

НЕДЕЛЯ ДИСПЛЕЕВ 2016: ТЕХНОЛОГИИ НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО

ЧАСТЬ 1. ВЫСТАВКА И НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

В.Беляев¹

УДК 621.389
ВАК 05.27.00

Ежегодно в конце мая – начале июня в США проходит Неделя дисплеев, организуемая Международным дисплейным обществом (Society for Information Display, SID). В этом году с 22 по 27 мая в г. Сан-Франциско в рамках мероприятий Недели состоялись выставка, научная конференция, обучающие семинары и бизнес-конференция. Несколько лет назад на выставке отвели инновационную зону (i-Zone) для перспективных разработок малых компаний и университетов, еще не прошедших апробацию в промышленном производстве. Материал в этой статье – лишь надводная часть айсберга информации о новых технологиях, продуктах и производителях в этой области. Тем не менее представлены некоторые основные тенденции – эффект погруженности, интерактивность, стремление охватить как можно больше сторон жизни, поиск технологий, альтернативных жидкокристаллической.

Неделя дисплеев началась с заседания Совета директоров (21 мая 2016 года), на котором рассматривались вопросы стратегии и тактики SID, деятельности многочисленных комитетов и региональных отделений, в том числе и российского. Действующим президентом SID стал корейский профессор Йонг-Сеок Ким, сменивший на этом посту Амала Гоша.

КЛЮЧЕВЫЕ ЛЕКЦИИ

Тон и направление таких больших научных мероприятий, как Неделя дисплеев, задаются пленарным заседанием, которое называется Keynotes (Ключевые лекции). Первым с лекцией "**Приборы современности**

и будущего" выступил Стивен Бейтич (Steven Bathiche) – выдающийся ученый компании Microsoft (Distinguished Scientist Microsoft). Тема доклада – интерактивность дисплея, то есть развитие взаимодействия с пользователем с целью расширения функциональных возможностей, улучшения характеристик устройства, облегчения и ускорения работы оператора. Потенциал интерактивности заложен в компонентах и функциях дисплея: клавиатуре, мышке, сенсорной панели, датчиках, голосовом управлении, воспроизведении объемного изображения и эффекте погруженности.

Стивен Бейтич представил несколько технологий, материалов и концепций новых приборов, которые будут востребованы преимущественно в области образования. Один из примеров – стол с интерактивной поверхностью (Surface Table или Sur40) для оптимиза-

¹ МГОУ, начальник отдела развития науки, vv.belyaev@mgou.ru

ции взаимодействия с обучающим устройством (карандашом или ручкой), которое мощнее и лучше клавиатуры. Реализация устройства обеспечит характеристики не хуже, чем у обычной бумаги, а его программное обеспечение – лучше, чем у сенсорных дисплеев. Докладчик показал, что слоистая структура дисплея и сравнительно медленный электрооптический отклик его рабочего тела приводят к рассогласованию положения кончика электронной ручки и формируемой записи или картинке. Этого недостатка лишено новое устройство Microsoft – самый тонкий в мире большой планшет с высоким разрешением (267 точек на дюйм или 10,5 на миллиметр), высоким контрастом (до 1700:1), малым отражением (до 5%), низким параллаксом и небольшими рамками. В новые интерактивные устройства закладывается концепция компьютерных чернил, согласно которой электронная авторучка – первоклассный интерфейс, позволяющий реализовать новое измерение выразительности компьютерной информации. Сочетание современных дисплейных и интерактивных технологий увеличивает диверсификацию устройств и материалов, создает новые возможности функциональности и выразительности. В конце выступления Стивен Бейтич предложил переименовать SID (буквальный перевод "Общество информационных дисплеев") в Society for Interaction Display ("Общество интерактивных дисплеев").

