

## Часть 1

Д.У. Сегодня мы говорим об открытиях науки и важнейших достижениях из области высоких технологий 21 века. Тридцать лет- немалый срок для технологии в наше время. Если столетие назад 30 лет могло уйти лишь на то, чтобы показать широкой общественности, что ваша идея или теория действительно работает и заслуживает внимания, то сегодня вы даже не можете быть уверены в том, что разработанная вами революционная технология не будет через несколько лет признана устаревшей. У нас в гостях ведущий научный сотрудник ФИАН д.х.н. Дмитрий Николаевич Плешков. Здравствуйте, Дмитрий Николаевич.

Д.П. Здравствуйте. В дополнение к вашим словам отмечу, что через пару столетий мир науки наверное уподобится миру моды, и каждый новый сезон мы будем полностью обновлять гардероб технологий, чтобы не отстать от последних тенденций, диктуемых научными журналами.

Д.У. Однако, пока у нас есть возможность неспеша проанализировать интересные открытия последних лет, нам бы хотелось поговорить о той области нанотехнологий, в развитие которой немалый вклад был внесен вами и вашими сотрудниками. Расскажите, пожалуйста, как развивалась технология производства плоских дисплеев и устройств и что она из себя представляла в тот момент, когда вы начинали ей заниматься.

Д.П. В 90 годах 20 века в нашу жизнь прочно вошли жидкие кристаллы. Изобретение технологии, которая позволяла создавать плоские тонкие экраны, привело к заметной миниатюризации многих устройств (впрочем, здесь немалую роль играли и другие факторы), а также повышению прежде всего яркости и контрастности создаваемых дисплеев. Однако, жидким кристаллам требовалась подсветка, которая занимала место и потребляла много энергии, они были не достаточно адекватны ко многим погодным условиям. Вобщем, все хотели, чтобы дисплей был тоньше, светил ярче и при этом еще и стоил дешевле. Все это стало возможным с появлением технологий светоизлучающих диодов. Технология OLED, зародившись в лабораториях в конце 80х, к началу 2000 уже вот-вот была готова выстрелить. Однако тогда ей еще не хватало надежности, но зато какие были перспективы...

Д.У. Кем вы себя видели в то время?

Д.П. Вообще, я видел себя музыкантом, по меньшей мере фотографом, и с наукой вообще жизнь связывать не особо собирался, но мне надо было где-то жить и как-то косить от армии.

Д.У. Что же пошло не так?

Д.П. Я в то время учился на ФНМ МГУ. Наша лаборатория в сотрудничестве с отделом люминесценции ФИАНа как раз занималась поиском новых материалов для производства органических светодиодов. Нам удалось совершить прорыв в этой области. Я всегда сравниваю для наглядности структуру светоизлучающего диода с гамбургером. Я вот даже зашел в макдоналдс и принес его на вашу передачу. Хотя гамбургер и очень

прост сам по себе, это, несомненно, гениальное изобретение человечества. Смысл в том, что структура OLEDa представляет собой последовательность слоев (булки-электроды, листы салата и прослойки кетчупа для улучшения пищеварения- аналоги слоев с электронной и дырочной проводимостью), и главным является слой, излучающий свет (самое вкусное- котлета). Главное, что мы сделали, это нашли идеальный состав котлеты и подобрали подходящий кетчуп. Так закончилась моя карьера музыканта.

Д.У. Не жалеете о сделанном выборе?

Д.П. Музыка остлась при мне, а что касается дизайнерских разработок, то тут стоит рассказать о новых областях, которые стали возможны благодаря этой технологии. Сейчас разработчики смотрят далеко не только в сторону дисплеев. Активно развиваются разработки так называемых умных окон и обоев. Теперь стало возможным создание не только цветных дисплеев, мы можем нанести этот по сути дисплей на окно или стену вашей комнаты. Мы можем сделать устройство прозрачным, так, что днем оно будет пропускать солнечный свет, а вечером излучать. Вы можете настаить его на однотонное свечение или же придумать узор, которые станет уже элементом дизайна интерьера. То же самое и со стенами. Представьте себе, что вы можете скачать обои из интернета! Думаю, в скором времени это станет возможным. И тончо так же можно сделать умное лобовое стекло вашего автомобиля и даже одежду – нанесите OLED на манжеты рубашки и вы получите миниатюрный дисплей, который будет показывать вам время или же просто станет деталью вашего костюма, модным аксессуаром.

