В институте созданы три варианта автоэмиссионных катодов, один из которых (торцевой) – патентно чистый.

Большой интерес вызывают работы НИИ ядерной физики при МГУ по изучению излучательной способности пленок на основе углеродных соединений, полученных по оригинальной технологии. По яркости свечения такие пленки на порядок превосходят любые известные аналоги полевых эмиссионных дисплеев. Как сообщил один из разработчиков этих пленок А.Т. Рахимов на московской конференции "Евромонитор'99", уже создан и запатентован опытный образец дисплея на углеродных соединениях с матричным управлением.

В России продолжают работы по созданию не имеющих аналогов в мире сверхъярких лазерных ЭЛТ – квантоскопов\*, о которых сообщили А.В. Садчихин, С.Б. Созинов (фирма "AP Технологические исследования") и А.Г. Михальченков (НИИ "Платан"). Особенности генерации светового излучения в монокристаллическом люминофоре таких устройств под воздействием электронного пучка обеспечивают чрезвычайно узкую угловую и спектральную плотность светового пучка. Разрешение квантоскопов сегодня составляет 3000 пикселей на строку (размер пятна 0,35 мм). Для достижения высокой яркости и разрешения, определяемых главным образом модовым составом излучения, размер трубки увеличивать не нужно. Кроме дисплеев, квантоскопы могут применяться в растровой микроскопии, включая стерео- и конфокальные модификации. При этом устройство на основе квантоскопа менее громоздко и дешевле аналогичных приборов на основе газового лазера.

Европейские конференции 1999 года не обошли вниманием и **электролюминесцентные устройства**, в том числе органические электролюминесцентные дисплеи (ОЭЛД). Структура и технология их изготовления достаточно просты, яркость свечения достигает десятков и сотен тысяч кандел на 1 м<sup>2</sup> при значении управляющего напряжения около 10 В. Проблемы переноса электронов и дырок, динамика возбуждения и спада свечения ОЭЛД были рассмотрены в докладе Ричарда Френда (фирма Cambridge Display Technology, Великобритания) на "ЕвроДисплее'99". В перфорированных производных полифениленвинилена и других полимеров получена световая эффективность 22 лм/Вт при 3 В, что уже сравнимо с эффективностью лучших неорганических люминесцентных материалов (например, AlInGaP/GaP – около 80 лм/Вт). Долговечность ОЭЛД достигает 10 тыс. ч. Уже показана возможность работы устройства при 70°C и токе 7 мА/см<sup>2</sup> в течение 2 тыс. ч.

Фирма Idemitsu (Япония) изготовила полноцветные образцы ОЭЛД размером 5 и 10" и информационной емкостью 240x960 пикселей. Правда, в них используются фильтры с конверсией цвета. Образцы люминофоров и ОЭЛД, в том числе и гибких, были продемонстрированы в Берлине компанией Covion Organic Semiconductors (ФРГ). Стоит также отметить полимерные пленки с органическими

проводящими покрытиями бельгийского отделения фирмы AGFA, которые используются для создания любых типов гибких дисплеев.

Данные, приведенные на конференции в Лондоне, показали, что световая эффективность люминофоров на основе комплексов гидроксидинолата алюминия возросла на порядок за пятнадцать лет, полиимиды – за восемь лет, а органолатанидов (органических люминофоров с редкоземельными элементами) – за два года! Впечатляющие результаты в области ОЭЛД с органолатанидами получены группой фирм из Оксфорда. Созданные дисплеи отличаются достаточно высокой световой эффективностью (до 2 лм/Вт при яркости 70 кд/м<sup>2</sup> и напряжении 10 В), высокой пиковой яркостью (до 1000 кд/м<sup>2</sup>) и хорошими цветовыми характеристиками (разработаны красный, зеленый, синий и оранжевый люминофоры). Путем модификации материалов можно довести световой выход до 100%.

В Москве исследования ОЭЛД ведутся в Институте электрохимии РАН. Здесь получено семейство ароматических полиимидов с чистым цветом свечения в различных диапазонах видимого спектра и близкими значениями подвижности электронов и дырок. Эти вещества технологичны и высоко эффективны. В институте изучаются также свойства J-агрегатов – нанокристаллов с излучением в красной и ИК-областях спектра.