Следующее ключевое выступление – доклад **"Возможности мобильных дисплеев и вызовы"** Хироюки Осимы (Hiroyuki Ohshima), генерального технического директора компании Japan Display. На Неделе дисплеев в последние годы компания представляет устройства с самыми высокими характеристиками по пространственному разрешению и эксплуатационными параметрами [1]. Сейчас мобильные дисплеи, позволяющие создавать новые приборы, расширять сферу применения и изменять нашу жизнь, стали драйвером развития современных информационных технологий, методов обработки больших массивов данных и основой пятого поколения устройств беспроводной эры. При этом мобильные устройства должны удовлетворять сочетанию жестких требований, предъявляемых производством и потребителями: высокие визуальные характеристики (плотность пикселей, углы обзора, контраст, цветовая гамма, время отклика и т.д.); соответствующий форм-фактор (дисплей занимает почти всю переднюю поверхность устройства, оставляя на его рамку миллиметр или меньше, тонкая конструкция, неплоскостность и/или сгибаемость); низкое энергопотребление; возможность управления механическим касанием.

Заключительный пленарный доклад с амбициозным названием **"Критические технические задачи и будущее гибких дисплеев с органическими светодиодами"** представил Сунг-Чул Ким, исполнительный вице-

президент и глава исследовательского центра компании Samsung Display (дочерней компании Samsung Electronics) из Южной Кореи. Дисплеи – окно, соединяющее нас с миром. Они расширяют возможности и обогащают нашу жизнь. Персональные дисплеи используются одним человеком, домашние и офисные – предоставляют "умные" коммуникации, городские – образуют новые пространства, а виртуальные – создают новый мир с новым жизненным опытом, который не получить в обычной "природной" или "технической" действительности. Персональные устройства стали мобильными, носимыми, содержат встроенные датчики, фиксирующие состояние человека. "Умные" коммуникации позволяют переносить информацию со смартфонов и планшетов на домашние и офисные устройства. В городских условиях информация представлена на дисплеях различного вида и формы, занимающих разные пространства. Виртуальная реальность также приобретает новые формы – дополненная реальность, голографические изображения. И все это обеспечивается дисплеями, которые за короткое время эволюционировали от электронно-лучевых трубок через жидкокристаллические панели к активно матричным панелям с органическими светодиодами (AMOLED), обеспечивающим богатый набор возможностей. Новые конструкции обладают большими функциональными и эксплуатационными возможностями, устройства можно сгибать, скручивать, растягивать, деформировать, можно использовать в автомобилях, рекламе, архитектурных украшениях, виртуальной и дополненной реальности и т.п. С.-Ч.Ким показал, как можно создавать и применять гибкие, но прочные устройства с этой технологией, и в заключение еще раз повторил: **"AMOLED должны стать одним из главных решений для будущих дисплеев"**.

ВЫСТАВКА И НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ Дисплеи с высоким пространственным и временным разрешением. Эффект погруженности

Настоящим праздником для специалистов стали демонстрации новых устройств и технологий на выставке и доклады о них на научной конференции. В журнале ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ №8 за 2014 год [1] уже шла речь о создании эффекта погруженности (immersiveness [1]) в пространство, формируемого средствами отображения высокого пространственного и временного разрешения. Эти средства произвольной формы соответствуют конфигурации помещения, в котором находится зритель. В текущем году разрешение увеличилось в два с половиной раза. Если раньше о четырехстах с лишним точках на дюйм говорилось как о выдающемся достижении [1], то на выставке и конференции пред-

ставители Лаборатории полупроводниковой энергии (Semiconductor Energy Laboratory, г. Канагава, Япония) сообщили об образцах с пространственным разрешением до 1058 точек на дюйм (41,7 пикселя на 1 мм или размер пикселя до 24 мкм)*. Такое высокое пространственное разрешение использовано для создания панели размером 8,34 дюйма (21,2 см) с числом пикселей 10K×4K (10240×4320=44,2 мегапикселя). При ее изготовлении применялась технология SAAC-OS или c-axis-aligned crystalline oxide-semiconductor (полупроводниковый кристаллический окисел с ориентацией по с-оси). Это вариант IGZO-технологии с использованием оксидов индия, галлия и цинка. В Лаборатории полупроводниковой энергии изготовили образцы дисплеев на основе жидких кристаллов и органических светодиодов.

