

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ "ПЕРЕДОВЫЕ ДИСПЛЕЙНЫЕ И СВЕТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ" (ADLT-13)

В.Беляев, д.т.н. vic_belyaev@mail.ru

Разработки и исследования средств отображения информации (дисплеев) и их компонентов – важная и интересная часть современной науки и техники [1, 2]. В мире эту деятельность координирует Международное дисплейное общество (Society for Information Display, сокращенно SID). С 1993 года белорусское, украинское и российское отделения SID ежегодно устраивают международные симпозиумы. С 2008 года его название – "Передовые дисплейные и световые технологии", поскольку в последние годы идет активное развитие технологий освещения на основе светодиодов. Очередной, 21-й симпозиум ADLT-13 состоялся 9–12 апреля 2013 года в Московском государственном областном университете (МГОУ).

МГОУ был выбран хозяином симпозиума, поскольку в университете разрабатываются и исследуются материалы и компоненты дисплеев, а преподаватели и студенты физико-математического факультета активно участвуют в работе SID. Мы уже писали об организации двух студенческих филиалов Российского отделения SID – в МГОУ и Марийском государственном техническом университете (теперь Поволжский государственный университет) [3]. Представители второго вуза также активно участвовали в 21-м симпозиуме. Поддержку оказали Российский фонд фундаментальных исследований (грант №13-07-06007-г), SID, офис компании LG в Москве. Замечательные голографические логотипы симпозиума изготовило НПО "Криптен", Дубна. Приятно отметить, что

журнал Электроника:НТБ выступил информационным спонсором симпозиума.

За день до открытия в актовом зале были проведены курсы повышения квалификации по тематике симпозиума (молодежная школа). Перед студентами, аспирантами, молодыми учеными с обзорно-просветительскими лекциями выступили ведущие специалисты СНГ. Так, заведующий отделом оптоэлектроники ФИАН, профессор, д.ф.-м.н. Компанец И.Н. прочел лекцию "Новые 3D-технологии записи и отображения информации". Была рассмотрена проблема повышения кадровой частоты до 100–240 Гц при переходе дисплеев со стандартными кадровыми частотами 60–120 Гц и формированием цветного изображения с помощью триады цветных фильтров к воспроизведению 3D-изображения [4].

А для устройств отображения на основе метода последовательной во времени смены цветов, который позволяет втрое сократить число дисплейных элементов и получить более цельное и яркое изображение (в результате отказа от триады цветных фильтров), в режиме 3D-отображения необходимо повысить частоту смены кадров до 540–600 Гц. В лекции показано, как эта проблема, а также другие, относящиеся к разработке лазерных проекторов, решены с помощью новых жидкокристаллических материалов и оригинальных электронных устройств.

Заведующий отделом люминесценции им. С.И.Вавилова ФИАН, профессор, д.ф.м.н. Витухновский А.Г. сообщил о современных достижениях в органической фотонике. В докладе представлены результаты усилий физиков, химиков и технологов по созданию фотовольтаических ячеек (органических солнечных батарей) и прогресс в области органических светоизлучающих устройств (диодов и полевых транзисторов). Особое внимание было уделено органическим светоизлучающим устройствам, в которых эмиттерами света являются так называемые квантовые точки (нанокристаллы неорганических полупроводников).

Главный научный сотрудник, заведующий кафедрой теоретической физики МГОУ, д.т.н., профессор Беляев В.В. изложил основы светотехники и колориметрии. В конце лекции он напомнил слушателям, в первую очередь молодым, что симпозиум ADLT-13 посвящен юбилеям двух выдающихся разработок в области дисплеев и светотехники. 90 лет назад, в 1923 году, молодой 20-летний инженер О.В.Лосев, не имевший диплома о специальном образовании, открыл свечение при протекании тока в полупроводниковом кристалле. На основании этого открытия он через несколько лет получил патент за изобретение светодиода. 50 лет назад состоялось изобретение полупроводникового лазера (лазерного светодиода). Авторами научной идеи, опубликованной в 1962 году, были советские ученые Д.Н.Наследов, С.М.Рыбкин, а прототип устройства был изготовлен и запатентован в том же году группой специалистов компании General Electric, возглавляемой Н.Холоньяком.