В исследовательских организациях России и Беларуси получены интересные результаты в области светодиодной технологии. Нетрадиционные решения при создании оптоэлектронных структур, сочетающих фото- и светодиоды, рассмотрел на конференции в Москве Ю.В. Трофимов (Институт электроники НАНБ). Эти устройства имеют чрезвычайно крутую зависимость интенсивности излучения от интенсивности управляющего светового пучка. Докладчик продемонстрировал светодиодную панель, на которой лазерной указкой записывалось, а с помощью пучка зеленого света удалялось (полностью или фрагментарно) произвольное изображение. Был также показан образец индикатора с различными цветами излучения отдельных сегментов: молочно-белым, красным, зеленым, синим, желтым. Эти устройства вызвали большой интерес и у посетителей выставки "Электронные информационные дисплеи-99" в Лондоне.

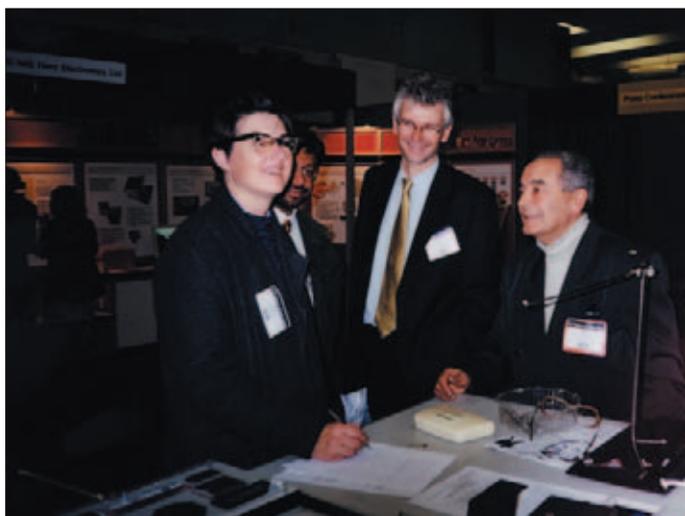
Хотя промышленная технология **газоразрядных (плазменных) панелей (ГРП)** достаточно хорошо отработана, в целом процесс их изготовления остается сложным и дорогим, особенно когда речь идет о производстве больших панелей с диагональю 42" и больше. Максимальный размер ГРП корпорации LG Electronics – 60". На конференции в Лондоне LG Electronics представила новую структуру панели и метод управления, благодаря которым при размере пикселя 1,26x0,42 мм яркость дисплея составляет 1700 кд/м<sup>2</sup>, а световая эффективность – 3,5 лм/Вт. Разработчики намерены довести последний параметр до 5 лм/Вт.

Не имеющий аналогов в мире составной экран на основе плазменных панелей переменного тока представил на выставке "ЕвроМонитор-99" ООО "МикС"\* . Экран составлен из модулей размером 19x19 см с шагом пикселя 3; 6 или 12 мм. Такая конструкция позволяет "собирать" экран практически любого размера с высоким пространственным разрешением воспроизводимого изображения. Яркость панелей с 12-мм пикселем равна 400 кд/м<sup>2</sup> и может быть доведена до 1000 кд/м<sup>2</sup>. Толщина экрана всего 10 см. Использование корригирующей оптики позволяет устранить в изображении сетку на стыках модулей.

Большой интерес участников берлинской и лондонской конференций вызвали работы российских ученых в области **электрохромных дисплеев**. В первую очередь это касается разработок

\*"Электроника: Наука, Технология, Бизнес", 1999, №4, с.56-62.

\*\*"Электроника: Наука, Технология, Бизнес", 1999, №3, с. 12–14.



**Профессор Гран Демирчоглян демонстрирует призматические очки для одновременного наблюдения за изображением на экране монитора и клавиатурой, а также глазной тренажер для снижения утомляемости глаз**

электрохромных полимеров, как правило полианилинов, в Институте электрохимии РАН. Полученные здесь полимеры находят широкое применение в управляемых светофильтрах, индикаторах, табло с невысокой скоростью смены информации (время отклика менее 1 с). Их достоинство – низкая плотность тока (несколько миллиампер на 1 см<sup>2</sup>), малая потребляемая мощность (несколько милливатт на 1 см<sup>2</sup>), высокая термостойкость и дешевизна. Величина суммарного электрохромного эффекта полимеров в три раза выше (200–300 см<sup>2</sup>/Кл), чем у неорганических материалов.

