## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МАТРИЦЫ И КОНЦЕНТРАЦИИ НА КИНЕТИКУ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЕU<sup>3+</sup> В ФОСФАТНЫХ СТЕКЛАХ

Полисадова Е.Ф.\*, В.М. Лисицын\*, Х.А. Отман\*\*

 Национальный исследовательский Томский политехнический университет, <u>elp@tpu.ru</u>

\*\* Faculty of Science, Menoufiya University, Shebin El-Kom, Egypt

ИСМАРТ-2012

Ион европия как активатор используется:

- в запоминающих средах
- В ЛАЗЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ (генерация на длине волны 0,61 мкм)
- в сцинтилляционных материалах
- В ЛЮМИНОФОРАХ (в том числе для плазменных дисплеев)

ИСМАРТ-2012

### <u>Цель работы:</u>

выявить закономерности влияния на кинетику люминесценции трехвалентного европия Eu3+ матрицы стекла и концентрации ионов

## <u>Объекты исследования :</u> Фосфатные стекла общего состава Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub>-Li<sub>2</sub>O- ZnO: Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

<u>Методы исследования :</u> Импульсная люминесцентная спектрометрия с временным разрешением

ИСМАРТ-2012

## Технология изготовления:

Образцы были изготовлены в лаборатории Menufiya University (Египет) из особочистых компонентов производства Aldrich Chemicals.

≻ Нужное количество реагентов в стеклокерамическом тигле помещали в печь и выдерживали при температуре 350 °C в течение часа в воздушной среде. Затем смесь помещали в другую печь, и выдерживали при температуре 850 – 1050 °C с периодическим перемешиванием для достижения гомогенности. Каждая партия расплава отливалась в форму из малоуглеродистой стали для получения образца в виде диска толщиной 5 мм и диаметром 10 мм. После охлаждения в течение 30 сек, форма разъединялась и образцы осторожно извлекались и отжигались при

температуре 350°С 1 час. До комнатной температуры образцы охлаждались естественным образом в отключенной печи с начальной скоростью 3°С/мин.

#### ИСМАРТ-2012

## Исследуемые образцы:

# Состав образцов стекла с фиксированным содержанием Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с изменением соотношения Li<sub>2</sub>O и ZnO в шихте

Серия b			
50 мол% P2O5- (50-х) мол% Li2O- х мол% ZnO:5вес%Eu2O3			
Обозначение образца	Содержание Li <sub>2</sub> O, мол%	Содержание ZnO, мол%	
1 <b>b</b>	50	0	
2 <b>b</b>	40	10	
3 <b>b</b>	30	20	
4 <b>b</b>	20	30	
5 <b>b</b>	10	40	
6 <b>b</b>	0	50	

Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии», г. Дубна

Исследуемые образцы:

# Состав образцов стекла с фиксированным соотношением Li<sub>2</sub>O и ZnO в шихте и переменным содержанием Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Серия Е			
50 мол% P2O5- 30 мол% Li2O- 20 мол% ZnO: x вес% Eu2O3			
Обозначение образца	Содержание Еи <sub>2</sub> О <sub>3</sub> , вес%		
1 <b>E</b>	0,5		
2 <b>E</b>	1		
3 <b>E</b>	2		
$4\mathbf{E}$	2,5		
5 <b>E</b>	3		

Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии», г. Дубна, 19-23 ноября 2012 г.

## Импульсный оптический спектрометр:



- 1 фотоумножитель;
- 2 монохроматор;
- 3,6 конденсоры;
- 4 криостат;
- 5 образец;
- 7 импульсная лампа ИНП-5-75;
- 8 блок питания и поджига лампы;
- 9 блок импульсного питания ФЭУ;
- 10 ФЭУ светового запуска;
- 11 оптический кабель;

12 — наносекундный ускоритель электронов на базе ГИН-600;

13 - блок питания и управления ГИНа;

14 - осциллограф;

15— генератор импульсов ГИ-1; 16схема сравнения и управления режимами работы установки;

17 - вольтметр ВК7-10А;

18 - источник питания твердотельного лазера И11ТЛ;

19 - импульсный лазер

#### ИСМАРТ-2012

## Спектр импульсной катодолюминесценции



Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии», г. Дубна

## Изменение концентрации европия





614нм для образца 5Е с 3% Еи

Зависимость времени затухания катодолюминесценции Eu<sup>3+</sup>-содержащих фосфатных стекол (серия **E**) от концентрации европия

Кинетика люминесценции в полосе

#### ИСМАРТ-2012

## Изменение состава матрицы



Зависимость времени затухания катодолюминесценции в полосе 614 нм (серия **b**) от композиционного фактора Х т, мс

Кинетики затухания люминесценции Eu<sup>3+</sup> в полосе 614 нм в образцах серии **b** 



Зависимость интенсивности свечения Eu<sup>3+</sup> (стационарная фотолюминесценция) от композиционного фактора (серия **b**)

Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии», г. Дубна

## Изменение состава матрицы



Зависимость плотности упаковки кислорода и средней длины анионных цепей в фосфатном стекле от композиционного фактора Х

Плотность упаковки кислорода: **O** = (ρ / M) n где ρ – плотность ; M – молекулярный вес; n – число атомов кислорода в формульной единице

Средняя длинна метафосфатной анионной цепи:

$$n_{av} = \frac{2}{\sum_i [M_i] q_i / [P] - 1}$$

Р – молярная концентрация фосфора в стекле,

Σi [M<sub>i</sub>] qi - полный заряд, вносимый металлическими катионами, [M<sub>i</sub>] – молярная концентрация металла i, q<sub>i</sub> - заряд металлического катиона типа i.

[Sales B. C. et al. Structure of zinc polyphosphate glasses // J. Non-Crys. Solids.– 1998.– V226.– Issue 3.– Pages 287-293.]

Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии», г. Дубна

## Диаграмма энергетических уровней иона Eu<sup>3+</sup> и переходы в фосфатном стекле



Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии», г. Дубна

## Изменение состава матрицы



ИК спектры поглощения стекол состава: X ZnO- $(50-X)Li_2O-50P_2O_5$ ; 5вес% RE.

Положение пиков коле	бательных переходов в		
спектре поглощения фосфатных стекол			
Структура связей	Положение пика (см <sup>-1</sup> )		
P=O	1240-1270		
P-O-	1100		

Электроотицательность Li<sup>+</sup> - 1, Zn<sup>2+</sup> - 1,6

Международная конференция «Инженерия сцинтилляционных материалов и радиационные технологии», г. Дубна

## Выводы:

кинетика катодолюминесценции в полосах 592 и 614 нм слабо меняется при увеличении концентрации иона европия в стекле до 3 вес.%
при изменении соотношения L<sub>2</sub>O/ZnO в матрице стекла время затухания в полосе 614 нм меняется от 1,75 до 1,5 мс, тогда как в полосе 592 нм от 2,1 до 1,55 мс при увеличении содержания ZnO.
наблюдается изменение соотношения электро- и магнитодипольного переходов <sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>2</sub> (614 нм) и <sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>1</sub> (592 нм), увеличение

эффективности перехода <sup>5</sup>D<sub>0</sub>→<sup>7</sup>F<sub>2</sub>, что связано с понижением симметрии окружения Eu<sup>3+</sup> вследствие формирования более неупорядоченной структуры стекла при изменении соотношения L<sub>2</sub>O/ZnO.