Тема выступления д.т.н. Сорокина В.М. из Института физики полупроводников Национальной академии наук Украины (ИФП НАНУ) – "Светодиодное освещение. Проблемы. Решения. Перспективы" – была посвящена комплексному решению проблемы повышения

качества светодиодов и осветительной техники на их основе. Основное внимание уделялось вопросам повышения энергетической эффективности как светоизлучающих структур, так и светодиодных осветительных устройств в целом, решению задач конструирования осветительных систем, отвода избыточного тепла мощных светодиодов, современным технологиям монтажа светодиодов. Проанализированы вопросы повышения эффективности люминофоров для белых светодиодов, приведен анализ электронных схем управления светодиодными системами освещения, включая интеллектуальные системы освещения с управляемыми спектральными, энергетическими и другими параметрами. Рассматривалась метрология светодиодов и осветительных приборов на их основе. Автор продемонстрировал эффективные методы диагностики светодиодных устройств освещения. В докладе были также представлены вопросы стандартизации светодиодных систем, устройств и дополнительного оборудования. На примере Украинской государственной научно-технической программы по светодиодному освещению были рассмотрены пути эффективной коммерциализации научных исследований и разработок в области светодиодной техники.

В открытии научной секции симпозиума приняли участие заместитель главы администрации Мытищинского муниципального района А.Н.Гореликов, проректор МГОУ В.М.Клычников (рис.1). С приветствиями выступили руководители региональных отделений SID В.М.Сорокин



Рис.1. Заместитель главы администрации Мытищинского муниципального района А.Н.Гореликов вручает проректору МГОУ В.М.Клычникову благодарность за работу по подготовке кадров



Рис.2. Лауреат медали В.К.Фредерикса жидкокристаллического общества "Содружество" профессор Б.М.Болотин (слева) и обладатель почетного диплома имени Б.Л.Розинга Н.П.Сощин

(Украина), В.А.Высоцкий (Беларусь), М.М.Сычев (Россия), генеральный директор СКБ "Дисплей" А.С.Войтенков (Витебск, Беларусь), менеджер исследовательского центра Samsung В.А.Иванов (Москва). Почетные дипломы имени Б.Л.Розинга, изобретателя первого в России электронного дисплея и учителя В.К.Зворыкина, были присуждены выдающимся советским и российским ученым и инженерам Н.П.Сощину и Б.И.Горфинкелю. Затем состоялось вручение почетной медали "20-летие симпозиумов "Передовые дисплейные технологии", учрежденной в 2012 году тремя отделениями SID в СНГ. На симпозиуме ADLT-13 ее получил М.М.Сычев (Технологический институт, Санкт-Петербург). Профессору Б.М.Болотину (ИРЕА) вручили медаль В.К.Фредерикса жидкокристаллического общества "Содружество", одну из самых почетных наград ученым, работающим в области жидких кристаллов (рис.2).

Пленарную секцию открыл доклад Е.В.Долина, посвященный ассоциации Некоммерческое партнерство производителей светодиодов и систем на их основе (НП ПСС), работающей не только в области разработки и производства, но и стандартизации, сертификации, гигиены, законодательства, образования и т.п. [5].

В докладах, которые представили Витухновский А.Г. (ФИАН), Иванов В.А. (ООО "Исследовательский центр Samsung", Москва), Сорокин В.М. (ИФП НАНУ), Сычев М.М. (СПбГТИ(ТУ), были рассмотрены актуальные задачи развития дисплейных и световых технологий. На симпозиум было заявлено так много докладов, что пришлось проводить две

параллельные секции в разных аудиториях МГОУ. На секции "Технологии светоизлучающих материалов и дисплеев" были представлены современные разработки, посвященные повышению цветовых характеристик светодиодов для подсветки ЖК-дисплеев и освещения, уменьшению энергопотребления пикопроекторов, получению люминесценции полупроводниковых квантовых точек в органических светодиодах (OLED).

