

НЕДЕЛЯ ДИСПЛЕЕВ 2014 ГОДА БОЛЬШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ НАЧИНАЮТСЯ С МАЛОГО

В.Беляев, д.т.н., профессор, директор российского отделения SID vic_belyaev@mail.ru

Мы неоднократно писали о международных симпозиумах и конференциях, организованных и проведенных дисплейным обществом (SID) [1]. Все эти статьи были написаны по материалам, собранным во время мероприятия. Впервые мы даем обзор наиболее интересных разработок до проведения Международного симпозиума SID, который состоится в Сан-Диего (США) 1–6 июня 2014 года. При подготовке материала использовались статьи, опубликованные на портале программного комитета SID. Особое внимание уделено новым вариантам плоскопанельных дисплеев и эргономике средств отображения.

"УМНЫЕ" ОКНА

Гибкие плоскопанельные дисплеи (ППД) стали магистральным направлением отрасли панельной техники [2]. Известно много вариантов гибких подложек с органическими и неорганическими электродами. Но у первых сравнительно плохие показатели прозрачности, поверхностного сопротивления и стоимости, а вторые – слишком хрупкие. В одном из докладов представителей Института жидких кристаллов Кентского государственного университета (США, штат Огайо) рассмотрена возможность использования хрупких прозрачных электродов из окиси индия и олова (ИТО) жидкокристаллических дисплеев (ЖКД) для создания "умных" стекол, меняющих свою прозрачность под действием подаваемого на них напряжения.

В ранних исследованиях было показано, что ширина трещины, образующейся в ИТО-электроде на поверхности подложки из полиэтилентерефталата (ПЭТ), меньше 0,05 мкм. Научно этот эффект объяснен в ряде работ, выполненных в МГУ им. М.В.Ломоносова под руководством члена-корреспондента РАН А.Л.Волынского. Поэтому в работе Кентского университета на ПЭТ-подложку наносится система ИТО-электродов шириной от 5 до 10 мкм. С использованием этой системы путем

варьирования частоты адресующего напряжения созданы образцы окон на основе жидких кристаллов, диспергированных в полимере (ПДЖК), с изменяемой прозрачностью (рис.1). В результате появляется возможность не только ослаблять ослепительный блеск окна, но и контролировать его тепловое излучение и тем самым экономить энергопотребление. Отметим, что работа выполнена в рамках региональной программы передовых инноваций штата Огайо (программа Ohio Third Frontier).

По мнению разработчиков, новая технология найдет применение при изготовлении лобовых стекол автомобилей и самолетов, окон высотных зданий и оранжерей и т.п. Окна из такого стекла могут предотвратить несанкционированное проникновение в офисные и медицинские учреждения.

OLED-ДИСПЛЕИ

Доклады компаний Panasonic и LG Display, посвященные созданию 55-дюймовых (141 см) панелей на основе органических светодиодов (OLED), получили высокие оценки программного комитета (7–8 баллов из 10). В докладах рассматривается формирование подложки по технологии InGaZnO (IGZO), о достоинствах которой мы писали ранее [2]. В разработке японской фирмы Panasonic использована

технология RGB-струйной печати (RGB all-printing method), позволяющая отдельно наносить органические материалы красного, зеленого и синего свечения при производстве панелей больших размеров. Разрешение OLED-дисплея составляет 4K×2K (3840×2160 пикселей), пиковая яркость – 500 кд/м², контраст – 10⁶:1.

OLED-панель корейской компании LG Display толщиной всего 4 мм воспроизводит изображение высокой четкости (1920×1080 пикселей) с контрастом 10⁵:1. В приглашенном докладе этой компании перечисляются другие технологии, используемые при производстве на линиях поколения 8,5G OLED-панелей с размером подложки 2,2×2,5 м, а именно: дисплеев с оксидными тонкопленочными транзисторами, белых OLED-дисплеев. Рассматриваются вопросы применения твердотельного капсулирования пикселей, повышения качества изображения электронными и программными методами.

ТЕХНОЛОГИЯ ЖК-ДИСПЛЕЕВ

Самую высокую оценку (9 баллов из 10) среди докладов по технологии ЖК-дисплеев получило сообщение американской компании Pacific Light Technologies об использовании квантовых точек полупроводниковых соединений A²B⁶ в светодиодной подсветке для расширения цветовой гаммы ЖКД. Для этого на светодиодный кристалл наносится взвесь квантовых точек в силиконе, что не приводит к изменению срока службы подсветки и существенному увеличению ее стоимости.

