

# ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ГРАФИТОПОДОБНОГО НИТРИДА УГЛЕРОДА, СИНТЕЗИРОВАННОГО ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Максимов С.Е.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь (

Борисенко В.Е. – доктор физ.-мат. наук, профессор. Профессор кафедры микро-и наноэлектроники

В работе представлены результаты анализа изменения фотолюминесцентных свойств графитоподобного нитрида углерода в зависимости от температуры синтеза. Материал синтезировался в муфельной печи из тиомочевины в диапазоне температур 500 – 600 °С. Для оценки фотолюминесцентных свойств использовались монохроматоры MS 7504i и DM160, в качестве источника возбуждающего излучения использовалась ксеноновая лампа электрической мощностью 450 Вт.

Графитоподобный нитрид углерода ( $g-C_3N_4$ ) представляет собой полупроводниковый материал с шириной запрещенной зоны порядка 2,6 – 2,8 эВ [1, 2]. Благодаря ярко выраженным фотокаталитическим и фотолюминесцентным свойствам данный материал считается перспективным для очистки жидких сред от органических загрязнений и может быть потенциально применён для создания оптических устройств, работающих в видимом диапазоне излучения.

В рамках данной работы рассмотрена зависимость расположения пика интенсивности фотолюминесценции  $g-C_3N_4$  в зависимости от температуры синтеза материала. В качестве прекурсора выступал порошок тиомочевины. Синтез проводили в муфельной печи при температурах от 500 до 600 °С на протяжении 30 мин. Для регистрации фотолюминесценции использовался макет упрощенная схема которого изображена на рисунке 1.

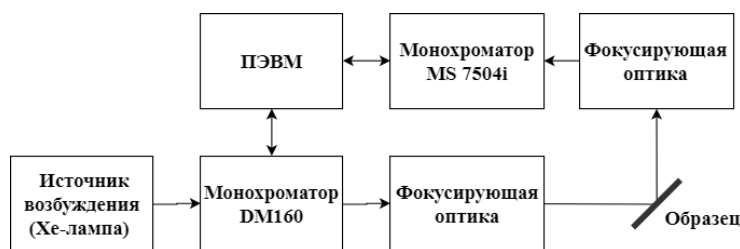
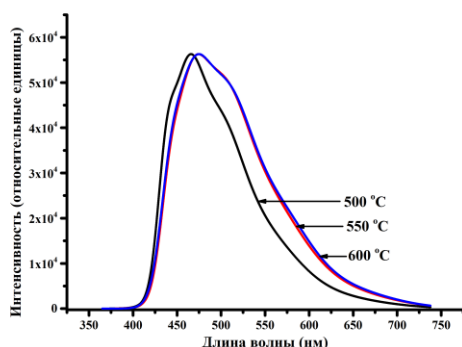
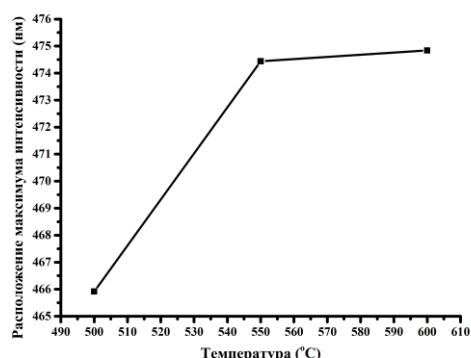


Рисунок 1 – Упрощенная блок-схема макета

Измерения проводили в диапазоне длин волн от 365 до 720 нм, длина волны возбуждающего излучения составляла 345 нм, электрическая мощность ксеноновой лампы равнялась 450 Вт, длительность экспонирования на каждом участке была установлена равной 5 с. Полученные спектры фотолюминесценции отображены на рисунке 2.



а – Спектры фотолюминесценции



б – Зависимость расположения пика от температуры

Рисунок 2 – Результаты оценки фотолюминесцентных свойств в зависимости от температуры

Как видно из рисунка 2 увеличение температуры синтеза приводит к смещению пика интенсивности в сторону больших длин волн. Такой результат можно объяснить увеличением количества дефектов в структуре в процессе перестройки материала [2].

В таблице 1 представлены результаты разложения полученных спектров на независимые составляющие.

Таблица 1 – Результаты разложения спектров на независимые составляющие.

Образец 500 °С		Образец 550 °С		Образец 600 °С		Возможная интерпретация природы компонента
Положение пика, нм	FWHM, нм	Положение пика, нм	FWHM, нм	Положение пика, нм	FWHM, нм	
437,3	22	440,8	25,2	440,9	26,3	$\sigma^*$ – НП
459,5	39,6	462,8	41,1	463,4	45,4	$\pi^*$ – НП
494	69	497,1	66	501,9	64,6	$\pi^*$ – $\pi$
545,8	119,4	543,6	99	552,3	93,5	ловушки
—	—	606,3	152,5	620,8	137,2	ловушки

Выше было сказано, что ширина запрещенной зоны  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  лежит в диапазоне от 2,6 до 2,8 эВ. Его валентная зона образована  $\sigma$ –связями и  $\pi$ –связями между углеродом и азотом с  $sp^3$ , а так же неопределёнными электронными парами азота (НП). Зона проводимости образована возбуждёнными  $\sigma^*$  и  $\pi^*$ . В запрещённой зоне находятся примесные уровни связанные с дефектами структуры [3, 4].

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что увеличение температуры синтеза ведёт к смещению максимума фотолюминесценции в сторону более длинных волн, однако при ближайшем рассмотрении данное изменение связано не с изменениями в структуре переходов, а в результате возникновения большого количества дефектов структуры, которые создают дополнительные уровни внутри запрещённой зоны материала. При этом значительной разницы между образцом полученным при 550 °С и 600 °С замечено не было из чего можно сделать вывод, что вероятность возникновения новых результатов при увеличении температуры синтеза выше 550 °С маловероятно. Оптимальной температурой синтеза для  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  можно считать 500 °С.

**Список использованных источников:**

1. Структура спектров фотолюминесценции легированного кислородом графитоподобного нитрида углерода / Е. Б. Чубенко [и др.] // Журнал прикладной спектроскопии, 2020. – С. 14-20.
2. Структурные и фотолюминесцентные свойства графитоподобного нитрида углерода / А. В. Баглов [и др.] // Физика и техника полупроводников, 2020. – С. 176-180.
3. Temperature-Dependent Photoluminescence of  $g\text{-C}_3\text{N}_4$  :Implication for Temperature Sensing / Debanjan Das, S. L. Shinde and K. K.Nanda // ASC Applied Materials & Interfaces, 2015.—P.1-19.
4. The origins of the broadband photoluminescence from carbon nitrides and applications to white light emitting / Zhixing Gan [et al.] // Nana Research, 2016.— P 1-12.