Не уступает по характеристикам и дисплей китайской компании **XiaMen Tianma Microelectronics** с LTPS-транзисторами (низкотемпературный поликремний) в активной матрице. Плотность пикселей на 20% меньше, чем у упомянутого японского образца (847 точек на дюйм или 33,3 на мм), но размер компактнее в полтора раза (5,2 дюйма или 13,2 см по диагонали).

Китайская фирма **BOE** представила панель Super-Hi-Vision (сверхвысокое видение), 10K×4K. Размер панели по диагонали 82 дюйма (208 см), плотность элементов 135 точек на дюйм (5,3 точек на мм).

Устройства с высоким разрешением показала и японская корпорация **Sharp**, например 27-дюймовый (68,6 см) дисплей 8K×4K, изготовленный по IGZO-технологии. Новшество корпорации в этой технологии – транзисторы с протравленным каналом на обратной стороне (back-channel etched transistor). Плотность пикселей (326 на дюйм или 12,8 на мм), возможно, и не удивляет, но высокая подвижность носителей заряда в оксидных транзисторах обеспечивает смену кадров в коммерческих панелях до 120 Гц. В тонкопленочных транзисторах (ТПТ) с двойным каналом и использованием материала IZO/AIZTO подвижность составляет 53,2 см²/В·с. А в канадском университете Ватерлоо и компаниях Christie Digital Systems Canada и DiTeK Lasers получили подвижность до 300 см²/В·с за счет планаризации сфер монокристаллического кремния размером около 800 нм. Такие технологии позволяют реализовать частоту смены кадров до 240 Гц, что очень важно для дисплеев с последовательным переключением цвета (Юго-Восточный университет, Нанкин, Китай). В Samsung Electronics создали встроенный КМОП-драйвер по технологии 45 нм, который обеспечивает скорость передачи данных 3,24 Гбит/с и сбережение энергопотребления 44%.

Высокая плотность пикселей реализуется и в сенсорных панелях. Так, в упоминавшейся Лаборатории полупроводниковой энергии благодаря небольшому увеличению концентрации цинка разрешение сенсорной панели составляет до 513 точек на дюйм (20,2 на мм).

Функция интерактивности

Наряду с эффектом погруженности, современным дисплеям характерно такое свойство, как интерактивность, которым отличаются так называемые сенсорные дисплеи (тач-скрины). Новые их возможности – управление без касания, реакция на жесты, взгляды. Предлагаются варианты управления устройством электрическими сигналами, генерируемыми мозгом.

Теперь о наиболее ярких экспонатах ведущих мировых фирм. Кроме панелей со сверхвысоким разрешением (рис.1), козырем китайской компании **BOE** стали дисплеи необычной формы, которые представляют собой произвольно изогнутые пластиковые AMOLED-устройства (рис.2). Большое впечатление произвели панели без рамок, в которые обычно помещается дисплей, а среди них устройства отображения, по форме представляющие собой буквы названия компании (см. рис.2). При этом адресация изображения идет не пофрагментно, а по всей площади дисплея. Такие устройства произвольной формы находят применение на приборных досках автомобилей, что и было продемонстрировано.

Вместе с тем компания BOE продолжает развивать и традиционные направления дисплейных технологий, остается верной принципу "сверхвысокая четкость (8K×4K или 4K×2K)". На выставке были представлены



Рис.1. Дисплей со сверхвысоким разрешением компании BOE

* У мониторов, которыми мы пользуемся сегодня, размер пикселя 140–200 мкм.



