

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА НЕДЕЛЕ ДИСПЛЕЕВ В 2017 ГОДУ

В.Беляев

УДК 621.397

ВАК 05.27.00

Очередная Неделя дисплеев состоялась 21–26 мая 2017 года в Лос-Анджелесе (США), городе кино, звукозаписи, спорта высших достижений, нефти, что сказалось на атмосфере и содержании мероприятия. Докладчиком на торжественном обеде вручения ежегодных наград SID (Society for Information Display – Международное дисплейное общество) был Пит Лудэ, главный инноватор (Chief Innovation Officer) компании RealD. Он рассказал, как кинематограф стал испытательной площадкой для инноваций в дисплейных системах. Главные темы Недели – дополненная и виртуальная реальность (AR/VR или Augmented Reality/Virtual Reality), решения для цифровых информационных табло, дисплейные материалы и процессы, переносные дисплеи.

В течение Недели дисплеев проводится множество бизнес- и образовательных мероприятий: бизнес-конференция, конференция инвесторов, форум главных управляющих (СМО Forum), учебные семинары и мастерские по актуальным проблемам и др. Стала традиционной инновационная зона (i-Zone). Среди новинок 2017 года – вводный курс в метрологию дисплеев, организованный 21 мая SID и Международным комитетом дисплейной метрологии, и форум "Женщины в технике", который прошел 24 мая и оказался аналогом российского дня 8 Марта. На текущий год пришлось очередная юбилейная дата в области дисплейных технологий – 30-летие органических светодиодов (OLED), устройств и технологий на их основе.

Тон Недели был задан ключевыми докладами при открытии научной конференции. Пол Пенг, председатель и исполнительный руководитель (СЕО) тайваньской корпорации AU Optronics Corp. (AUO), выступил на тему "Эра воюющих государств в области дисплейных технологий". Клей Бейвор, вице-президент группы виртуальной и дополненной реальности компании Гугл, назвал свой доклад "Как сделать ощущения богатой погруженности в виртуальной и дополненной реальности". Санджай Дхаван, президент компании Harman International, осуществляющей услуги по электронным соединениям, посвятил свое выступление теме "Гуманизация опыта автономного автомобиля".

В докладе П.Пенга слово states переведено как "государства", но в переносном смысле: деятельность мощных групп, развивающих дисплейную технологию, направлена на завоевание доминирования на рынке. Что касается слова "воюющих", то, действительно, война идет, и военными действиями являются новые разработки, ценообразование, поиск идей и решений, обеспечивающих прорыв "фронта". Поскольку докладчик – руководитель крупнейшей компании, он говорил в основном о "военных" действиях, предпринимаемых AUO на двух главных "фронтах" – в области дисплеев на основе жидких кристаллов и органических светодиодов (OLED), а также на "тактических" направлениях, относящихся к технологиям электроники активных матриц.

Позиции AUO выглядят убедительными. Год за годом компания демонстрирует все новые достижения, не отставая от конкурентов: 2012 год – ТВЧ (HD), фронтальная и торцевая подсветка, 2013-й – 3D-телевизоры, 2014-й – сверхвысокое разрешение (4000 столбцов), 2015-й – панели с кривыми (curved) поверхностями, 2016-й – панели с высоким динамическим диапазоном (HDR), 2017-й – дисплеи с квантовыми точками. Динамика характеристик и цен дисплеев за последнее десятилетие свидетельствует о том, что первые повышаются значительно быстрее вторых. Так, в 2006 году за ЖК-панель диагональю 42 дюйма (106 см), с высокой четкостью (1920×1080 пикселей) и подсветкой из люминесцентных ламп с холодным катодом платили 999 долл. В 2016 году ЖК-панель стоила 1099 долл.,

но ее размер был на 23 дюйма (58 см) больше, разрешение выше в четыре раза, подсветка светодиодная (панель тоньше и надежнее). При этом появляются новые свойства: высокий динамический диапазон, искривленный (curved) экран, в готовом изделии (телевизоре, мониторе, а главное – телефоне) корпус панели занимает мало места по сравнению с дисплейным модулем. В литературе это свойство называется "узкий паз" (narrow bezel). В докладе так и сказано: "Более роскошные устройства становятся более доступными". При этом OLED не так доступны, при тех же характеристиках их цена в 2,5 раза выше (2800 долл.).

