

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ЛЮМИНОФОРОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ В ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ИНДИКАТОРАХ

Д.А. Евсевичев, М.К. Самохвалов

(ГОУ ВПО Ульяновский государственный технический университет)

*Основными проблемами в области исследования зависимости электрических и светотехнических характеристик от конструктивно-технологических факторов тонкопленочных электролюминесцентных (ТПЭЛ) индикаторов являются высокая трудоемкость научных исследований и медлительность процесса расчетов. В помощь разработчикам перспективных видов индикации создана автоматизированная система научных исследований TFEL ARSM, позволяющая исследовать характеристики материалов слоев электролюминесцентного индикаторного элемента, включая анализ показателей ТПЭЛ структуры, сравнение экспериментальных и теоретических выходных параметров и составление БД люминесцентных и диэлектрических материалов.*

*Ключевые слова: тонкие пленки, электролюминесценция, индикатор, люминофор, диэлектрик.*

### Введение

Одними из важных элементов функционирования систем человек-машина являются средства отображения информации, к которым относится индикаторная техника. К числу наиболее перспективных из них относятся индикаторы на основе электролюминесцентных излучателей, занимающих особое место среди активных индикаторных устройств благодаря своей плоской твердотельной конструкции, высокому быстродействию, широкому диапазону рабочих температур.

Наряду с ТПЭЛ индикаторными устройствами интерес исследователей в области дисплейной техники вызывают технологии производства индикаторов на основе органических светоизлучающих диодов и жидких кристаллов. Проведенный сравнительный анализ показал, что ТПЭЛ дисплеи превосходят по светотехническим характеристикам жидкокристаллические дисплеи, однако уступают дисплеям на базе органических светодиодов, что компенсируется высокими конструкторско-технологическими параметрами (среднее время безотказной работы, диапазон рабочих температур, радиационная стойкость). Отсюда вытекает возможность применения ТПЭЛ устройств не только в технике общего назначения, но и в военной, медицинской, космической технике, где предъявляются специфические, а порой и жесткие требования к аппаратуре. Благодаря перечисленным достоинствам тонкопленочные электролюминесцентные индикаторные устройства находят широкое применение в средствах отображения информации.

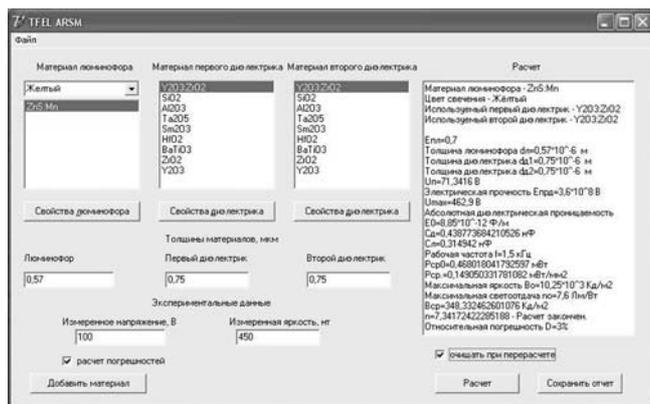
Тонкопленочная электролюминесцентная структура конденсатора состоит из пяти слоев, нанесенных на диэлектрическую подложку [1]: проводящий нижний, диэлектрический нижний, люминесцентный, верхний диэлектрический, верхний проводящий.

Наличие двух диэлектрических слоев, отделяющих пленку люминофора от электродов, характеризует данное устройство как электролюминесцентный конденсатор, что определяет необходимость использовать переменное напряжение для возбуждения электролюминесценции. Для электролюминесцентных структур с малой плотностью свободных носителей заряда в люминофоре в слабых полях приложенное