Рис.2. Дисплеи необычной формы компании BOE

панели размером 98 дюймов (2,5 м) с высоким динамическим диапазоном (контраст до миллиона), сверхтонкие панели (толщина 3,8 мм при размере по диагонали 65 дюймов (1,65 м)), небольшая (12,5 дюйма или 32 см) сенсорная панель с 10 точками касания, в том числе и активным карандашом. Разработаны также модули для виртуальной или дополненной реальности и для трехмерного отображения без очков.

На стенде компании **Samsung** были представлены следующие новинки: панель с очень низким отражением от поверхности, тонкий искривленный дисплей, автомобильные дисплеи с органическими светодиодами,

которые отличаются высокой эксплуатационной надежностью. Компания делает ставку на AMOLED (об этом говорилось в одном из пленарных докладов). Они эргономичнее за счет исключения из спектра излучения части синего спектра 435 ± 20 нм, вызывающего деградацию глазных мышц и смерть клеток сетчатки (данные из плаката на стенде), и реализуют более высокое разрешение для панелей виртуальной реальности.

Большой интерес у посетителей стенда компании Samsung вызвала демонстрация изображений, формируемых цифровым голографическим дисплеем и дисплеем светового поля. Чтобы посмотреть эти изображения без специальных очков, выстраивалась длинная очередь.

Панели по OLED-технологии

На выставке передовых дисплейных достижений другой корейский гигант – компания **LG** – также демонстрировал в основном разработки панелей с органическими светодиодами (OLED). Были представлены некоторые рекордные образцы: панель 77 дюймов (196 см)



Рис.3. Прозрачная панель из органических светодиодов. Что обходится дороже – экран или то, что за ним?

с высоким динамическим диапазоном, позволяющим качественно отображать и очень яркие, и очень темные сцены; большие искривленные дисплеи и экран цилиндрической формы шириной около 2,5 м из трех 34-дюймовых (86 см) дисплеев; огромные (до 65 дюймов = 165 см) выпуклые и вогнутые дисплеи для различных пространств с неплоскими поверхностями. Большой интерес посетителей вызвали двусторонний OLED-дисплей и полупрозрачный (точнее, с пропусканием 40%) дисплей, на котором и за которым демонстрировались драгоценности (рис.3). Но специалистам любопытно было увидеть новые модели панелей для ноутбуков и мониторов со сверхвысоким разрешением. Так, для ноутбуков представлены панели размерами 14, 15,6 и 23 дюйма (35,6, 40 и 58 см соответственно), разрешением 3840×2160. Последняя модель, кроме клавиатуры и мышки, оснащена и сенсорным управлением. У самой маленькой модели разрешение составляет 315 точек на дюйм или 12 на мм, то есть пиксель размером 80 мкм, что вдвое лучше, чем у традиционных устройств. У мониторов количество пикселей в четыре раза больше (8K×4K) при размере экрана 31,5 дюйма (80 см).

Преимущество устройств с органическими светодиодами перед жидкокристаллическими наглядно демонстрировалось на стенде, в верхней части которого была одна пластина с OLED, а в нижней семь пластин, соответствующих функциональным слоям ЖКД (поляризаторам и оптическим пленкам).

Для сенсорных дисплеев предлагается новая технология (IT или In-Touch), позволяющая осуществить множество касаний на панелях высокого разрешения и искривленной формы.

Дисплеи для промышленных и специальных применений

Основной акцент на стенде японской корпорации Sharp был сделан на дисплеях для промышленных и специальных применений. Компания также показала панели сверхвысокой четкости (рис.4), которые отличались от других прототипов большей яркостью. Разрешение 33 мегапикселя (для сравнения: обычно – 1, в лучшем случае – 2 Мпикселя), яркость 1100–1600 кд/м² (обычно 150–200 кд/м²), контраст 100 000 (обычно 200–500).

Рабочая температура многих образцов составляет от –30 до 85°C, а хранения – от –40 до 90°C. Были показаны также приборы различной формы и плоскостности для автомобилей.

На выставке были представлены выпуклые и вогнутые дисплеи (рис.5).

