**Гетероструктуры на основе наностержней ZnO и квантовых точек g-C3N4  
для газовых сенсоров**

***Буй К.Д.1, Дао Х.Т.А.2***

*Аспирант, 2 год обучения*

*1Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербург, Россия*

*2Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), Санкт-Петербург, Россия*

*E-mail: congdoan6997@gmail.com*

Оксид цинка имеет гексагональную структуру вюрцита, является полупроводником с шириной запрещенной зоны 3,3 эВ, высокой энергией связи экситонов (~60 мэВ) и высокой подвижностью электронов. Наностержни ZnO обладают большой удельной поверхностью, обеспечивая активные центры для адсорбции газовых молекул. Благодаря этому газовые сенсоры на основе наностержней ZnO обладают более высокой чувствительностью по сравнению с сенсорами, использующими объемные материалы [1].

Графитоподобный нитрид углерода (g-C₃N₄) представляет собой полимер, состоящий из углерода и азота, организованных в слоистую структуру, аналогичную графиту. Этот материал обладает косвенной шириной запрещенной зоны 2,7 эВ. Благодаря богатой азотом структуре и наличию свободных электронных пар он демонстрирует отличные электронные свойства. Его поверхность активно взаимодействует с газовыми молекулами. Кроме того, g-C₃N₄ в форме квантовых точек (размером в ~10 нанометров) позволяет регулировать электронную структуру за счет квантово-размерных эффектов. Его высокая удельная поверхность значительно усиливает адсорбцию целевых газов реакцию с ними.

Интеграция наностержней ZnO с квантовыми точками g-C₃N₄ приводит к синергетическому эффекту, повышающему характеристики газовых сенсоров по трём основным причинам. Во-первых, формирование гетероструктуры типа n–n увеличивает количество активных центров на поверхности. Во-вторых, при выравнивании уровней Ферми происходит перенос электронов от g-C₃N₄ к ZnO, что усиливает изменение электропроводности в присутствии целевого газа. Наконец, каталитическая активность поверхности гетероструктуры способствует более полному окислению газовых молекул даже при низких температурах.

Метод получения данной гетероструктуры преимущественно основан на гидротермальном синтезе. Сначала зародышевый слой наночастиц ZnO наносится на подложку методом центрифугирования. Затем происходит формирование массива наностержней ZnO гидротермальным способом при температуре 85°C в течение 1 часа. Квантовые точки g-C3N4 синтезируются из порошкообразного g-C3N4 (прекурсор мочевина) также методом гидротермального синтеза при температуре 180°C в течение 1 часа. Наконец, гетероструктура формируется путём естественного осаждения в течение 1 часа при погружении подложки с наностержнями ZnO в раствор КТ g-C3N4.

Результаты исследования сенсорных характеристик показали, что данная гетероструктура может работать, начиная с температуры 150°C. При концентрации изопропанола 1000 ppm и температуре 250°C коэффициент отклика (S = Ra/Rg) достиг ~20, что в 7–9 раз выше по сравнению с сенсором на основе чистых наностержней ZnO. Кроме того, время отклика при появлении газового потока составило 3–5 секунд. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что данная новая гетероструктура обладает высоким потенциалом для применения в сенсорах газообразного изопропанола.

**Литература**

1. Рябко А.А. и др. Газочувствительность наноструктурированных покрытий на основе наностержней оксида цинка при комбинированной активации // Журнал технической физики. 2022. Т. 9. № 5. С. 758-764.