напряжение распределяется между пленками люминофора и диэлектриков в соответствии со значениями их геометрических емкостей. Таким образом, чем больше емкость диэлектриков, тем большая часть общего напряжения падает на слой люминофора. Главная роль диэлектрических слоев заключается в ограничении заряда, проходящего через люминофор в рабочих режимах [2]. Необходимость применения таких слоев обусловлена физической природой процесса переноса заряда в люминесцентной пленке. Электролюминесценция в тонких слоях люминофоров связана с электрическим пробоем пленок. Такие особенности ТПЭЛ структуры заставляют применять к материалам диэлектриков широкий круг требований, к которым кроме высокой диэлектрической проницаемости и электрической прочности относятся требования к механическому, тепловому, оптическому, физико-химическому и технологическому свойствам [2]. К люминофорам различных цветов свечения предъявляются такие основные требования, как высокая светоотдача, высокая яркость, совместимость технологии получения с другими элементами индикатора, низкие напряжения возбуждения, большой срок службы и ряд других [2].

В настоящее время в качестве материалов люминесцентного слоя используются широкозонные соединения  $A_2B_6$ , к которым относятся  $ZnS$ ,  $ZnSe$ ,  $CdS$ ,  $CdSe$ ,  $CaS$ ,  $BaS$ ,  $SrS$  и твердые растворы на их основе. Для получения различных цветов свечения производят активирование этих соединений легирующими примесями, а именно: медью, серебром, марганцем, переходными, редкоземельными элементами и их соединениями [3].

С учетом предъявляемых требованиями к материалам исследование люминофоров и диэлектриков, а также расчет влияния их взаимодействия на конечную ТПЭЛ структуру и ее характеристики является комплексной задачей. С целью ее решения были разработаны методики проведения исследований материалов, а также разработана автоматизированная система научных исследований (АСНИ) люминесцентных и диэлектрических материалов в тонкопленочных электролюминесцентных индикаторах.



### Решение задач анализа, корректировки, накопления

Исследование материалов слоев электролюминесцентного индикаторного элемента включает анализ показателей ТПЭЛ структуры, сравнение экспериментальных и теоретических выходных параметров с целью определения погрешности измерения и выработки рекомендаций, а также составление БД люминофоров и диэлектрических материалов.

Анализом характеристик элементов при проектировании тонкопленочных электролюминесцентных индикаторов является получение информации о характере функционирования и значениях выходных параметров (пороговое напряжение  $U_p$ , область безопасных для работы устройств напряжений  $U_p...U_{max}$ , средняя рассеиваемая мощность  $P_{ср}$ , средняя яркость свечения  $V_{ср}$ , светоотдача  $\eta$ ) при заданной структуре объекта, сведениях о внешних параметрах (частота возбуждения  $f$ , амплитуда  $A$ ) и параметрах элементов тонкопленочных электролюминесцентных индикаторов, представляющих собой значения параметров материалов и толщин слоев. Если заданы фиксированные значения параметров  $f$ ,  $A$ , толщин слоев и параметров материалов, то имеет место процедура одновариантного анализа, которая сводится к решению системы аналитических уравнений математической модели и вычислению выходных параметров.

На основе анализа математического аппарата описания светотехнических и электрических характеристик [3] разработана последовательность расчета параметров тонкопленочного электролюминесцентного индикатора:

- 1) расчет порогового напряжения  $U_p$ ;
- 2) расчет максимально допустимого рабочего напряжения  $U_{max}$ ;
- 3) расчет емкостей диэлектрических  $C_d$  и люминесцентных  $S_l$  слоев;
- 4) расчет усредненной мощности рассеивания  $P_{ср}$ ;
- 5) расчет усредненной яркости  $V_{ср}$ ;
- 6) расчет светоотдачи  $\eta$ .

Дальнейшая методика расчета (задача коррекции) представляет собой определение относительной погрешности измерения яркости при заданном рабочем напряжении. Решение этой задачи поможет в выработке рекомендаций к измерительной установке либо к системе напыления пленок. Также в ходе измерений появляется возможность определения графика зависимости  $V(U)$ , что необходимо для управления полутонами пикселя при помощи амплитудно-импульсной модуляции. Эти данные становятся особенно актуальными на этапе проектирования полноцветного тонкопленочного электролюминесцентного индикатора.