Световая эффективность. Технология квантовых точек

Введение квантовых точек в модуль подсветки ЖК-дисплея значительно повышает его световую эффективность [1]. В разработке тайваньских университетов (Дальневосточный и Национальный Цинг Хуа) при использовании гигантских квантовых точек с кремниевым композитным материалом достигнута световая эффективность 100 лм/Вт (максимальное ее значение составляет 683 лм/Вт в зеленом цвете и около 300 лм/Вт при усреднении по всему видимому спектру). Световая эффективность дисплея повышается и при использовании оптических пленок. В совместном докладе Института жидких кристаллов из США (г. Кент) и компании BOE описана вол-



Рис.4. Дисплей компании Sharp для промышленного и специального применения



Рис.5. Выпуклые и вогнутые дисплеи (слева – дисплей компании Sharp, справа – компании LG)

новодная структура с ЖК, стабилизированным полимером, которая превращает неполяризованный свет в поляризованный, благодаря чему степень пропускания дисплея повышается с 50 до 83%. Первый показатель (50%) – максимально возможная величина пропускания света параллельными поляризаторами. Рядом с этим стендовым докладом были представлены и доклады МГОУ с участием автора статьи. Их тематика относится к записи голографического изображения непосредственно в слое жидкого кристалла и к оптическим характеристикам композитных материалов с ЖК, а также ЖК со сложной структурой объема и поверхности рабочих слоев ЖК-дисплея. Эти работы вызвали живой интерес участников конферен-

блени дисплеев.

Другие экспонаты стенда QD Vision, размещенные на корпоративной "Стене славы", демонстрировали на примере телевизоров различных компаний (Hisense, Thomson, Philips и др.) первые в мире образцы дисплеев с квантовыми точками. Они отличаются лучшей цветовой гаммой, изогнутостью, энергоэффективностью, размером до 65 дюймов (165 см), разрешением 3840 × 2160 пикселей (рис.6).

Другой пример адаптируемости ЖКД к изменяющимся конкурентным условиям – использование блочной светодиодной подсветки. В разработке компании 3M (MMM, в прошлом Minnesota Mining and Manufacturing Company) за ЖК-панелью находятся 384



Рис.6. Справа – дисплеи с квантовыми точками, слева – без них



Рис.7. ЖКД компании 3М с блочной светодиодной подсветкой



Рис.8. Вместо багажной наклейки – электронная бумага фирмы E-Ink

модуля светодиодной подсветки, которые позволяют регулировать яркость каждого участка изображения, сэкономят до 30% потребляемой энергии и получить контраст десятки тысяч, т.е. передавать все оттенки серого (рис.7).

Новые электрооптические эффекты для ЖК-дисплеев

Все ЖК-дисплеи используют такое свойство жидкого кристалла, как оптическая анизотропия. При наличии поляризаторов фиксируется изменение пропускания дисплея по мере изменения анизотропии под действием приложенного электронного сигнала. А в разработке корейского университета Чонбук применяется материал на основе оптически изотропного



Рис.10. Игровой стол в казино в виде сенсорной панели

ЖК и акрилового мономера. Степень пропускания устройства меняется под действием электрического поля, приложенного параллельно подложкам дисплея. Это позволяет существенно увеличить пропускание дисплея в открытом состоянии и уменьшить время переключения электрооптического отклика. В другой разработке этого университета используется эффект отражения света от капель, поверхность которых расширяется под действием электрического сигнала. На основе такого эффекта можно создавать дисплеи большого размера без поляризаторов – реализованы апертура до 74%, контраст 29:1, время переключения 680 мс.

Еще в одном южнокорейском университете Кёнг Хи (**Kyung Hee University**) на гибкую подложку нанесли тонкопленочные транзисторы, характеристики которых не изменились после 2000 сгибаний на 60° и 90° при радиусе изгиба 0,47 мм и 0,31 мм соответственно. Эта студенческая работа была признана выдающейся.