Одним из тактических направлений компании AUO являются автомобильные дисплеи, разработанные и изготовленные с учетом требований надежности и срока службы. Разновидности дисплеев: кластерная приборная панель, центральный информационный дисплей, отображение на ветровом стекле (Head-Up Display или HUD, Windshield Display), панель в салоне для развлечения пассажиров. Устройства могут принимать разную форму (изгибаться, причем под разным углом), снабжены пассивными или активными компонентами, уменьшающими интенсивность отраженных бликов. Не только автомобильные, но и другие дисплейные продукты компании AUO – энергосберегающие, отличающиеся высокой считываемостью при солнечном освещении, защищенностью от чужого взгляда, возможностью видеть без искажений быстро меняющиеся картинки, снабженные интегрированной функцией показа изображения. Компания выпускает панели с квантовыми точками в модуле подсветки для расширения цветовой гаммы, панели по технологии локального затемнения для повышения контраста и динамического диапазона, а также продукцию с использованием традиционных дисплейных технологий: ЖК-антенны, прозрачные дисплеи, электрические занавески, изменяющие пропускание при высоком уровне солнечного освещения. Наряду с ЖК-устройствами предлагаются приборы с OLED: твердые, гибкие, часы, микродисплеи. Перспективным направлением становится создание устройств на основе микро-светодиодов. Но доминирующей технологией останется жидкокристаллическая. В ближайшие шесть лет (с 2017 по 2023 год) ее доля в мировом рынке дисплеев немного уменьшится (с 96 до 93%), но объем производства и продаж значительно вырастет в абсолютном выражении благодаря выпуску панелей 8-го и 10-го поколений. Это обусловлено и тем, что ЖК-технологии значительно экологичнее, чем OLED. Можно привести пример, как работают в AUO над тем, чтобы сделать производство более "зеленым". За 10-летний период с 2006 по 2015 год были рассчитаны характеристики параметров производства каждого квадратного метра дисплеев. Интенсивность потребления воды снизилась на 45%, а энергии – на 40%. 90% всей воды используется повторно. Эмиссия углерода в атмосферу

уменьшилась на 62%. Четыре производственных здания имеют сертификацию LEED – Американского совета по "зеленым" зданиям.

С учетом упомянутых главных тем Недели дисплеев остановимся подробнее на некоторых тезисах доклада К.Бейвора, в котором изложены подходы и требования к системам VR/AR (Virtual Reality / Augmented Reality) (рис.1). Среди составляющих таких систем автор назвал "дисплеи, оптику, слежение за деталями изображения, датчики, воссоздание трехмерной обстановки, органы чувств и данные, получаемые этими органами (Бейвор говорит: "мир этих чувств"), фиксацию и воссоздание звука в пространстве, осязание, операционные системы, электропитание, кодексы, обработку изображения, инструменты создания контента, материалы, эргономику и...". Чтобы изображение не расплывалось, нужно создавать дисплеи с количеством пикселей, в 10 раз превышающим современный уровень. На каждый глаз должно приходиться 20 Мпикселей на кадр. При частоте кадров 90 Гц пропускная способность устройства должна составлять 50–100 Гбайт/с, что существенно превышает пропускную способность оптического нерва (10 Мбайт/с). Возможное решение – использование особенности зрительной системы человека, в которой максимальное разрешение получается только в фовеальной области – узкой части сетчатки глаза.

К.Бейвор привел примеры устройств виртуальной реальности для смартфонов: Smartphone VR, Standalone VR, прибор Tilt Brush (рисует виртуальную реальность вокруг пользователя и переносит ее в компьютер (сайт tiltbrush.com)), камеры не только с двумя, но и с 16 объективами и, наверное, датчиками других свойств, позволяющих воссоздать многомерный массив данных, который ранее мы назвали бы "изображением".