В работе "Использование органических красителей для повышения индекса цветопередачи белых светодиодов", выполненной Д.Н.Хмилем из Института физики полупроводников им. В.Е.Лашкарева НАН Украины (Киев), показано, что применение органических красителей совместно с неорганическими люминофорами позволяет повысить индекс цветопередачи (CRI) с 70 до 95. Установлено, что в диапазоне коррелированной цветовой температуры от 3500 до 7000К индекс цветопередачи превышает 90. Разработка защищена патентом Украины.

В других докладах ИФП НАНУ, представленных Ю.В.Коломзаровым, рассмотрены свойства и технологические методы получения пленок органических планарных светоизлучающих гетероструктур на основе новых комплексов европия – перспективных материалов для оптических светодиодов OLED.

Доклад А.А.Ващенко, Д.А.Коржонова, А.Г.Витухновского (ФИАН) – "Квантовые точки как излучатели органических светоизлучающих диодов" – раскрыл подробности исследований, показавших, что путем изменения размеров ядра и оболочки квантовых точек (Quantum Dots, QD) CdSe/CdS/ZnS можно не только существенно влиять на спектральные характеристики QD-LED (в том числе на длину волны и ширину линии излучения), но и модифицировать скорость передачи электронного возбуждения от органических молекул доноров квантовым точкам. Использовались два типа полупроводниковых квантовых точек CdSe/CdS/ZnS со средним диаметром ядра CdSe 3,2 и 4,1 нм и одинаковым общим диаметром 6,5 нм. В другом докладе этой группы, "Роль поверхностных состояний в люминесценции полупроводниковых квантовых точек", который представил А.А.Кацаба (ИФП НАНУ), предложен модифицированный метод термостимулированной люминесценции. Метод основан на измерении спектров фотолюминесценции при непрерывном лазерном возбуждении образца при его охлаждении и нагреве и позволяет прогнозировать эксплуатационные

свойства материалов с использованием квантовых точек.

Хорошим примером межрегионального сотрудничества пяти вузов и институтов РАН из Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода и Томска стал доклад "Разработка новой технологии синтеза и исследование свойств ортофосфатных люминофоров". Авторами разработана технология, позволяющая из водных растворов золь-гель-методом получать эффективные рентгенолюминофоры состава $Zn_3(PO_4)_2:Mn^{2+}$, в том числе с наноразмерными частицами, и направленно регулировать цвет свечения (от красного до зеленого) синтезируемых люминофоров. Такие материалы имеют высокую радиационную стабильность и высокий энергетический выход радиolumинесценции.

Доклад А.Н.Шестеркина (Рязанский государственный радиотехнический университет) был посвящен вопросам схемотехники газоразрядных матричных индикаторов, позволяющей улучшить качество изображения.

На параллельной секции "Технологии жидкокристаллических и других неизлучающих материалов и дисплеев" обсуждались способы повышения быстродействия, увеличения угла обзора, улучшения стабильности к механическим воздействиям ЖКД, а также вопросы уменьшения цены их изготовления. Специалистами Института кристаллографии РАН предложен новый способ переключения поля директора ЖК с помощью планарной системы электродов, который авторы назвали режимом двунаправленного переключения вектора напряженности поля (Bidirectional Field Switching). Метод аналогичен планарному переключению (In-Plane-Switching, IPS-режим). Преимущество его заключается в реализации субмиллисекундного времени переключения оптических состояний.

Группой под руководством И.Н.Компанца изготовлены ячейки сегнетоэлектрических ЖК (СЖК), позволяющих уменьшить время оптического отклика до 24 мкс и увеличить частоту модуляции света в солитонной моде до 7 кГц при управляющем напряжении 1,5 В. При этом сохраняется непрерывная шкала серого и отсутствует гистерезис модуляционной характеристики.