Как показал доклад Р. Мелчера (фирма IBM) в Берлине, все проданные в 1999 году **проекционные системы** были выполнены на основе ЭЛТ. Их средняя цена – 10 тыс. долл. Ожидается, что к 2003 году системы на основе ЭЛТ, ЖКД и других светоклапанных устройств сравниваются по цене и качеству, а в 2007-м светоклапанные системы полностью вытеснят аппаратуру на ЭЛТ, при этом будет продано около 1 млн. проекционных систем.

Одним из наиболее заметных событий на конференции “ЕвроДисплей’99” стал доклад С. Г. Кима (Daewoo Electronics), посвященный тонкопленочной микрозеркальной матрице – ТММ (Thin-film Micromirror Array, TMA) для информационных проекционных систем. В отличие от цифрового микрозеркального устройства DMD–типа фирмы Texas Instruments, управляющее напряжение ТММ обеспечивает не два положения микрозеркала, а непрерывный набор углов его поворота в диапазоне 0 – 10°. Световой пучок, отклоненный зеркалом, направляется на элемент, у которого одна половина открыта (пропускание 1), а другая закрыта (пропускание 0). Таким образом, в зависимости от напряжения на элементе изображения, реализуются все возможные промежуточные между 0 и 1 уровни пропускания. ТММ характеризуется самой высокой на сегодняшний день световой эффективностью (22%) среди проекционных устройств светоклапанного типа. При использовании 1-кВт ксеноновой лампы и трех ТММ реализован проектор со световым потоком 5400 лм.

По данным Патрика Кандри (фирма Вагсо, Бельгия), сейчас распространены три основных типа АМ ЖКД для светоклапанных проекционных дисплеев. Лидируют ЖКД с ТПТ на высокотемпературном поликремнии. При размерах ЖК-модуля по диагонали 0,9; 1,3 или 1,8” и SXGA-разрешении (1280x1024 пиксела) апертурное отношение (отношение площади открытой части пиксела к его полной площади), равное 70%, может быть увеличено за счет встроенного микролинзо-

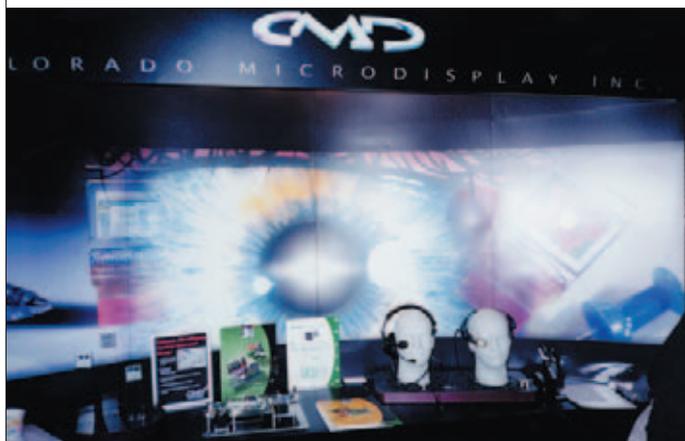
вого устройства. При использовании АМ ЖКД с ТПТ размером 1,8” и 400-Вт металл-галогенной лампы световой поток составляет 2200 лм. В проекционных системах, устанавливаемых в больших помещениях, в основном используются АМ ЖКД с ТПТ из аморфного кремния с размером по диагонали 5,8” и апертурным отношением 50–55%. Металл-галогенная лампа мощностью 1800 Вт, оптический интегратор и предполяризатор обеспечивают световой поток до 8000 лм. Наиболее высокое апертурное отношение (93%) достигнуто в отражательных устройствах с КМОП-схемами управления. Размер панели по диагонали – 0,9”, разрешение – более 2048x2048 пикселей при шаге пиксела 17 мкм. Примерно такие же технические параметры, кроме разрешения, имеют DMD-системы (до 1280x1024 пиксела). Световой поток таких устройств при использовании компактной дуговой ксеноновой лампы достигает 10000 лм.