При исследовании свойств люминофоров и диэлектриков логичным шагом является сохранение и структурирование данных о материалах, их свойствах. Для выполнения данной задачи использован язык разметки XML.

Решение всех перечисленных задач было осуществлено в программном продукте TFEL ARSM.

### АСНИ TFEL ARSM

АСНИ TFEL ARSM представляет собой прикладное ПО под управлением ОС Windows. Главное окно системы TFEL ARSM разделяется на три функциональные области (рисунок): выбора материалов слоев люминофоров и диэлектриков; задания параметров проектирования ТПЭЛ конденсатора и полученных

### Система Honeywell ACУТП EXPERION® теперь поддерживает технологию виртуализации

Корпорация Honeywell объявила о реализации поддержки технологий виртуализации в своей базовой платформе ACУТП Experion® Process Knowledge System (PKS) для PCУ и приложений SCADA. Это последнее пополнение портфеля систем виртуализации сделало компанию Honeywell Process Solutions (HPS) единственным поставщиком универсального решения виртуализации для обрабатывающей промышленности.

На многих современных производствах условия управления ТП требуют применения отдельных серверов для решения различных прикладных задач. Технологии виртуализации устраняют эту проблему, позволяя использовать один сервер для одновременного размещения нескольких ОС и исполнения целого ряда приложений. Такой подход также повышает надежность благодаря изоляции этих ОС от изменений в аппаратных средствах, что в конечном итоге выражается в снижении эксплуатационных расходов.

Предлагаемые HPS решения в области виртуализации разработаны с участием VMware® – крупнейшего в мире поставщи-

ка продуктов и систем на основе технологий виртуализации. Эти решения позволяют производственным предприятиям снизить требования к вычислительным платформам и уменьшить влияние изменений в аппаратных средствах на ОС, упростить общее управление системой, повысить доступность и надежность, а также ускорить восстановление после сбоев.

Популярность виртуализации в сфере информационных технологий стремительно растет – недавнее исследование компании Gartner показало, что в настоящее время технологии виртуализации применяются более чем на 40 % серверов и к 2015 г. эта доля возрастет до 75 %. Целостный подход HPS к промышленной виртуализации охватывает поставку и поддержку инфраструктуры виртуализации, адаптированной к требованиям управления ТП. Кроме того, Honeywell предлагает полный спектр приложений, поддержка которых основана на технологиях виртуализации, предоставляя конечным пользователям готовое решение.

[Http://www.honeywell.com](http://www.honeywell.com)

экспериментальных данных; расчета. В нижней части окна расположены кнопки управления приложением.

В результате использования АСНИ TFEL ARSM при исследовании функциональных характеристик и параметров ТПЭЛ индикаторов, а также свойств материалов их составляющих отмечаются следующие преимущества:

- сокращается время проведения исследования за счет использования удобного инструмента пополнения БД материалов и автоматизации расчетов;
- увеличивается точность и достоверность результатов, определяется относительная погрешность значений исследованных характеристик;
- усиливается контроль за ходом эксперимента;
- сокращается число участников эксперимента;
- повышается качество и информативность эксперимента за счет тщательной обработки выходных данных (рабочее напряжение, яркость).

### Заключение

АСНИ TFEL ARSM анализирует, систематизирует, хранит данные об исследованном ТПЭЛ индикаторе, по заданным конструктивным показателям осуществляет подсчет светотехнических и электрических характеристик элемента. Особенности системы являются снижение трудоемкости и продолжи-

тельности измерений, отсутствие привязки к каким-либо определенным установкам напыления пленок и измерения светотехнических и электрических параметров. Все перечисленное делает программу TFEL ARSM удобным инструментом изучения свойств материалов ТПЭЛ индикаторных элементов, которые могут быть использованы для разработки конструкций и режимов работы приборов в лабораториях и конструкторских бюро, занимающихся проектированием и исследованием электролюминесцентных источников излучения.