Авторам доклада "Текущий смектик C^* для нового типа электрооптических ячеек" – С.И.Торговой, Е.П.Пожидаеву и другим – впервые удалось получить хиральную смектическую C^* -фазу в смесях нематического жидкого кристалла и немезогенного хирального вещества. По текучести эти смектики C^* подобны

нематическим ЖК, что обеспечивает возможность восстановления структуры их слоев в электрооптических ячейках после механического воздействия точно так же, как это происходит в электрооптических ячейках на основе нематических ЖК. Предложенный способ получения смектиков C^* позволил создать новый тип электрооптических ячеек, соединяющий в себе достоинства нематиков (механическую устойчивость) и смектиков C^* (высокое быстродействие).

В докладе "Оптические характеристики жидкокристаллических ячеек с произвольным углом наклона ЖК на подложках" В.В.Беляев, А.С.Соломатин, Д.Н.Чаусов представили основы метода нахождения распределения локального угла наклона в ЖК-ячейках с произвольными поверхностными углами наклона. Показана также возможность создания усовершенствованной конструкции оптических компенсаторов для расширения углов обзора ЖК-дисплеев.

Группой Ал.А.Муравского (Институт химии новых материалов НАН Беларуси, ИНХМ НАНБ, Минск) предложен новый способ создания фотоориентирующих пленок, для выполнения которого разработана и изготовлена автоматизированная лабораторная установка. Пленки, наносимые на горячую подложку методом Mayer-Rod Coating, отличаются оптической прозрачностью, однородностью фотоориентационных свойств, повышенной фоточувствительностью и более высокими значениями насыщения фотоиндуцированного дихроизма поглощения по сравнению с пленками красителя аналогичной оптической плотности, полученными методом центрифугирования. Этой же группой создана и оригинальная установка для одновременного измерения в автоматическом режиме азимутальной и полярной энергии жидкого кристалла в одной ячейке. Авторы особо отметили, что она создана на базе белорусского поляризационного микроскопа "Микро 200Т" производства ОАО "Оптоэлектронные системы".

Надо сказать, что вопросам измерения и исследования особенностей поверхностного взаимодействия ЖК с ориентирующими подложками дисплеев на симпозиуме было уделено большое внимание. Так, студентом Российского университета дружбы народов С.Мойсеенко в кооперации со специалистами МГОУ и ЦНИИ "Комета" была представлена установка, аналогичная установке ИНХМ НАНБ. Исследователи МГОУ Д.Н.Чаусов и др. промоделировали взаимодействие жидких кристаллов с материалом ориентирующего слоя с использованием метода атом-атом потенциалов



Рис.3. Физики МГОУ на постерной секции ADLT-13

Рис.4. Заседание жюри конкурса изобретений

и получили значения полярной и азимутальной энергии сцепления и их зависимости от параметра порядка, находящиеся в соответствии с экспериментальными данными. Это позволяет разрабатывать новые перспективные ориентирующие покрытия с использованием математического моделирования, что сокращает и удешевляет разработку дисплеев.

Свойствам пленок для фотоориентации ЖК были посвящены теоретические работы, выполненные в МГОУ и представленные Н.Н.Барабановой, А.К.Дадиваняном, Л.В.Смотровой и др. Впервые решены задачи нахождения распределения ориентации молекул красителя в фотоориентирующем слое в зависимости от угла падения и апертуры поляризованного пучка. Получены кинетические кривые, описывающие изменение показателя преломления со временем при длительном воздействии на образец периодического электрического поля.

Группа специалистов Института теоретической и прикладной механики СО РАН им. С.А.Христиановича и Института катализа им. Г.К.Борескова (Новосибирск), представленная Г.М.Жарковой, создала систему полимерно-дисперсных жидких кристаллов, допированных углеродными наночастицами. Ими установлено, что присутствие углеродных частиц в композите повышает температуру фазового перехода жидких кристаллов. Спектры пропускания пленок при введении углеродных частиц в количестве до 0,1 вес.% практически не изменяются.

Результаты исследования "Спектры пропускания и отражения мультислоев сферических

частиц оксида алюминия и оксида кремния", выполненного В.А.Лойко и А.А.Мискевичем (Институт физики им. Б.И.Степанова НАНБ), могут быть использованы для разработки и создания оптических многополосных фильтров, солнечных элементов, светодиодов, индикаторов изображений, систем подсветки для дисплеев, а также других оптических и электрооптических устройств и приборов, в основе работы которых лежит эффект фотонной запрещенной зоны.