В докладе С.Дхавана шла речь о современной и перспективной электронной начинке автомобиля, разрабатываемой компанией Harman совместно с Samsung. Автомобиль напичкан системами и устройствами самой широкой функциональности (рис.2). Мегатрендами



Рис.1. Классификация виртуальной и дополненной реальности (VR/AR или Virtual Reality / Augmented Reality)

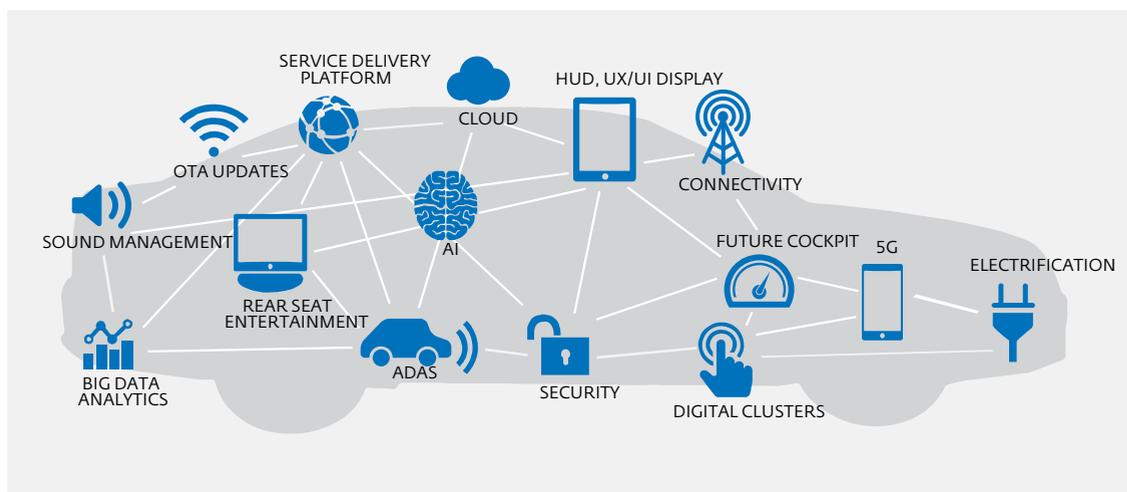


Рис.2.

Электронная начинка автомобиля будущего

трансформации автомобиля являются умная звуко-система, сведение индикаторов приборной панели в один прибор, соединение с системами, осуществляющими облачные вычисления, искусственный интеллект, возможность управления некоторыми системами автомобиля с мобильных устройств, автономное вождение. В основе этих трендов – развитие устройств человеко-машинного интерфейса (Human-Machine Interface, HMI), благодаря которым водитель получает информацию и на ее основе принимает решения. Устройства могут быть стационарными, переносными, мобильными, а некоторые – персонализированными. Помимо центрального дисплея предлагается сформировать мультидисплей с проекцией на ветровое стекло. Система кибербезопасности будет отслеживать состояние работы частей автомобиля, текущую и перспективную ситуацию на дороге.

НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ДИСПЛЕЕВ

В статьях про предыдущие дисплейные симпозиумы сообщалось о дисплейных панелях со сверхбольшим количеством пикселей (до 10К × 4К) или сверхвысоким разрешением (около тысячи пикселей на дюйм или 40 на 1 мм), реализованным в ЖК-панелях [1, 2]. В 2017 году к этим показателям приблизились и даже в чем-то превзошли их характеристики устройства на основе органических светодиодов.

В японской лаборатории полупроводниковой энергии в г. Ацуги создали прототип OLED-панели для нового полноцветного стандарта BT.2020. Она сравнительно небольшая – всего 13,3 дюйма по диагонали (34 см), но насчитывает 8К × 4К пикселей, что соответствует пространственному разрешению 664 точки на дюйм (ppi, points-per-inch) или 26 точек на миллиметр. Глубина каждого цвета составляет 12 бит, что соответствует контрасту не менее 4000:1 по каждому из основных цветов. Частота смены изображений, формируемых панелью, составляет 120 Гц.