Д.У. Действительно впечатляет. Вот только не думаю, что все это станет доступно простому потребителю в ближайшее время. Насколько трудоемка существующая технология?

Д.П. Она очень проста! Я принес с собой небольшое устройство для демонстрации простоты технологии получения диода. Я сделал его вчера вечером буквально на коленках за пару часов. Последовательно нанесенные несколько слоев заключенные между двумя электродами и закапсулированные для исключения контакта с кислородом. Питается от обычной 9тивольтовой батарейки. Я подключаю элемент питания к контактам, и как вы можете сами убедиться, оно светит. Если добавить к такому устройству пару слоев другого цвета и плату микротранзисторов, то мы получим рабочий OLED-дисплей. Такой же как в экране вашего телевизора.

Д.У. То есть за несколько часов при наличии соответствующих материалов наши телезрители сами смогут сделать себе телевизор?

Д.Н. В целом нанести несколько слоев не составит большого труда, но важно при этом контролировать качество получаемых тонкопленочных покрытий. Пожалуй рабочий образец в домашних условия создать пока проблематично, однако устройство по типу того, что я принес с собой на передачу, вполне реально создать даже в домашних условиях.

Д.У. В чем состоит ваша научная деятельность сейчас?

Д.П. В научную жизнь давно прочно вошло слово «нано». Мы тоже не остаемся в стороне. Сейчас наши работы ведутся уже с использованием объектов наномира - квантовых точек. Пару десятков лет назад это была новая малоизученная область, но сейчас, я думаю, близок момент очередной смены поколений технологии отображения информации.

Д.У. Что ж, наше время подходит к концу. У нас в гостях был Дмитрий Николаевич Плешков, человек, который может заставить любую вещь светиться.

## Часть 2



1) Плешков Дмитрий Николаевич

2) Факультет наук о материалах МГУ, магистрант

3) 12 тезисов конференций, в том числе:

- Плешков Д.Н., Елисеева С.В. *Модифицирование функциональных свойств гексафторацетилацетонатов РЗЭ(III) за счет разнолигандного комплексобразования с O-донорными бидентатными лигандами // VIII конференция молодых учёных "Актуальные проблемы современной неорганической химии и материаловедения"*, ноябрь 2008, Звенигород.

- Плешков Д.Н., Елисеева С.В., Лысенко К.А., Лепнев Л.С., Котова О.В., Кузьмина Н.П. *Новые разнолигандные комплексы РЗЭ(III) с гексафторацетилацетоном и нейтральными бидентатными O-донорными лигандами: синтез, структура и оптические свойства // Международная конференция "Органическая нанофотоника"*, июнь 2009, Санкт-Петербург.

- Плешков Д.Н., Елисеева С.В., Котова С.В. *Новые разнолигандные комплексы РЗЭ(III) с гексафторацетилацетоном и O-донорными бидентатными лигандами: синтез, структура и фотолюминесцентные свойства // XI Международная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных "Ломоносов-2009"*, Секция "Фундаментальное материаловедение", апрель 2008, Москва, МГУ.

- Svetlana Eliseeva, Dmitry Pleshkov, Konstantin Lyssenko, Leonid Lepnev, Natalia Kuzmina. *Turning of the luminescent properties of Eu<sup>III</sup> and Tb<sup>III</sup> hexafluoroacetylacetonates by insertion bidentate O-donor ligands // XXI. Tage der Seltenen Erden Terrae Rgae 2008*, December 2008, Bochum.

- Плешков Д.Н., Елисеева С.В., Кузьмина Н.П. *Разнолигандные гексафторацетилацетонаты РЗЭ(III) с O-донорными бидентатными лигандами // XIX Менделеевская конференция молодых учёных*, июнь 2009, Санкт-Петербург.

