

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЕНОК  $\text{Cu}(\text{In}, \text{Zn})\text{Se}_2$** 

Студент гр. 113454 А.В. Воробей,  
канд. физ.-мат. наук В.А. Иванов,  
ст. преподаватель В.Э. Малаховская

*Белорусский национальный технический университет*

Среди новых перспективных полупроводниковых материалов, пригодных для создания на их основе эффективных фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии следует выделить полупроводниковое соединение  $\text{CuInSe}_2$ , имеющее ширину запрещенной зоны  $E_g = 1,04$  эВ при температуре  $T = 300\text{K}$  и большой коэффициент оптического поглощения  $\alpha \sim 10^5 \text{ см}^{-1}$ . Для оптимального фотоэлектрического преобразования в наземных условиях ширина запрещенной зоны  $E_g$  поглощающего слоя солнечного элемента должна составлять  $1,3 - 1,5$  эВ, что значительно выше соответствующего значения для  $\text{CuInSe}_2$ . Этим обстоятельством обусловлена активизация исследований по созданию на основе  $\text{CuInSe}_2$  материала со значением  $E_g$  близким к оптимальному. По сравнению с  $\text{CuInSe}_2$  его четверной аналог  $\text{Cu}(\text{In}, \text{Zn})\text{Se}_2$  позволяет получать материал с шириной запрещенной зоны, изменяющейся от  $1,04$  эВ до  $2,67$  эВ в зависимости от концентрации атомов цинка. Это предполагает возможное использование данного материала в тонкопленочных солнечных элементах как в качестве оптически активного слоя, так и в качестве широкозонного окна.

Время жизни неосновных носителей заряда в исследуемых пленках ( $\tau$ ) было определено нами методом затухания фотопроводимости при возбуждении пленок прямоугольными импульсами света с длиной волны  $\lambda = 0,635$  мкм. В качестве источника света применялся полупроводниковый лазерный модуль типа МЛН-3, работающий в импульсном режиме с длительностью заднего фронта импульса не более  $0,5$  мкс. Образец помещался в специальную камеру, в которой предварительно создавался высокий вакуум. Измерение проводилось в температурном интервале  $\Delta T = 80 - 300\text{K}$ . Концентрация атомов цинка в исследуемом образце составляла  $N_{\text{Zn}} = 4,7$  ат.%. Уменьшения тока фотопроводимости, после прекращения светового импульса происходила по экспоненциальной зависимости.

В результате исследований было установлено, что с повышением температуры время жизни неосновных носителей заряда в пленках уменьшается от  $\tau = 3,5 \cdot 10^{-4}$  с. при  $T = 80 \text{ K}$  до  $\tau = 0,6 \cdot 10^{-4}$  с при  $T = 300 \text{ K}$ . Установлено, что добавление в пленку  $\text{CuInSe}_2$  атомов галлия приводит к образованию дефектов замещения с энергией активации  $\Delta E_1 = 0,040$  эВ.