В корейской компании LG Display разработали большую OLED-панель, почти такую же по размеру и разрешению, как и ЖК-панели китайской компании BOE, характеристики которых представлены в [1, 2]. У OLED-дисплея LG размер 65 дюймов (165 см) и разрешение 4К. Ее особенность – хорошее качество белого цвета. На выставке такой экспонат с размером 77 дюймов по диагонали (196 см) назывался OLED-обои (рис.3).

Такие характеристики по разрешению и быстродействию стали возможными благодаря развитию технологий тонкопленочных транзисторов (TFT) на основе оксидов металлов (в основном IGZO – окислы индия, галлия, цинка) и низкотемпературного поликремния (Low Temperature Poly Silicon – LTPS). Корейская компания Samsung Display предложила новую конструкцию и архитектуру пикселей, с помощью которых получают панели на стеклянных подложках с разрешением 2250 точек на дюйм (почти 90 на мм). Размер панели 1,96 дюйма (5 см).



Рис.3. OLED-обои толщиной 6 мм и массой 1 кг

Но и это уже не предел. Еще ранее сообщалось о микродисплеях диагональю 1–1,5 см, с количеством строк и/или столбцов 1000–1500. В японской компании **Sony Semiconductor Solutions** и корейском исследовательском институте электроники и телекоммуникации (**ETRI**) созданы микродисплеи и пространственные модуляторы света с ЖК и OLED с размером пикселя примерно 7 мкм для цифровой голографии и дополненной реальности. В ETRI работают над следующим поколением технологии, которая обеспечит размер пикселя около 1 мкм, что будет означать один мегапиксель на одном квадратном миллиметре!

В мире продолжают интенсивно работать над компонентами гибких (flexible) и сгибаемых (bendable, foldable) дисплеев. В калифорнийском университете Лос-Анджелеса (США) и Нанкай университете в Китае Тяньцзине (все фамилии авторов китайские) сделали растягиваемые прозрачные электроды из серебряных проволок в полимерном композите. Упомянувшийся корейский институт ETRI продемонстрировал растягиваемые тонкопленочные транзисторы (TFT), работающие и при 30%-ной деформации.

В результате, компания **Samsung Display** показала первый в мире 9,1 дюймовый (23 см) AM OLED на основе технологии низкотемпературного поликремния, который сохраняет качество изображения, несмотря на изменение формы панели. Китайская компания **BOE** составила дорожную карту разработки и производства гибких OLED. На Неделе дисплеев 2017 году в Лос-Анджелесе было показано несколько видов сгибаемых дисплеев. Дисплей для планшетов с сенсорным управлением имел разрешение 2048×1536 пикселей, контраст более 70 000 : 1, его можно сгибать не менее 100 000 раз без потери качества изображения. Сгибаемый AM OLED отличается очень высокими характеристиками по пространственному разрешению и контрасту: 2560×1440 пикселей по диагонали 5,5 дюйма (14 см), что означает плотность пикселей 538 на дюйм или 21 на миллиметр, контраст превышает 100 000 : 1.

Рис. 4. Панель OLED с "кристаллическим видимым звуком"



В техническом университете Дрездена в Германии разработали новый материал для OLED, который меняет цвет в зависимости от полярности приложенного напряжения: от глубокого синего до насыщенного желтого. Меняя последовательность положительных и отрицательных импульсов, можно получать промежуточные цвета. Разработка перспективна для использования не только в дисплеях, но и в осветительных устройствах.

Стоит отметить еще одну новую функцию современных дисплеев. В последние годы модно говорить не только о 3D-картинках, но и о 4D- и даже 5D-изображениях. Обычно имеется в виду воздействие на другие органы чувств человека, кроме зрения. На стенде компании LG была представлена панель с "кристаллическим звуком" (Crystal Sound). Перед основной панелью находится еще одна – с двумя большими полусферами, и на ней под действием звуковых волн мощностью до 20 Вт "визуализировались" звуки (рис. 4).

