

Таблица 1 – Размер областей когерентного рассеяния фотолуминофоров ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Cr<sup>3+</sup>, Yb<sup>3+</sup>

T(°C)	700	800	900
Размер ОКР, нм	10	12	16

В таблице 1 видно, что увеличение температуры обработки приводит к укрупнению кристаллитов (областей когерентного рассеивания) в среднем с 10 до 16 нм и сужению их распределения по размерам.

По результатам исследований влияния температуры обработки на структурные свойства нанопорошка ZnGa<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Cr<sup>3+</sup>, Yb<sup>3+</sup>, сформированного золь-гель методом, установлено, что увеличение температуры обработки с 700 °С до 900 °С приводит к росту содержания кристаллической фазы и к увеличению среднего размера кристаллитов до 16 нм (в среднем на 6 нм).

### Литература

1. Тищенко С. М., Ищенко Д. А., Ковальков Л. А. Влияние препаративных условий на процессы формирования гетерофазных структур в электролюминофорах на основе AnBVI - Cu<sub>2</sub>xS // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2007. – Т. 50, вып. 7. – С. 33 -37
2. Demas J. N. Luminescence // The Encyclopedia of Physical Science and Technology. Academic Press, 1987. – P. 438-459.

**К. Д. Данильченко, А. А. Маевский, П. С. Яночкин**  
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук.: **А. В. Семченко**, канд. физ.-мат. наук, доцент;  
**В. Е. Гайшун**, канд. физ.-мат. наук, доцент

### СИНТЕЗ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ZNO:MG

Естественный УФ-фон на поверхности Земли состоит только из UV-A и частично UV-B спектров, что составляет не более 1,5% от солнечной энергии, достигающей поверхности Земли, при исходной доле УФ-спектра в излучении Солнца около 5% [1]. Жесткое УФ-излучение (UV-C и короче) обладает сильным фотохимическим воздействием, что вызывает радиационные повреждения

биологических тканей и структур [2]. Поэтому мониторинг озонового слоя осуществляется, прежде всего, с целью контроля излучения диапазона UV-C на поверхности Земли. Другое важное применение таких детекторов – мониторинг опасных для человека доз УФ-излучения в диапазоне UV-C, например, на станциях УФ-очистки воды [3].

В качестве активных сред для создания приемников солнечно-слепого и видимо-слепого диапазонов УФ-области спектра будут использованы тонкие пленки состава ZnO:Mg с шириной запрещенной зоны выше 5 эВ.

Золь-гель методом получены слои на основе пленок ZnO:Mg с использованием отдельного гидролиза. В качестве метода нанесения использовался метод центрифугирования (spin-coating). На основе теоретических расчётов химического состава золя был проведён экспериментальный подбор его компонентов. В качестве исходных материалов использовали дигидрат ацетата цинка, ацетат магния, изопропиловый спирт, моноэтаноламин. Составы с цинком и магнием были подготовлены отдельно. После растворения компонентов золи смешивались в различных концентрациях для получения пленок с различным соотношением компонентов (1:1, 1:2, 1:5). Было изготовлено 3 варианта золя: с добавлением соляной кислоты, уксусной и азотной. Осаждение пленки производилось методом центрифугирования с последующей сушкой каждого слоя. Окончательную термообработку производили при температуре 450 °С в течение 60 минут.

Подложками при осаждении слоев служили кварцевые пластины (при проведении спектроскопических измерений в видимой области), кремниевые пластины с различным типом проводимости (при измерении ВАХ).

Спектроскопические исследования проводили с помощью спектрофотометра Cary-50 (Varian). Значение ширины запрещенной зоны устанавливали по методике Таунца.

Как видно из рисунка 1, пленки ZnO:Mg с различным содержанием Mg, отожжённые при температуре 500 °С в течение 60 минут, имеют коэффициент пропускания от 90 до 95 % в видимом диапазоне. Спектры пропускания для пленок некоторых составов (таблица 1) имеют два максимума. Значение  $E_g$  в диапазоне 3,21-3,36 эВ указывает на присутствие в тонкослойной системе оксида цинка. Это значение совпадает, либо чуть ниже табличной величины, характерной для ZnO (3,37 эВ) [4]. Для золь с высоким содержанием магния ширина запрещенной зоны ZnO:Mg составляет 4,68-5,79 эВ.