Как следует из доклада директора фирмы “АР Технологические исследования” А.В. Садчихина на конференции “ЕвроМонитор-99”, сегодня в России существуют производственная база и рынок профессиональной видеотехники. Есть возможность выпускать в год до 10 тыс. ЭЛТ для проекционных систем. Большое достижение российской технологии – лазерные ЭЛТ со световым потоком до 5000–7000 лм и разрешением до 3 тыс. ТВ-линий. Сейчас идет процесс объединения предприятий, занимающихся этой тематикой.

Интерес участников московской и лондонской конференций вызвал доклад В.К. Самсонова о системе отображения Центра управления полетами. Заложенные в нее принципы оказались настолько удачными, что система, созданная в 70-е годы, без особых изменений работает и сейчас.

Важное место на выставке и конференции в Лондоне заняли **работы по микродисплеям** и связанным с ними **человеческим фактором и эргономикой**. Микродисплеи были представлены на стенде дистрибьюторской фирмы Colorado MicroDisplay (США) и рассмотрены в докладах представителей фирм MicroPix Technologies (Великобритания), The MicroDisplay Corp. и DisplayTech (обе США). По совместному проекту, в котором участвуют специалисты Шотландии, Испании, Бельгии и Германии, разрабатывается дисплей с размером по диагонали 1,2 – 2,5 см и SVGA- и XGA-разрешением (1024x768 пикселей). Основное его применение – проекционные системы и средства отображения, укрепляемые на голове.

Ученые не оставляют без внимания и такую важную на сегодняшний день проблему, как проявление негативных для пользователей последствий при длительной работе с микродисплеями. Эта проблема была рассмотрена Колином Картрайтом (Шотландский университет Абертей Данди). Долговременное “пребывание” в вирту-



**Стенд фирмы Colorado Microdisplay с образцами надеваемых на голову дисплеев**

Перспективные работы в области средств отображения информации

Технология	Направление работ	
	в мире	в России
Жидкие кристаллы	Новые материалы для АМ ЖКД	Новые материалы для пассивно управляемых ЖКД
	Многострочная адресация пассивно управляемых ЖКД	Новые методы адресации пассивно управляемых ЖКД
	Поли-Si, a-Si, КМОП ТПТ-элементы управления	Оптическая бистабильность поверхности сегнетоэлектрических ЖК
	100%-ное преобразование света с помощью призм	100%-ное преобразование поляризованного света с помощью селективного отражения холестерическим материалом
	Эффект поверхностно стабилизированной моды в сегнетоэлектрических ЖК	Эффект объемной и поверхностной бистабильности в сегнетоэлектрических ЖК
ГРП	Воспроизводящий модуль с диагональю 1–1,5 м	Многомодульная конструкция на базе панелей переменного или постоянного тока с яркостью до 1000 кд/м <sup>2</sup>
ВЛД	Монохромные или двухцветные индикаторы	Монохромные и цветные индикаторы и панели с повышенной устойчивостью к внешним воздействиям
ПЭД	Монохромные и цветные индикаторы с диагональю до 7" и катодами из металла, кремния, алмаза или алмазоподобного материала	Излучательные элементы из поли-Si, a-Si, алмаза и других углеродных материалов для подсветки ЖКД
ОЭЛД	Люминофоры, материалы для электронного и дырочного транспорта, дисплеи, в том числе с АМ-управлением	Люминофоры, материалы для электронного и дырочного транспорта, пассивно-управляемый дисплей
Электрохромные устройства	Материалы для дисплеев	Материалы для дисплеев с временем отклика не менее 1 с
ЭЛТ	ЭЛТ с плоским экраном с диагональю до 36"	ЭЛТ специального назначения с повышенной надежностью Лазерные ЭЛТ со световым выходом до 800 лм
Воспроизведение объемного изображения	Укрепляемые на голове микродисплеи Автостереоскопические системы	Стереочки для работы с ПК Автостереоскопические системы, обеспечивающие любой угол обзора Проекционное объемное ТВ-изображение, снимаемое одной камерой
Человеческий фактор	Совершенствование стандартов на дисплеи	Совершенствование стандартов на дисплеи Защитные фильтры и тренировка глаз Изучение психологии восприятия изображения

