

**СИНТЕЗ ОРИЕНТИРОВАННЫХ МАССИВОВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК  
С ОДНОЙ ФЕРРОМАГНИТНОЙ НАНОЧАСТИЦЕЙ  
НА ВЕРШИНЕ КАЖДОЙ УГЛЕРОДНОЙ НАНОТРУБКИ**

Е.Н. Прокопюк, С.Л. Прищета

На предварительно сформированных площадях однородно распределенных по площади подложки наночастиц Со проводился рост ориентированных массивов углеродных нанотрубок (УНТ). Рост УНТ проводился методом химического парофазного осаждения в смеси газов  $C_2H_2$  и  $H_2$  (20:80) при давлении  $p = 15$  мбар в течение 6 минут. Температура синтеза составляла 973 К. Малое время синтеза было выбрано для того, чтобы минимизировать дефектность УНТ. Качество УНТ проверялось методом Рамановской спектроскопии, которая показала, что спектр показывает расщепление D линии на 2 моды,  $1306\text{ см}^{-1}$  и  $1334\text{ см}^{-1}$ . Наблюдалась интенсивная G линия ( $1591\text{ см}^{-1}$ ) с малой полушириной ( $13\text{ см}^{-1}$ ), что указывает на то, что УНТ являются проводящими и высокого качества. Можно также было наблюдать пренебрежимо малое наличие аморфного углерода с модой на  $1525\text{ см}^{-1}$ . Методом сканирующей электронной спектроскопии было установлено, что массив трубок был вертикально ориентирован, высота трубок составляла порядка 2 мкм, их средний диаметр составлял порядка 20 нм, т. е. был задан диаметром наночастиц кобальта. Методом просвечивающей электронной микроскопии было установлено, что наночастицы кобальта локализованы в верхней части углеродных нанотрубок. Их морфология представляла собой вытянутые вдоль оси УНТ наноцилиндры с аспектным отношением, близким к 5. Изменение морфологии наночастиц после роста УНТ по сравнению с исходными связано со сложными процессами роста нанотрубок при высоких температурах. Однако, тот факт, что наночастицы оставались внутри УНТ и сверху были закрыты слоями углеродной нанотрубки, предотвращает окисление кобальта и оставляет его ферромагнитным, что важно для применений в магнитоэлектронике.