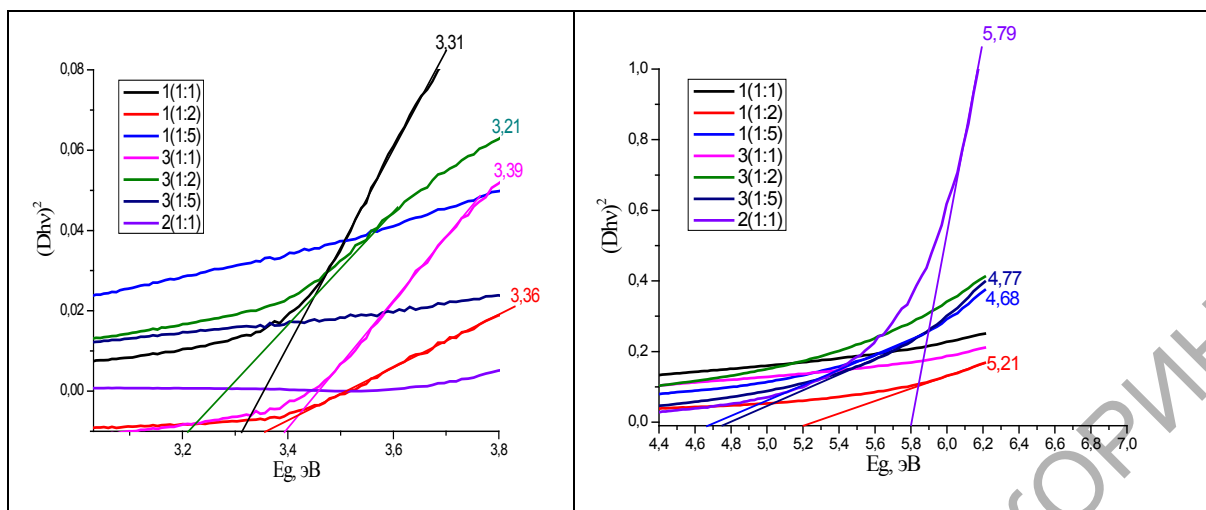


Рисунок 1 – Зависимость ширины запрещенной зоны ZnO:Mg от состава золя

Таблица 1 – Зависимость ширины запрещенной зоны от состава золя

№ золя (ZnO:Mg)	1(1:1)	1(1:2)	1(1:5)	2(1:1)	3(1:1)	1(1:2)	3(1:5)
Ширина запрещённой зоны, Eg, эВ	3,31	3,36/5,21	4,68	5,79	3,39	3,21	4,77

Для исследования ВАХ были выбраны пленки ZnO:Mg 1(1:2) ( $E_g = 5,21$  эВ) и ZnO:Mg 2(1:1) ( $E_g = 5,79$  эВ). Обе пленки проявляют фоточувствительность при освещении источником света с длиной волны 263 нм (рисунок 2), что делает их пригодными для создания на их основе полупроводниковых детекторов излучения УФ диапазона.

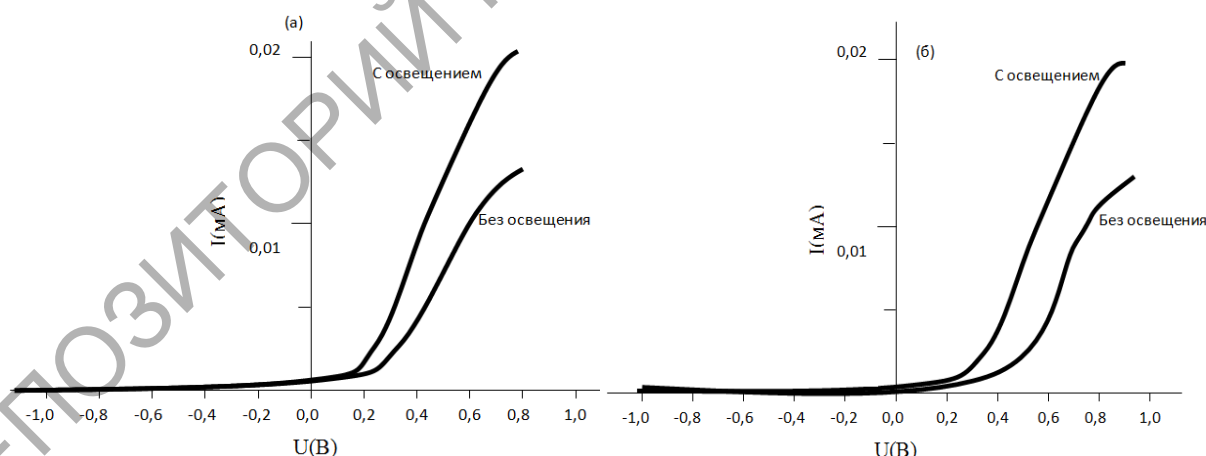


Рисунок 2 – ВАХ структур n-Si:ZnO:Mg: а -  $E_g = 5,21$  эВ; б-  $E_g = 5,79$  эВ

Полученные покрытия ZnO:Mg с шириной запрещенной зоны 5,21-5,82 эВ обладают фоточувствительностью в УФ диапазоне. Определены оптимальные технологические методы и параметры, позволяющие достигнуть указанного результата. Полученные покрытия

пригодны для создания полупроводникового детектора излучения УФ диапазона.

## Литература

1. Gradient bandgap narrowing in severely deformed ZnO nanoparticles / Yuanshen Qi [et al.] // *Materials Research Letters*. – 2021. – Vol. 9. – P. 58 – 64.
2. Effect of magnesium dopant on the structural, morphological and electrical properties of ZnO nanoparticles by sol–gel method / S. J. Priscilla [et al.] // *Materials Today: Proceedings*. – 2020; doi:10.1016/j.matpr.2020.07.005
3. Tailoring microstructure and optical properties of MgZnO film on glass by substrate temperature / K. Gu [et al.] // *Materials Letters*. – 2020. – Vol. 278. – 128416.
4. Baig, F. A comparative analysis for effects of solvents on optical properties of Mg doped ZnO thin films for optoelectronic applications / F. Baig, M. W. Ashraf, A. Asif, M. Imran // *Optik*. – 2020. – Vol. 208. – 164534.

**А. А. Зайцев**

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **О. В. Дегтярева**, ст. преподаватель

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРИ ВАКУУМНОМ СИНТЕЗЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**

Электрофизические свойства металлов характеризуются электропроводностью, а также электрическим сопротивлением. Обычно считают, что абсолютно все металлы хорошо проводят ток, то есть имеют высокую электропроводность. Но это совсем не так, при том, что важную роль играет температура, при измерении тока, все зависит от температуры.

С помощью движения электронов, ток передаётся в кристаллической решётке (представлено на рисунке 1). Электроны движутся от одного к другому узлу кристаллической решётки. Один электрон «вытаскивает» из узла решётки другой электрон, а тот в свою очередь продолжает двигаться к следующему узлу решётки и т.д.