Большое внимание на секции будет также уделено различным оптическим пленкам со сложной структурой, предназначенным для повышения качества изображения, воспроизводимого не только ЖКД, но и OLED. Доклад японской корпорации Fujifilm посвящен формированию ахроматического фильтра, подавляющего блики на поверхности дисплея, для чего четвертьволновая ЖК-пленка с положительной оптической

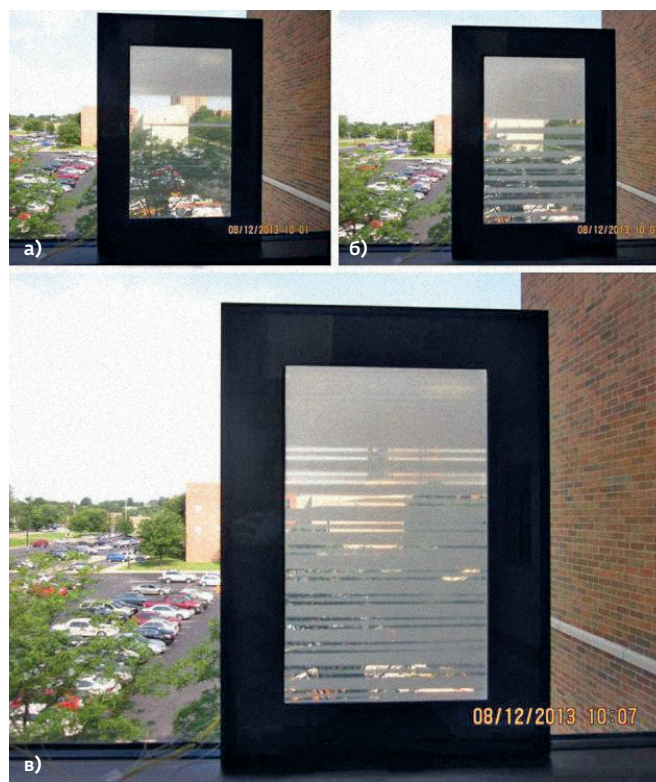


Рис.1. Вид из окна с ПДЖК на ПЭТ-подложке с системой трещин в ITO-электроде при согласовании частоты приложенного напряжения с эффективной шириной электродов: а) частота 50 Гц и сплошной электрод; б) 2000 Гц и сравнительно широкие, но разделенные электроды; в) 5000 Гц и узкие электроды в сочетании с переключаемыми зонами

анизотропией и полуволновая ЖК-пленка с отрицательной оптической анизотропией наносятся на поверхность OLED-экрана сотового телефона.

Группа Фила Боса из Института жидких кристаллов Кентского университета (США) рассчитала и изготовила поляризационную решетку Панчаратнама на основе ЖК-полимера, которая в сочетании с ЖК-фазовой пластинкой,

регулирующей направление поляризации света, позволяет изменять направление съемки ТВ-камеры на $\pm 10^\circ$ и $\pm 30^\circ$ при изменении направления оптической оси фазовой пластины. А исследователи во главе с руководителем Института жидких кристаллов Л.Ч.Ченом намерены представить любопытную конструкцию пространственного модулятора света. В объеме слоя холестерического жидкого кристалла формируется система пузырьков, чувствительная к воздействию не только электрического сигнала, но и света и давления.

В работе МГОУ, представляемой автором статьи, обосновывается структура ЖК-ячеек с неоднородным распределением показателей преломления жидкого кристалла для формирования различных фазовых элементов. Такие гибридные ячейки с произвольной ориентацией жидкого кристалла перспективны для управления углами обзора и быстродействием дисплея. Используя другие двулучепреломляющие среды, например полимеры, можно создавать оптические компенсаторы и фазовые пластины для самых различных применений.

ПРОБЛЕМЫ ВОСПРИЯТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

В Национальном тайваньском университете разработан небольшой лазерный проектор для устройств отображения информации, размещаемых перед глазами или на голове пользователя. Изображение формируется путем сканирования лазерного луча с помощью микроэлектромеханической системы (МЭМС). Типичный недостаток проекторов – когерентный шум, или спекл, – устранен за счет применения еще одного МЭМС-устройства – небольшого зеркала, помещаемого между источником

света и экраном и способного колебаться с частотой до нескольких сотен герц. Более изящное решение проблемы предложено группой И.Н.Компанца из ФИАНа – в ячейке со смектическим (сегнетоэлектрическим) ЖК-материалом (СЖК) с помощью электронного импульса формируется система доменов, которая хорошо подавляет спекл [3].

В лаборатории света и освещения Католического университета Лувена (Бельгия) выполняется частично финансируемая Европейским Союзом программа по так называемому методу мягкой метрологии, определяемому Международной комиссией по освещению (CIE) как измерение параметров, которые коррелируют с реакцией человека на различные воздействия. В докладе исследователей университета рассмотрены возможности цифрового представления визуальных характеристик объектов: цвета, поверхностной текстуры, прозрачности, блеска.