Примером устройства с использованием других органов чувств (например, осязания) стал сенсорный дисплей китайской компании **Tianma**. В нем реализована технология, благодаря которой оператору, проводящему пальцем по панели, кажется, что ее поверхность рельефная. При касании генерируется электростатическая сила на пересечении электродов строки и столбца. Эта сила изменяет силу трения при движении пальца, благодаря чему возникает ощущение шероховатой текстуры. Возможно согласование картинки и тактильных ощущений. Таким образом, можно сделать клавиатуру, каждая клавиша которой будет отличаться по тактильным ощущениям. Пользователи могут идентифицировать область изображения не только по визуальной картинке, но и по осязанию, что повышает эффективность работы.

Известно о конкуренции ЖК- и OLED-технологий. Примером может служить снимок двух почти одинаковых дисплеев компании **Samsung**, на котором видно, что OLED-дисплей отличается в полтора раза меньшим энергопотреблением, при этом обеспечивает более широкую цветовую гамму и почти в 300 раз больший контраст



Рис.5. Сравнение энергопотребления и других характеристик двух почти одинаковых дисплеев компании Samsung, изготовленных по ЖК- и OLED-технологиям

(рис.5). На другом стенде компания показала, что OLED-дисплей эффективнее и для применения в режиме высокого динамического диапазона (HDR или High Dynamic Range), так как у него достижимый уровень черного составляет менее 0,0005 нит ($1 \text{ нит} = 1 \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$), а у ЖК-дисплея этот показатель превышает 0,2 нит. Демонстрация изображения на обеих панелях в условиях яркого внешнего освещения (рис.6) полностью подтверждает преимущества OLED-дисплеев.

Но есть примеры, когда технологии сосуществуют и даже взаимодополняют одна другую. Известны гибридные устройства с ЖК- и OLED-панелями, которые включаются в том или ином режиме – так называемые трансфлективные дисплеи. Слово "трансфлективный" образовано от слов transmission (пропускание) и reflection (отражение). В зависимости от условий внешней



Рис.6. Считываемость изображения на ЖК- и OLED-панелях в условиях яркого внешнего освещения

освещенности прибор работает в излучательном режиме (темные условия) либо в отражательном (яркая освещенность). В этом году на выставке "Неделя дисплеев" компания LG представила еще один "гибрид" – многослойный дисплей (MLD). Его тыльная часть – полноцветный дисплей с разрешением 1920×720 пикселей, а фронтальная – прозрачная OLED-панель с вдвое меньшим по каждому направлению количеством пикселей. Каждая панель имеет только красно-зеленые или сине-зеленые цветовые компоненты.

Про искривленные панели была информация [1, 2]. Теперь они стали больше и с большим коэффициентом кривизны. Но событием выставки стали дисплеи без рамок (frameless) (рис.7) и с узким пазом (narrow bezel), в дизайне которых нет или почти нет ничего, кроме изображения.

Наряду с известными компаниями – лидерами рынка в сегменте дисплейных технологий появляются новые игроки, которые стремятся занять свои ниши. Особенно заметна активность китайских компаний. Помимо BOE, о которой мы уже рассказывали, интересные варианты автомобильных дисплеев демонстрировала компания Tianma (рис.8). Активно-матричные панели с внутренней кольцевой выемкой уже не редкость. Причем кольцо не мешает структуре картинки при сенсорном управлении (рис.9).

Компания Tianma внесла свой вклад в разработку дисплеев для медицинского применения. Высокое пространственное разрешение и передача цвета позволяют детально отслеживать лечебные действия и принимать правильные диагностические решения (рис.10).



Рис.7. Безрамочная искривленная телевизионная панель Samsung



Рис.8. Примеры автомобильных дисплеев и панелей управления китайской компании Tianma

Американская компания Silvasco продемонстрировала на своем стенде модель испытаний механических и электрооптических характеристик дисплеев различных видов и рисовала картинку с использованием дронов.

Новые технологии для повышения качества картинки на дисплеях представила на выставке **американская компания 3M**, продемонстрировав, насколько улучшается яркость панели при использовании пленки DBEF (Double Brightness Enhancement Film – двойной пленочный усилитель яркости). В результате применения этой пленки для достижения нужного уровня яркости панелью потребляется намного меньшая мощность. 3M представила две новые структуры таких пленок – DBEF-PVON и DBEF-BA. Для дисплеев меньшего размера, чем у телевизора, – для ноутбуков и сотовых телефонов – разработаны новые структуры пленок существенно меньшей толщины – до 251 мкм.