На параллельной секции "Технологии жидкокристаллических и других неизлучающих материалов и дисплеев" были предложены способы повышения быстродействия, увеличения угла обзора, улучшения стабильности ЖКД к механическим воздействиям, уменьшения цены их изготовления.

В последний день симпозиума были проведены секции "Полупроводниковые осветительные технологии" и "3D-дисплеи и применения дисплеев". На первой секции представлены разработки украинского Центра испытаний и диагностики полупроводниковых источников света и осветительных систем на их основе (одна из них посвящена интеллектуальным светодиодным системам освещения) и Института химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси по получению поляризационных пленок с новыми свойствами. На второй секции было показано, как получить объемное изображение не только с помощью специальных дисплейных панелей, но и с использованием простых оптических приспособлений. Физики из Института кристаллографии РАН (Москва) и Института физики СО РАН (Красноярск) рассказали о возможности

использования фотонно-кристаллических систем в дисплейной технике.

На симпозиуме состоялись также постерная секция, на которой многие молодые ученые представили на суд коллег и маститых специалистов результаты своих работ (рис.3). Был проведен конкурс изобретений. Участники конкурса должны были предъявить охранные документы на свои разработки и за несколько минут рассказать жюри об их новизне, оригинальности и полезности. Специальными дипломами и денежными призами были отмечены разработки в области ЖК-дисплеев, люминофоров, светодиодных осветителей, технического зрения (рис.4).

Участники симпозиума смогли посетить выставочный центр "Крокус Экспо", где в сотрудничестве с Международным форумом электронной промышленности "ЭкспоЭлектроника" была проведена совместная секция. На пленарной сессии форума и секциях "Светодиодные технологии", "Тепловой менеджмент светодиодных конструкций" рассказывалось о российском приоритете в открытии полупроводниковых источников света (Юнович А.Э., МГУ), озвучены предложения участникам рынка светодиодных технологий (Долин Е.В., НП ПСС), проанализирован рынок светодиодов для дисплейных применений (Беляев В.В., МГОУ, РО SID). Очень много было сказано об электрических, оптических и тепловых характеристиках мощных светодиодов, светодиодных модулей и осветительных систем. Участники симпозиума ознакомились со стендами ведущих российских и международных организаций, представленных на крупнейшей в России выставке электронных изделий и технологий (рис.5).

Симпозиум завершился вручением дипломов и призов шести молодым ученым, представившим самые интересные и инновационные доклады. Это ученые Института физики полупроводников Национальной академии наук Украины, Института химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси, Института физики СО РАН, Московского государственного областного университета.

Для МГОУ это был первый международный симпозиум, организованный и проведенный университетом. В работе симпозиума и молодежной школы приняли участие около 140 специалистов, преподавателей, аспирантов, студентов. Кроме институтов из стран СНГ, в нем участвовали специалисты из Южной Кореи, Гонконга, Германии. На конкурс были представлены 71 доклад и семь изобретений.



Рис.5. Светодиоды, представленные на выставке "ЭкспоЭлектроника"

Состоявшийся симпозиум ADLT-13 явился важным этапом консолидации и координации исследований и разработок, выполняемых по его тематике в Белоруссии, Украине и России.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Беляев В.В.** Средства отображения информации на старте тысячелетия. – Электроника: НТБ, 2001, №5, с.36.
2. **Беляев В.В.** Средства отображения информации на старте тысячелетия. Продолжение. – Электроника: НТБ, 2001, №6, с.66–69.
3. **Беляев В.В.** Российское отделение Международного дисплейного общества. Юбилей. Итоги. Перспективы. – Электроника: НТБ, 2012, №3, с.120–123.
4. **Андреев А., Компанец И.** Жидкокристаллические дисплеи. Перспективы развития. – Электроника: НТБ, 2012, №6 (часть 1) и №7 (часть 2).
5. www.nprpss.ru.