В работе исследовательского центра Nokia и Технологического университета Тампере показано, как бинокулярный просветный дисплей, расположенный перед глазами, формирует изображения виртуальных объектов на разных расстояниях конвергенции (сходимости взгляда) для создания иллюзии смешанной реальности. Для формирования реалистичного изображения бинокулярный режим более приемлем и удовлетворителен, чем монокулярный. При этом результаты для доминантного глаза (в рассматриваемом случае – правого) лучше. Но иногда при рассогласовании сходимости взгляда монокулярное представление лучше бинокулярного.

Наиболее реалистичное изображение для дисплеев, сфокусированных на бесконечность, получается при расстояниях от глаз более 4 м. Восприятие

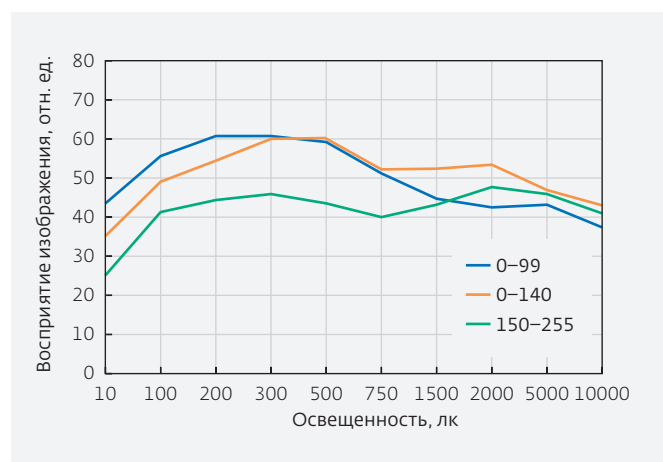


Рис. 2. Субъективное восприятие изображений в зависимости от освещенности ридеров Paperwhite для трех диапазонов помутнения хрусталика при катаракте

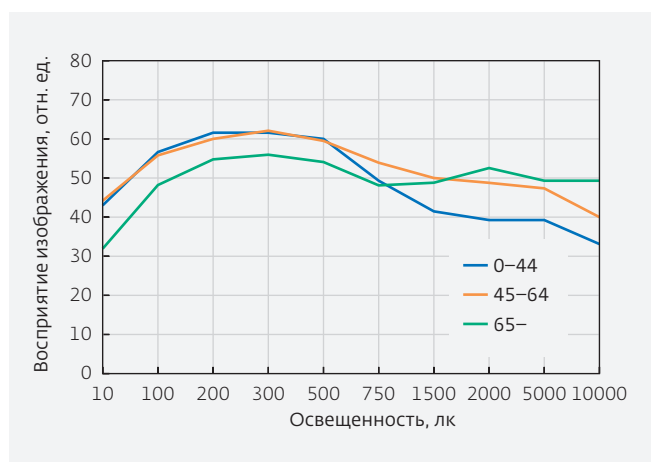


Рис. 3. Субъективное восприятие изображения в зависимости от освещенности ридеров Paperwhite для трех возрастных групп

целостного смешанного изображения не является простым процессом, среднее время реакции составляет ~4 с. При этом наиболее быстрая реакция наблюдается при самом неблагоприятном режиме – рассмотрении объекта левым глазом.

Дисплеями пользуются разные группы населения, в том числе и пожилые люди с различными нарушениями зрения. Специалисты университета Нагоя (Япония) изучили восприятие людьми с катарактой изображения на планшетах и электронных читающих устройствах (ридерах) при различных условиях освещения (рис.2, 3). При малой освещенности субъективное восприятие изображения на новых планшетах iPad и ридерах Paperwhite (белый, как бумага) было тем хуже, чем сильнее развита катаракта. Испытуемые с небольшим помутнением хрусталика могли хорошо читать при освещенности до 10 000 лк, когда сказывается эффект блика передней поверхности дисплея. При слабой освещенности между восприятием изображения и возрастом существует корреляция. Но при высоком уровне освещенности наилучшее восприятие было у людей со средними значениями помутнения хрусталика. В целом наилучшее восприятие показала группа самых возрастных испытуемых.

Исследователи школы информационной и телекоммуникационной техники Токийского университета сравнили движение глаз при чтении электронных и обычных бумажных книг. В первом случае глаз движется регулярно, во втором движение зависит от положения книги. Бумажную книгу можно согнуть, в результате смещение глубины взгляда может существенно измениться, и глаз будет меньше уставать.

* * *

Как всегда, на неделе дисплеев ожидается интересная выставка и еще более интересные экспозиции в инновационной зоне. Об этом – после посещения симпозиума.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беляев В.** Международному дисплейному обществу (SID) – 50 лет! – Электроника: НТБ, 2012, №6, с.94-101.
2. **Беляев В.** Светодиоды и плоскпанельные дисплеи Совмещение несовместимых. – Электроника: НТБ, 2013, №8.
3. **Андреев А., Компанец И.** Жидкокристаллические дисплеи. Перспективы развития. Часть 1. – Электроника: НТБ, 2012, №6.