Компания **Japan Display Inc. (JDI)** известна разработками экранов повышенной надежности. В этом году на Неделе дисплеев она представила устройства с сенсорным элементом, встроенным в тонкопленочный транзистор активной матрицы дисплея или в оптическую пленку для усиления яркости (технология In-Touch). В результате повышается точность определения координат касания. Такие приборы называют дисплеями с 0-мерной кнопкой. В компании JDI усовершенствовали технологию низкотемпературного поликремния и на 30% снизили энергопотребление панелей. Применение технологии позволило компании существенно увеличить пространственное разрешение дисплеев (рис.12) и создать нашлемное устройство, формирующее изображение с 1440×1700 пикселей и скоростью смены кадров 90 Гц (рис.13).

Вершиной сенсорных технологий (touch screen) оказалась система без касания панели. С помощью специальной оптической схемы в воздухе строится изображение, которое можно "потрогать". При нажатии на

виртуальную кнопку под картинкой предмета или изображения действия "выбирается" предмет или действие. Такие приборы назвали воздушными (aerial) дисплеями. Профиль панели S-образный. Про упрочненные (rugged) дисплеи этой компании информация приведена в [3].

Вместе с другими дисплейными технологиями существенно продвинулась и технология электронной бумаги (компания E-Ink). Выше разрешение, лучше передача цвета, появилась гибкость, на электронной бумаге теперь можно писать и авторучкой. Но чего еще не показывали другие разработчики, так это женских платьев. На выставке "Неделя дисплеев" в 2017 году демонстрировалось платье, которое через короткий промежуток времени меняло свой цвет и рисунок ткани (рис.14).

Это уже не совсем дисплеи, хотя и выполненные на основе дисплейных технологий, по мере развития которых в последние десятилетия предъявляются новые требования к электронным устройствам и материалам.

На выставке было показано много дисплеев круглой или прямоугольной формы для наручных часов. Движение в этом направлении сопряжено с появлением новых задач. Так, С.Ким, доцент **южнокорейского университета**



Рис.9. Сенсорные панели китайской компании Tianma с внутренней кольцевой выемкой и возможностью передвигать поле изображения

Сунгкунван, представитель школы передовых материалов и науки и техники, а также лаборатории многофункциональной нано-/биоэлектроники, в обзоре по гибкой полупроводниковой электронике привел структуру прототипа искусственного биомаркера на коже. Это кусок пластика с электронными элементами и датчиками температуры, влажности, других показателей. Его появление стало возможным благодаря созданию коммерческого продукта – наручных часов.

ФОРУМ "ЖЕНЩИНЫ В ТЕХНИКЕ". ВЫДАЮЩИЕСЯ ДОКЛАДЫ СТУДЕНТОВ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ НА НЕДЕЛЕ ДИСПЛЕЕВ

На Неделе дисплеев были представлены не только технические новинки. Устроители мероприятий прилагают много сил и тратят немало средств, чтобы представить

участников конференции и выставки – от студентов до руководителей крупных компаний.

Расскажем о некоторых участницах форума. Модератором была Рашми Рао, старший директор по передовой технике компании Harman International и председатель программного комитета Недели дисплеев 2017 года. В компании она отвечает за стратегию технологии и вывода ее на рынок, за объединение прорывных технологий с конструкторскими разработками (с учетом взаимодействия человека с машиной). Совсем недавно она занималась стратегией продвижения айфонов в компании Apple.

