

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ионова Сергея Геннадьевича  
"Электронный транспорт и физико-химические свойства  
интеркалированных соединений графита и углеродных материалов на  
их основе",

представленной на соискание ученой степени  
доктора физико-математических наук  
по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния

В своей нобелевской лекции Андрей Гейм отмечает, "...что даже спустя много десятилетий графит остаётся малопонятным материалом, особенно с точки зрения его электронных свойств." Эта цитата, по моему мнению, может убедительно свидетельствовать о том, что диссертация Ионова С.Г. "Электронный транспорт и физико-химические свойства интеркалированных соединений графита и углеродных материалов на их основе" является несомненно актуальной с фундаментальной точки зрения. Судя по автореферату, диссертация имеет и большое практическое значение, достаточно прочесть 11-й пункт основных результатов и выводов: "Полученные в работе результаты использованы при создании промышленных технологий окисленного графита, графитовой фольги и широкой гаммы многофункциональных углеродных материалов на основе интеркалированных соединений графита (ИСГ).

Материалы диссертации многократно докладывались на всесоюзных, российских и международных конференциях и опубликованы в 59 статьях в ведущих журналах, получено много патентов РФ и два международных. В связи с этим достоверность результатов работы не вызывает сомнения.

Из основных научных выводов и результатов работы, на мой взгляд, наиболее интересными являются следующие:

1. Решена основная задача фермиологии ИСГ акцепторного типа: установлена топология поверхности Ферми; определены параметры закона дисперсии носителей заряда, эффективные массы, концентрации, подвижности, времена релаксации, температуры Дингла. Установлена важная роль совнедренного галогена на концентрацию делокализованных дырок в ИСГ. Показано, что у моно-ИСГ высоких ступеней ( $N \geq 4$ ) наблюдаются осцилляции Шубникова-де Гааза от дырочной поверхности Ферми графита, что связано с экранировкой кулоновских потенциалов заряженных комплексов интеркалята дополнительными носителями заряда, появившимися в результате внедрения.
2. Проведено комплексное исследование реакций интеркалирования с помощью оригинальных разработанных методик: рентгенофазового анализа, калориметрии, потенциометрии, электропроводности *in-situ*. Здесь мне особенно понравилась оригинальная установка для измерения электропроводности в процессе интеркалляции. В результате показано, что образование ИСГ в системе графит- $H_2SO_4$ - $K_2Cr_2O_7$  идет по схеме  $N \rightarrow N-1 \rightarrow \dots \rightarrow 2 \rightarrow 1$ , т.е. от высших ступеней к низшим. Установлено, что после

образования первой ступени наблюдается переокисление графитовой матрицы, приводящее к уменьшению электропроводности, нарушению планарности углеродных слоев, а с течением времени, и к ее полной аморфизации.

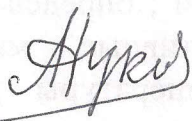
**Замечание.** Автор предлагает свое объяснение аномальной анизотропии проводимости в ИСГ, являющееся конкретизацией известной модели извилистых траекторий (tortuous path) тока. Однако это объяснение не подкреплено корреляцией анизотропии и концентрации винтовых дислокаций. Кроме того, известно, что величина анизотропии сильно зависит от температуры в отличие от постоянного значения полученного в (10).

Однако это замечание не затрагивают основное содержание диссертации и не умаляют ее высокую оценку. Автореферат хорошо оформлен и снабжен необходимыми рисунками.

Резюмируя выше изложенное, можно с уверенностью сказать, что диссертационная работа С.Г. Ионова представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне, содержит важные фундаментальные научные и прикладные результаты.

По своей актуальности, объему, научной и практической значимости диссертационная работа Ионова С.Г отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ No 842 от 24.09.2013), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, несомненно, заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.07-физика конденсированного состояния.

Доктор физико-математических наук,  
специальность 01.04.07-физика конденсированного состояния.  
Технический директор центра мезоскопии и нанотехнологии  
при университете г.Манчестера



Жуков А. А.

Жуков Александр Александрович

3/8/2016

Адрес : Room 117, IT Building, School of Computer Science,  
University of Manchester, Oxford Rd, Manchester, M13 9PL

<http://www.condmat.physics.manchester.ac.uk/people/>

Tel: +44 (0)161 275 4550

E-mail: [Alexander.Zhukov@manchester.ac.uk](mailto:Alexander.Zhukov@manchester.ac.uk)

Web: <http://www.researcherid.com/rid/E-1331-2014>

<https://www.linkedin.com/in/alexander-zhukov-22259123>