

**МОНИТОРИНГ СТЕПЕНИ ЛЕГИРОВАНИЯ ГРАФЕНА
МЕТОДОМ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ**

**М.М. Михалик¹, Н.Г. Ковальчук¹, К.А. Нигерिश¹, Н.И. Каргин², И.В. Комиссаров^{1,2},
С.Л. Прищепа^{1,2}*

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Беларусь, 220013, г. Минск, улица П. Бровки, дом 6, e-mail: mymikhalik@gmail.com

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Россия, 115409, г. Москва, Каширское ш., дом 31.

THE MONITORING OF GRAPHENE DOPING LEVEL BY RAMAN SPECTROSCOPY

**M.M. Mikhalik¹, N.G. Kovalchuk¹, K.A. Nigirish¹, N.I. Kargin²,
I.V. Komissarov^{1,2}, S.L. Prischepa^{1,2}*

¹Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Republic of Belarus, 220013, Minsk, P. Brovka str. 6, e-mail: mymikhalik@gmail.com

²National Research Nuclear University MEPhI
Russia, 115409, Moscow, Kashirskoe highway 31.

In this work, we show the result of Raman spectroscopy study of the structure APCVD graphene grown from methane and transferred on SiO₂/Si substrate by two methods: without and with PMMA polymer. The removing of polymer was performed by thermal annealing in Ar/H₂ atmosphere with further treatment in acetone. We relate the level of the background signal in Raman spectra of graphene with amount polymer residuals on graphene substrate. Moreover, this finding is in correlation with the change in the doping level of graphene observed by the shift of the experimental data in 2DvsG band positions plot.

Исследованный в данной работе графен синтезирован методом ХПО при атмосферном давлении с использованием метана в качестве прекурсора. Измерения спектров комбинационного рассеяния света (КРС) проводились на 3D Рамановском конфокальном микроскопе Confotec NR500, при следующих условиях: длина волны лазерного излучения 473 нм, диаметр пучка ~ 600 нм. Перенос графена на поверхность SiO₂/Si осуществлялся бескаркасным способом (образец 1) и с использованием полимера (ПММА) в качестве каркаса (образец 2, 3). Удаление полимера осуществлялось путем отжига в смеси потоков аргона и водорода (100 и 60 см³/мин) при температуре 300 °С в течение 120 мин (образец 2). После отжига образец дополнительно подвергался обработке ацетоном в течение 2.5 ч (образец 3).

На рис. 1 показаны типичные спектры КР для однослойной фракции графена, перенесённого на поверхность SiO₂/Si для каждого из образцов.

Согласно [1], дополнительный подъём, наблюдаемый в диапазоне $1200 \div 1700 \text{ см}^{-1}$, связан с наличием органических соединений на поверхности графена, образовавшихся после развала полимера.

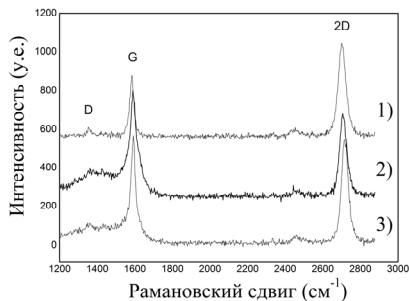


Рис. 1. Спектры КРС однослойных фракций графена, перенесенного на поверхность SiO_2/Si , нумеруемых по образцам соответственно 1), 2), 3)

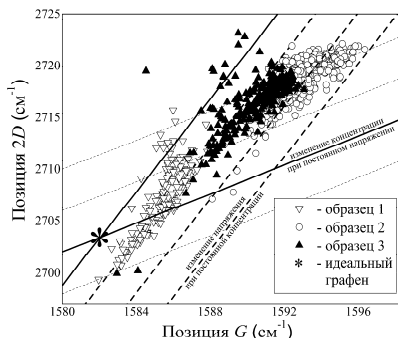


Рис. 2. Экспериментальные данные положения линий спектров КРС

На рис. 2 представлены экспериментальные данные положения линий 2D как функции положения линий G. Экспериментальные данные для каждого образца довольно хорошо распределены вдоль прямых, с тангенсом наклона 2.25, что соответствует двусосному напряжению в однослойном графене [2]. Более того, линии, вдоль которых распределены экспериментальные данные для каждого образца, смещены друг относительно друга, что объясняется переносом заряда в системе графен-остатки полимера [3].

Литература

1. J. Hong et al., Sci. Rep., 3, 2700 (2013).
2. J. Zabel et al., Nano letters, 12, 617–621(2012).
3. J.E. Lee et al., Nature Communications, 3, 1024 (2012).