Участница форума Джулия Браун, старший вице-президент и технический директор американской компании Universal Display Corporation. Прежде она была сотрудницей исследовательских лабораторий Хьюза и руководила разработкой пилотной линии для производства

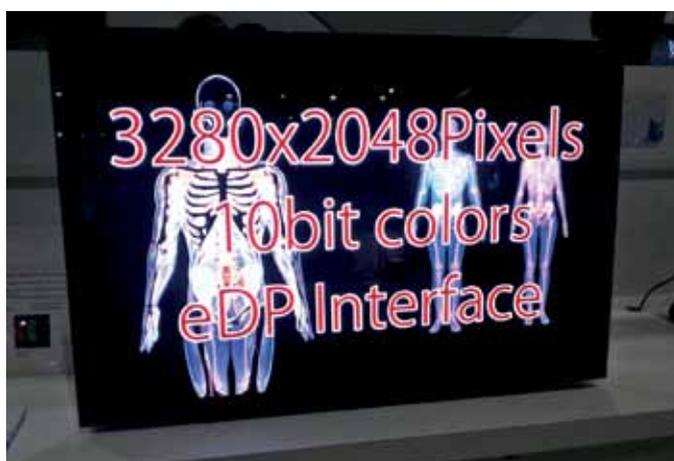


Рис.10. Медицинские дисплеи китайской компании Tianma и примеры формируемых ими изображений. Показаны негатив и позитив рентгеновского снимка шейного отдела позвоночника и снимки фаз операции с использованием зондовой ТВ-камеры

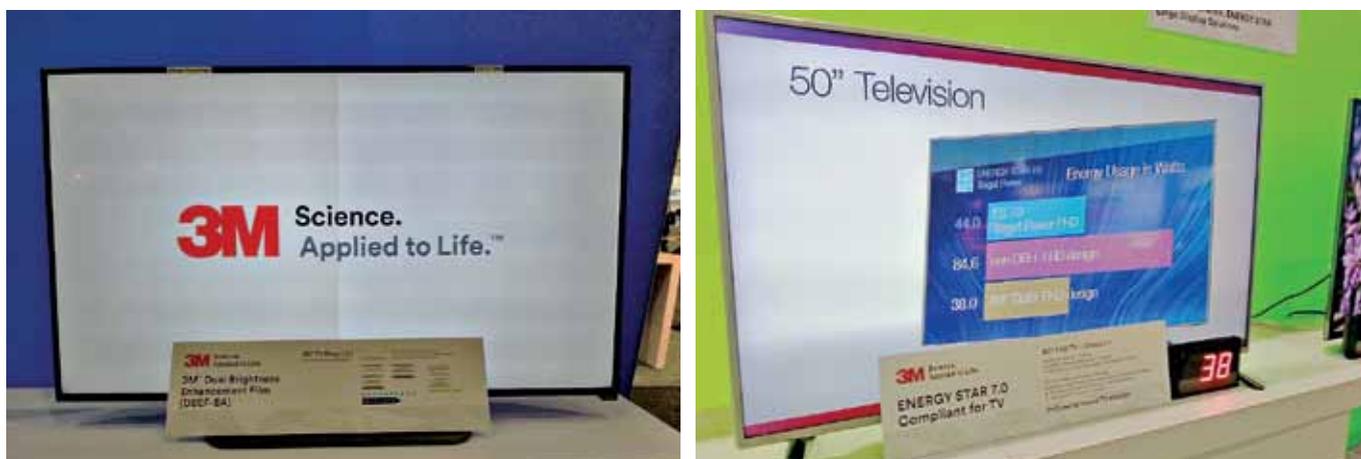


Рис.11. Оптические пленки 3M DBEF оправдывают свое название (Double Brightness Enhancement Film – пленочный усилитель яркости в два раза). Для формирования яркости панели 300 нит нужно всего 38 Вт вместо требуемых по спецификации 44 или 85 Вт без использования оптической пленки

высокоскоростных микросхем на основе гетероструктурных полупроводников. Ее заслуги признаны научным сообществом – Джулия является почетным членом (Fellow) Института электрических инженеров (IEEE) и SID, ее имя внесено в зал славы высшей школы штата Нью-Джерси.

Кэндис Браун Эллиотт, основательница и генеральный директор компании Nouvoiance. Кэндис – признанный лидер, предприниматель, изобретатель, автор более 100 патентов по плоскпанельным дисплеям и микроэлектронным приборам. В ее 40-летней профессиональной карьере были и ключевые посты в ведущих полупроводниковых фирмах, и успешные стартапы. Одно из ее изобретений удостоено премии SID имени Отто Шаде. При всем этом научная степень Кэндис – бакалавр по физике и психологии.