4) В настоящее время я занимаюсь разработкой нового класса координационных соединений – разнолигандных фторированных β-дикетонатов редкоземельных элементов (РЗЭ) с O-донорными бидентатными лигандами и созданием тонкопленочных материалов на их основе. Люминесцентные координационные соединения (КС) РЗЭ находят широкое практическое. В частности, они могут быть использованы в качестве материалов эмиссионных слоев в структуре органических светоизлучающих диодов (ОСИД). В мои задачи входит поиск новых материалов, обладающих интенсивной люминесценцией в видимом диапазоне спектра, термически и химически устойчивых, способных к образованию качественных тонкопленочных покрытий и обладающих сбалансированной

электронной и дырочной проводимостью. С этой целью синтезируются новые разнолигандные комплексы РЗЭ, исследуется их термическая стабильность, летучесть и устойчивость в различных органических растворителях. Ведется детальное изучение фотофизических характеристик, таких как измерение спектров люминесценции и возбуждения, времен жизни возбужденных состояний, абсолютного квантового выхода люминесценции и сравнение этих характеристик с уже изученными координационными соединениями РЗЭ. Также, чтобы показать возможность создания реальных устройств, ведутся эксперименты по нанесению тонких пленок и гетероструктур на основе полученных комплексов двумя основными методами - центрифугирования (или spin-coating) и термического напыления из газовой фазы (PVD). Также я работаю над созданием опытного образца ОСИД. Таким образом, смысл моей работы состоит в том, чтобы получить новые люминесцентные материалы и показать их перспективность для создания электролюминесцентных устройств на их основе.

5) В ходе моей работы был создан новый класс координационных соединений - разнолигандных фторированных  $\beta$ -дикетонатов редкоземельных элементов (РЗЭ) с *O*-донорными бидентатными лигандами. Комплексы РЗЭ(III) с органическими лигандами обладают уникальными люминесцентными свойствами: высокий квантовый выход люминесценции, малая полуширина полосы испускания, возможность получения цветов всего видимого диапазона. Благодаря этому сегодня они являются наиболее перспективными материалами эмиссионных слоев при создании электролюминесцентных (ЭЛ) устройств. Мной были получены соединения, обладающие высоким абсолютным квантовым выходом (до 60%), которые сочетают в себе высокую термическую стабильность (до 200 °C), проводимость (за счет сопряженных двойных связей в нейтральных лигандах) и способность к образованию тонкопленочных покрытий.

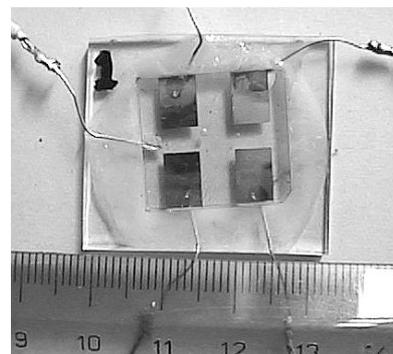
Методами термического напыления из газовой фазы и центрифугирования были получены гетероструктуры состава стекло/Eu(hfa)<sub>3</sub>(Q), стекло/ITO/Eu(hfa)<sub>3</sub>(Q), стекло/ITO/ $\alpha$ -NPD/Eu(hfa)<sub>3</sub>(Q), стекло/ITO/PVK/Eu(hfa)<sub>3</sub>(Q). Показано, что толщина пленочных структур находится в пределах 100-200 нм, а среднеквадратичная шероховатость составляет менее 30 % толщины, что дает принципиальную возможность создания на основе этих пленок ОСИД. Создан образец ОСИД на основе нового класса соединений. Таким образом, мной впервые синтезированы и детально изучены новые разнолигандные  $\beta$ -дикетонаты редкоземельных элементов (РЗЭ) с *O*-донорными бидентатными лигандами и создано электролюминесцентное устройство на их основе. В настоящее время я продолжаю разработку НИОКР по программе У.М.Н.И.К.

6) Первое, что можно показать для наглядности - гамбургер из Макдоналдс:



На нем очень просто можно показать и объяснить идею и принцип работы современных органических светоизлучающих диодов.

Вслед за гамбургером можно показать реальный опытный образец ОСИД, собранный на основе полученных мной (а возможно, и не только мной)



материалов. Это устройство имеет внешний вид как показано на рисунке. Можно попробовать подключить его в 9V батарееке – если хватит напряжения - он засветит (если не засветит – можно попробовать принести устройство, работающее от сети 220V).