альной реальности оказывает на человека психологическое воздействие, известное как синдром софита и способное вызвать сонливость или быструю возбудимость, хроническую усталость. Некоторые сцены виртуальной реальности вызывают тревогу: у детей при "плавании" на корабле часто возникают признаки морской болезни. Ношение микродисплеев может вызвать клаустрофобию. Степень обучаемости с помощью виртуальной реальности различна у мужчин и женщин, и незнание этого может привести к дискриминации по половой принадлежности. При создании новой техники надо решать эти и многие другие пока не известные проблемы.

На выставке "Электронные информационные дисплеи'99" в Лондоне профессор Г.Г. Демирчоглян из Всероссийского института физкультуры и спорта демонстрировал различные типы очков, позволяющих совмещать в поле зрения изображения клавиатуры и текста на мониторе. В результате пользователь может набирать текст, смотря прямо перед собой, а не на поверхность стола.

Весьма перспективны микродисплеи для систем воспроизведения объемного изображения. В Кембриджском университете на основе микродисплеев создана автостереоскопическая установка с диагональю экрана 50" и углом обзора более 20°. Если поверхности дисплеев выполнить на базе световодов и направлять в них световые пучки, переключаемые сегнетоэлектрическими ЖК, угол сектора, в котором формируется объемное изображение, можно довести до 60°. Следует отметить, что на Российской конференции "ЕвроМонитор-98" А.Л. Логутко (фирма ЗР-Ракура) было доложено о создании автостереоскопического дисплея с углом обзора более 100°.

Заслуживают внимания работы НИКФИ по созданию цифрового кинематографа с объемным изображением и звуком, представленные на "ЕвроМониторе-99". Основное достижение этой разработки – применение одноракурсного сигнала для восприятия изображения как объемного. Для этого проекционная камера снабжена приставкой, снимающей конвергенцию глаз, что вызывает у человека наследственную информацию об объеме – психофизиологический эффект, постоянно присутствующий в подсознании. Таким образом,

до 95% кинематографических сюжетов можно перевести в объемное изображение.

Привлекла посетителей выставки в Лондоне представленная МИ-ЭМ и центром "Элита" компьютерная программа оптимизации воспроизведения буквенных знаков. Для снижения энергопотребления табло предложено сбрасывать показания не на ноль, а на опорный символ, содержащий максимальное число повторяющихся элементов в знаках. Для этого алфавит разбит на группы с разными опорными символами. Выявленные в ходе испытаний типичные ошибки исправлены за счет изменения конфигурации знака. Это позволило уменьшить интенсивность ошибок на порядок.

Даррел Хоппер из Исследовательской лаборатории ВВС США попытался заглянуть вперед не на пять или десять лет, а на целое тысячелетие! Он отметил, что сейчас человеческий мозг по возможностям восприятия объемного изображения на пять-шесть порядков превосходит технические средства отображения. Показано, что человек может воспринимать около 1,3 млрд. пикселей в телесном угле 40 стерадиан, а с учетом третьего измерения эта способность возрастает до 22 млрд. объемных элементов (вокселей)! Таким образом, человечеству надо научиться создавать технические средства с таким разрешением и погружаться в эту зрительную среду. Мониторы, воспроизводящие объемное изображение, могут появиться к концу 21 века, когда эффективность источников света возрастет до 40 лм/Вт, объем памяти компьютеров – до 10<sup>15</sup> бит, а скорость обмена информацией – до 30 Гбит/с. К этому времени наметятся и основные пути формирования трехмерного пространственного изображения, реализуемого методами голографии, волуметрии (записанное по трем координатам) и сегментации (составленное из двумерных изображений).

Можно надеяться, что отечественные разработки займут достойное место на мировых рынках средств отображения информации (табл.). Об этом свидетельствует и то, что в России сегодня успешно ведутся работы практически по всем направлениям дисплейных технологий.