Рис.12. Дисплеи компании JDI на основе технологии низкотемпературного поликремния с пространственным разрешением (справа налево) 112, 400 и 600 пикселей на дюйм (4,4; 16 и 24 элемента на мм) соответственно

Для Недели дисплеев интересной и несколько необычной выглядит область занятий и карьера Хейди Дохсе, вице-президента по продукции (Product Execution) корпорации DTI (Disruptive Technology Innovations). Хейди отвечает за стратегию развития корпорации по направлению "Наука о здоровье и жизни" в целях глобального обеспечения здоровьесбережения. У корпорации есть пионерская разработка с использованием графеновых технологий. До DTI Хейди создавала облачную платформу в Google. У нее есть степень исполнителя (Executive) Гарвардской медицинской школы и статус бакалавра искусств. Она также основала благотворительный виртуальный маршрут "Тур сердца" (Tour de Heart, virtual charity ride), чтобы дать надежду и воодушевить пациентов с заболеваниями сердца и их благодетелей.

Лора Реа, старшая управляющая технологической программой в Исследовательской лаборатории ВВС США, около 30 лет работает в системе технологий для военных применений. Сейчас создает материалы и процессы



Рис.13. Нашлемное устройство компании JDI с пространственным разрешением 651 пиксель на дюйм (26 элементов на мм)

для датчиков и компонентов мониторинга характеристик человека для повышения автономности военных систем.

Персиянка Ниаз Абдолрахим окончила Иранский университет науки и технологии со степенью бакалавра наук, а позже получила степень магистра по аэрокосмической технике. Докторскую степень она защитила уже в университете штата Вашингтон. Во время работы над диссертацией в 2013 году Ниаз выиграла премию Джеймса Клерка Максвелла для молодых писателей, точнее авторов статей или книг. Сейчас она доцент по механическим приборам и наукам о материалах университета Рочестера в штате Нью-Йорк.

Закончим представление женщин-предпринимателей рассказом о Таре Ахаван, заместителе председателя SID по маркетингу. Тара – основатель и технический директор одного из признанных стартапов в дисплейной индустрии – компании IRYStec. Ранее Тара увеличила количество подписчиков одной из американских мобильных сетей до 20 миллионов, за что была отмечена корпоративной наградой. У нее несколько ученых степеней: бакалавр компьютерного приборостроения, магистр по искусственному интеллекту, доктор по обработке изображений и компьютерному зрению.

Перед началом научной программы дисплейного симпозиума программный комитет отбирает выдающиеся (distinguished) доклады представителей различных организаций, а также студентов. Были отмечены девять студенческих докладов, в основном из азиатских стран – три из Китая, два из Республики Корея, а также три из США и один из Германии. Но в двух докладах из США были фамилии только китайцев или тайваньцев. Отметим, что в одном выдающемся студенческом докладе студенты представляли китайскую Академию наук. Из девяти отмеченных студенческих докладов три – по новым технологиям с квантовыми точками,



Рис.14. Платье, которое меняет цвет и рисунок ткани

два – по оптическим решениям на основе метода светового поля.

В который раз при подготовке обзора очередного дисплейного симпозиума, а в последние годы Недели дисплеев, приходится вспоминать афоризм Козьмы Пруткина (кстати, по профессии метролога) "Нельзя объять необъятное". Только устные доклады на симпозиуме превысили 250 ч, а еще около 250 постерных докладов, более 150 стендов на выставке и различные мероприятия. При этом основные направления и технологии показаны в статье достаточно полно.

Работа, связанная с посещением Недели дисплеев 2017 года, была осуществлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант №15-07-00469_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беляев В.** Неделя дисплеев 2014 года. Большие достижения начинаются с малого // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2014. № 3. С. 108–111.
2. **Беляев В.** Неделя дисплеев 2016: Технологии настоящего и будущего. Часть 1. Выставка и научная конференция // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2016. № 8. С. 42–52.
3. **Беляев В, Суарес Д.** Дисплеи и дисплейные технологии для военных применений // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2017. № 7. С. 52–67.