### Список литературы

1. *Евсевичев Д. А., Максимова О.В.* Автоматизированная система научных исследований процессов проектирования тонкопленочных электролюминесцентных средств отображения информации // *Материалы III междунар. научно-практич. конф. "Молодежь и наука XXI века"*. Ульяновск: УГСХА. 2010.
2. *Бригаднов И. Ю., Самохвалов М. К.* Получение и свойства диэлектрических и люминесцентных пленок электролюминесцентных композиций на основе сульфида цинка // *Известия ВУЗов. Материалы электронной техники*. 1998. № 3.
3. *Максимова О. В., Самохвалов М.К.* Разработка методов анализа и синтеза тонкопленочных электролюминесцентных элементов в индикаторных устройствах. Ульяновск: УлГТУ. 2010.

*Евсевичев Денис Александрович – аспирант, Самохвалов Михаил Константинович – д-р физ.-мат. наук, проф. ГОУ ВПО Ульяновский государственный технический университет. Контактные телефоны: (8422) 34-19-29, 77-81-01. E-mail: denistk\_87@mail.ru sam@ulstu.ru*

### РcVue в системе управления

#### энергоэффективным зданием медицинской клиники

В одном из последних номеров журнала *BACnet Europe Journal* (14, 03/11) опубликована информация о применении ПО *RcVue Solutions* компании *ARC Informatique* (Франция) в проекте здания, которое соответствует требованиям стандарта "Пассивный дом" – сооружения, основной особенностью которого является отсутствие необходимости отопления или малое энергопотребление – в среднем около 10 % от удельной энергии на единицу объема, потребляемой большинством современных зданий.

Объект автоматизации – физиотерапевтическая клиника и офисная зона – управляется из SCADA-системы *RcVue 9.0*, а также через средства удаленного доступа *WebVue*. В проекте приняли участие компания *Sanichaufe* (г. Люксембург), и подрядчик *GIGA-Automation* (Германии). В качестве элементов системы автоматизации использована сеть *BACnet*, операторские станции и SCADA-система *RcVue*, интерфейс обмена данными между компьютером и монитором от *SAIA Burgess* с драйвером *BACnet* и *Menega Control System* для плавательного бассейна и контроля терапий.

Здание соответствует стандарту энергосбережения "Пассивный дом" с минимальным влиянием на экологию. Клиническая и административная зоны были оптимизированы с точки зрения ультранизкого уровня энергопотребления для нескольких видов обогрева и охлаждения. Две центральные вентиляционные системы обеспечивают стерилизацию воздуха в обеих зонах. Установка охлаждения и нагрева использует специальные конвекторные системы, которые

встроены в полы и расположены в передней части поверхности окна. Вентиляция оборудована эффективной системой рекуперации тепла и адиабатического охлаждения. На крыше установлены солнечные панели (площадь примерно 50 м<sup>2</sup>) для производства горячей воды и отопления. В качестве резервного источника для нагрева воды (140 кВт), вентиляции и отопления используются котлы (100 кВт). Терапевтический бассейн имеет систему очистки воды, установленную для обеспечения качества воды. Бассейн оснащен функцией противоточного и подводного массажа.

*RcVue 9.0* объединяет данные от этих систем и от 65 датчиков, установленных в различных точках фасада, кровли и наружной поверхности здания, для измерения температуры и (в некоторых случаях) влажности. Результаты направляются в лабораторию для оценки влияния внешних условий на внутреннюю среду и, тем самым, помогают оптимизировать энергопотребление здания. При управлении климатической и офисной зоной автоматически выполняется импорт файла *BACnet* в БД *RcVue*. Сеть *BACnet* предоставляет доступ в общей сложности к 2000 точкам ввода/вывода *BACnet*. Проект также включает поддержку средств планирования *BACnet* (*Scheduling*) для цикла обогрева бассейна. Исторические данные архивируются с помощью *Microsoft SQL Server 2008*, а отчеты формируются через *SQL Server 2008 Reporting Services (SRSS)* с целью обмена данными с научными учреждениями, включая экспорт таблиц для последующего анализа эффективности энергопотребления.

[Http://www.fiord.com](http://www.fiord.com)