Интерес вызвал доклад студентов из университета Центральной Флориды (США) о твист-ячейке толщиной 2 мкм и временем отклика меньше 1 мс, что в 3,6 раза меньше, чем у существующих аналогов. Ячейка применяется для дисплеев с последовательным переключением цвета в проекционных устройствах. Достаточно высокая температура просветле-



Рис.9. Дисплейные технологии в торговых залах. Вывод информации о цене и характеристиках товара

ния ЖК (102°C) позволяет получать качественное изображение, несмотря на нагрев ячейки.

Электрофоретические материалы

Во многих применениях альтернативой жидким кристаллам стали электрофоретические материалы. Эти материалы и устройства на их основе разрабатываются и производятся американской корпорацией E-Ink ("Электронные чернила"). Кроме традиционных электронных книг на выставке были показаны дисплеи большого размера и разрешения (совместно с компанией Plastic Logic; размер 32 дюйма (81,3 см), 2560×1440 пикселей или 94 точки на дюйм (3,7 на мм)); багажные метки для чемоданов (совместно с фирмой Rimowa, рис.8); большие полноцветные дисплеи (совместно с Global Display Solutions).

Свои идеи цифровых ценников компания E-Ink демонстрировала на стендах в инновационной зоне (см. соответствующий раздел, будет во второй части этой статьи, в следующем номере). Но в выставочном зале тоже были примеры продвижения цифровых дисплейных технологий в торговые залы. Японская компания DNP (Dai Nippon Printing), которая специализируется в технологиях для печати, представила разработку проекционного дисплея для магазинных полок. Сама проекционная схема находится в глубине полки, а на ее торце выводится информация о цене и характеристиках товара (рис.9).

Дисплеи проникают и в игровой бизнес. Компания ZM, занимающаяся методами повышения качества изображения (чаще всего за счет использования специальных пленок), продемонстрировала игровой стол, выполненный в виде большой, горизонтально расположенной сенсорной панели (рис.10). Фишки передвигаются касанием пальца. Но проигрыш настоящий.

Об экспонатах, представленных на выставке "Неделя дисплеев 2016" в разделе "Инновации", читайте в следующем номере журнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беляев В.В.** Погружение в суперреальность: По результатам симпозиума SID 2014 // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2014. № 6. С. 32–44.
2. **Беляев В.В., Чилая Г.С.** Жидкие кристаллы в начале XXI века. М.: ИИУ МГОУ, 2015. 136 стр. ISBN 978-5-7017-2415-8.
3. **Беляев В.В.** Жидкокристаллические дисплеи. Технологии настоящего и будущего. Часть 1. От пикселя до гибкой подложки // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, технология, бизнес. 2015. № 8 (148). С. 36–47.
4. **Беляев В.В.** Жидкокристаллические дисплеи. Технологии настоящего и будущего. Часть 2. Новые технологии и области применения ЖК-дисплеев // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, технология, бизнес 2015. № 10. С. 101–112.

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 840 руб.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИФРОВОГО ВИДЕО ПО ШИРОКОПОЛОСНЫМ, ТЕЛЕВИЗИОННЫМ, МОБИЛЬНЫМ И КОНВЕРГЕНТНЫМ СЕТЯМ.

ТЕНДЕНЦИИ, ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

П. Сэнджой

при поддержке ЗАО "МНИТИ"

перевод с англ. под ред. к.т.н., д.э.н., проф. Н.Н.Вилковой,
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Ю.Б.Зубарева

Русское издание монографии обобщает около пятисот публикаций зарубежных специалистов, посвященных вопросам развития и совершенствования информационных технологий. Это всеобъемлющее исследование технологий распределения видео, учитывающее теоретические и практические аспекты предмета изучения, что помогает более полному пониманию этих современных технологий, используемых на практике.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2012. – 440 с.,
ISBN 978-5-94836-305-9

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru