

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКИХ ПЛЕНОК ЖИГ И ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ

И.С. Паняев, Д.Г. Санников

*Ульяновский государственный университет*

katzarin@rambler.ru, sannikov-dg@yandex.ru

Актуальность современных оптических исследований материалов на основе железо-иттриевого граната ( $Y_3Fe_5O_{12}$ ) обусловлена их успешным применением при создании целого ряда пассивных и активных интегрально-оптических устройств – поляризационных фильтров, модуляторов, магнитооптических систем памяти и т.д. [1–4]. Другим классом твердотельных систем, представляющим интерес с научно-прикладной точки зрения, являются щелочно-галоидные кристаллы, содержащие т.н. F-центры (нем. Farbenzentren – центры окраски) – анионные вакансии, захватившие электрон [5,6].

Настоящий доклад посвящен развитию методики исследования спектральных характеристик тонкопленочных образцов ЖИГ различного состава и толщины, а также объёмных окрашенных и  $\gamma$ -облученных образцов щелочно-галоидных кристаллов. В докладе будут представлены, в частности, результаты флуоресцентного анализа, проведенного с помощью системы M4 TORNADO фирмы Bruker и позволяющего с высокой точностью установить химический состав изучаемых образцов.

Для исследования были выбраны эпитаксиальные плёнки монокристаллического железо–иттриевого граната разных составов и толщин ( $h_1 = 0,387 \pm 0,004$  мкм,  $h_2 = 0,338 \pm 0,004$  мкм,  $h_3 = 0,175 \pm 0,004$  мкм, образцов №1, 2 и 3 соответственно) на ГГГ–подложке ( $Gd_3Ga_5O_{12}$ ) с известным показателем преломления ( $n = 1,97 \pm 0,01$  на длине волны  $\lambda = 0,633$  мкм). Были изучены также спектральные характеристики объёмных образцов щелочно-галоидных кристаллов: KCl, окрашенного аддитивно в парах Na, и  $\gamma$ -облученных кристаллов NaF и LiF с дозами облучения  $D = 5,5 \cdot 10^7$  рад и  $D = 2,5 \cdot 10^7$  рад соответственно.

Для получения спектров пропускания была использована установка, схема которой показана на рис. 1а. В качестве источника света используется галогеновая лампа осветителя ОВС-1. Свет от источника, проходя через линзу и образец, попадает через оптоволоконный кабель на входное отверстие мини-спектрометра FSD-9. Входное отверстие, являющееся полированным торцом оптоволоконной трубки, находится в фокальной плоскости сферической дифракционной решетки и служит для ввода исследуемого излучения, доставленного оптоволоконным кабелем. Дифракционная решетка раскладывает световой сигнал на монохроматические составляющие и создает в своей фокальной плоскости изображение спектра. В этой фокальной плоскости установлен оптический датчик с линейно расположенными свето-

чувствительными элементами, реагирующий на свет той длины волны, которая попадает на него. Полученный с оптического датчика видеосигнал усиливается и нормализуется по уровню. Далее сигнал поступает на АЦП, управление которым осуществляется микропроцессором синхронно с управлением оптическим датчиком, т.е. оцифровка уровня видеосигнала происходит только в моменты последовательного выбора светочувствительной ячейки датчика. Передача оцифрованных данных осуществляется посредством контроллера USB непосредственно в управляющую программу “FSD Soft” персонального компьютера по стандартному кабелю. Спектры пропускания можно получать в реальном времени в диапазоне 300-1080 нм со спектральным разрешением 3 нм.

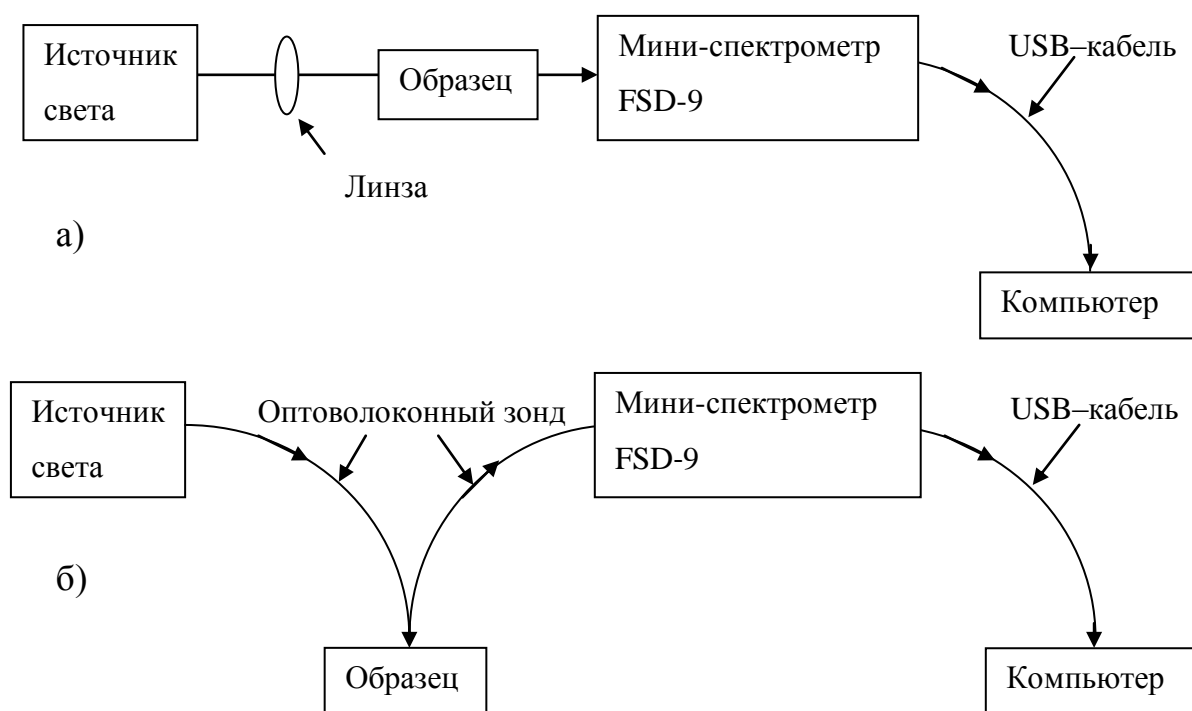


Рис. 1. Блок-схема измерительной установки для исследования спектров:  
а) – пропускания, б) – отражения образцов

Сначала измеряется спектр без образца (оптического канала с воздухом), затем спектр образца при тех же самых условиях. Влияние окружающего света снижается до минимума нормировкой сигнала.

Для снятия спектров отражения используется установка, схема которой показана на рис. 1б. Свет от источника подается через оптоволоконный зонд и, отражаясь от образца, проходит через мини-спектрометр FSD-9, откуда сигнал с линейки ПЗС-детекторов попадает на USB-вход компьютера.

На рис. 2 приведены спектры пропускания для образцов тонких плёнок ЖИГ различной толщины, в диапазоне 300 – 1000 нм.

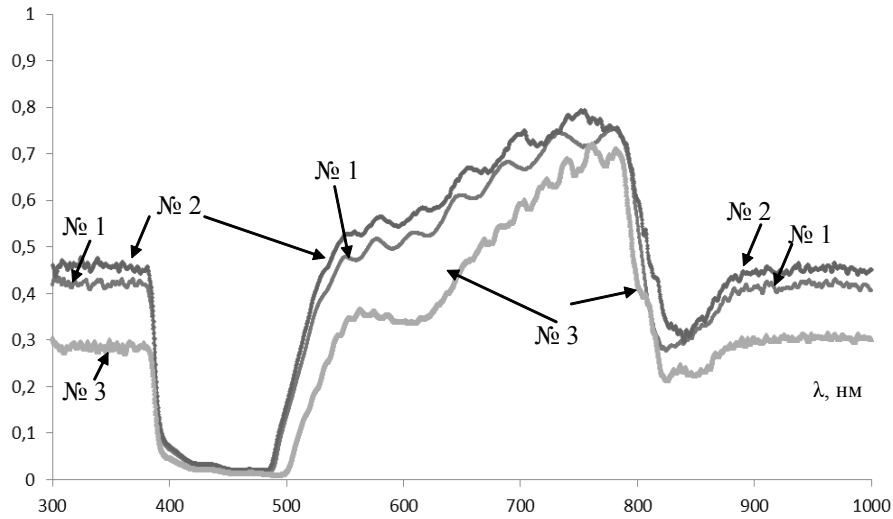


Рис. 2. Спектры пропускания тонкоплёночных ЖИГ - образцов № 1, 2 и 3.

Осциллирующий характер кривых на спектральных зависимостях коэффициента пропускания свидетельствует о наличии явления интерференции в тонкой плёнке ЖИГ, при этом с уменьшением толщины пленки период осцилляций уменьшается.

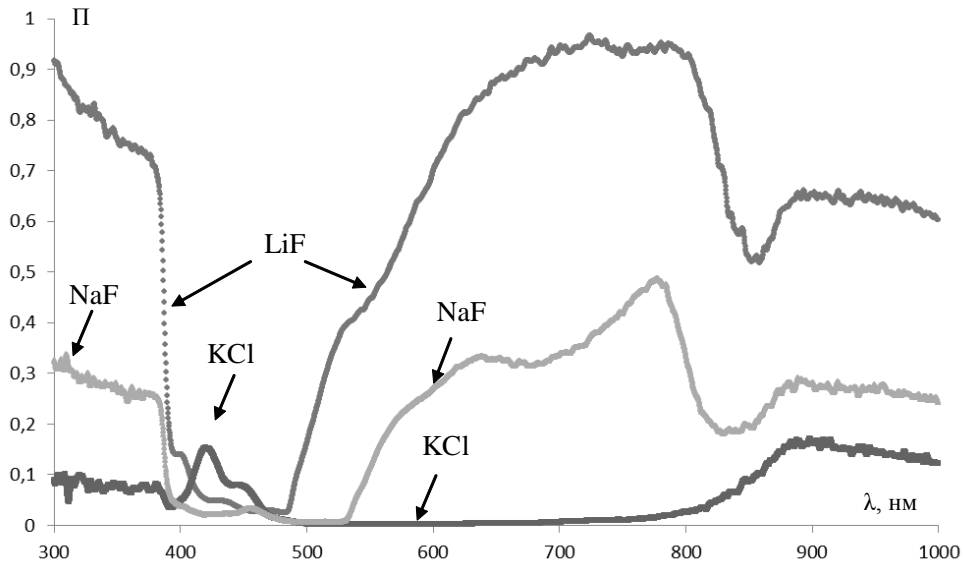


Рис. 3. Спектры пропускания образцов щелочно-галогидных кристаллов

На рис. 3 представлены спектральные зависимости коэффициента пропускания от длины волны для объёмных образцов щелочно-галогидных кристаллов. Полосы поглощения исследуемых кристаллов обусловлены наличием F-центров окраски. Для облученных кристаллов фторидов наблюдается смещение полосы поглощения в сторону больших длин волн: у LiF она находится в диапазоне 407–492 нм, а у NaF – в диапазоне 390–547 нм. Этот факт имеет подтверждение в литературе [8] и объясняется увеличением атомной массы катионов в составе кристаллов. Для кристалла KCl полное поглощение наблюдается примерно с 500 до 750 нм. Отметим,

что согласно работе [7], существенное поглощение для кристалла имеет место в области 500 – 600 нм.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., мероприятие 1.2.1, заявки 14.В37.21.0772 и 14.В37.21.1081.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Звездин А.К. , Котов В.А. Магнитооптика тонких пленок. М.: Наука. 1988.
2. Гижевский Б. А. и др. // Физика твердого тела. 2009. Т. 51. вып 9. С. 1729.
3. Махнёв А. А., Гижевский Б. А., Номерованная Л. В. // Письма в ЖЭТФ. 2010. Т. 91. Вып. 2. С. 85.
4. Соколов Б. Ю. // Физика твёрдого тела. 2011. Т. 53, вып. 8. С. 1505.
5. Марфунин А.С. Спектроскопия, люминесценция и радиационные центры в минералах М.: Недра. 1975.
6. Губарева Т.В. // Системы. Методы. Технологии. 2011. Т. 3. №3. С.124.
7. Губарева Т.В. // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317. №2. С. 157.
8. Раджабов Е. А., Егранов А. В. Спектроскопия кислородных и водородных примесных центров в щелочно-галогидных кристаллах. Новосибирск: Наука. 1992.