

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации М.К. Рабчинского  
«Синтез, электронная структура и оптические свойства производных графена»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного  
состояния.

Целенаправленный синтез химически функционализированных производных графена, управление его химическим составом и физико-химическими свойствами, безусловно, остается одной из наиболее актуальных тематик в области исследования углеродных наноматериалов в последние десятилетия. Диссертационная работа Рабчинского Максима Константиновича направлена на экспериментальное определение корреляций электронной структуры, электрофизических и оптических свойств производных графена с их морфологией и точным химическим составом. Эта задача была решена для достаточно обширного круга производных оксида графена и восстановленного оксида графена, включая азотированные, карбоксилированные и карбонилированные формы. Автором были разработаны фундаментальные основы и практические подходы к синтезу, предложен эффективный инструментарий для анализа состава и структуры материалов, а также их превращений под действием фотохимических, термических или химических факторов на основе рентгеноспектральных методик с использованием синхротронного излучения с привлечением методов ИК-спектроскопии и электронной микроскопии. Этим определяется высокая актуальность диссертационной работы Рабчинского М.К.

Производные графена обладают очень широкими областями потенциального практического применения в устройствах молекулярной наноэлектроники и сенсорики. В частности, объекты диссертационного исследования М.К. Рабчинского перспективны в качестве активных чувствительных элементов газоанализаторов и систем детектирования биомолекул, основанных на принципе скачкообразного изменения электропроводности в присутствии определенного субстрата. Несмотря на потенциальную практическую значимость, физико-химические свойства функционализированных производных оксида графена и восстановленного оксида графена не исследованы в должной мере, а полученные к настоящему времени экспериментальные данные нуждаются в систематизации. Работа Рабчинского М.К. представляет собой цельное и глубокое исследование, нацеленное на решение указанных выше задач, что определяет ее высокую научную и практическую значимость.

Несмотря на очень высокий научный уровень проведенного исследования и профессиональное изложение полученных экспериментальных результатов, к автореферату диссертации имеется ряд замечаний. Хотя работа в полной мере соответствует специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния, в автореферате встречаются фрагменты с сильным химическим уклоном, и замечания относятся именно к недостаточно строгому использованию химической терминологии.

- В частности, аци-форма нитро-группы классически записывается как  $=N^+(OH)(O^-)$ , а не  $-NOOH_2$ .

- Не совсем удачным представляется введение обозначений К-си/К-ни графен для карбоксилированных и карбонилированных производных соответственно. Возможно, обозначения в стиле  $\Gamma(\text{C}=\text{O})$  и  $\Gamma(\text{COOH})$  были бы информативнее и удобнее для восприятия.
- Внутренний протест у человека с базовым химическим образованием вызывает фраза «химическое восстановление ОГ раствором силикатов щелочных металлов». Хотя превращение карбоксильных групп в карбонильные в составе функционализированного графена формально является восстановлением, реакция протекает по механизму дегидратации ( $\text{E1cB}$ -элиминирования), а силикат щелочного металла выступает в роли кислотно-основного катализатора, а вовсе не восстановителя.
- В автореферате диссертации встречаются опечатки, дополнительно выдающие в диссертанте «нехимика», такие как пиролльных (вместо пиррольных) и пиридиновых (вместо пиридиновых).

Высказанные замечания ни в коей мере не отражаются на итоговой оценке диссертационной работы. Считаю, что диссертационная работа Рабчинского Максим Константиновича, судя по автореферату, является законченным научным трудом, посвященной актуальной научной проблеме, в которой получены полностью оригинальные новые результаты с высокой практической значимостью. По результатам работы опубликовано 9 статей в высокорейтинговых научных журналах. Результаты прошли широкую апробацию на тематических конференциях национального и международного уровня. Считаю, что диссертационная работа М.К. Рабчинского "Синтез, электронная структура и оптические свойства производных графена" отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 "Физика конденсированного состояния" согласно Положению о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук, а ее автор М.К. Рабчинский заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

 17.09.21

Зубавичус Ян Витаутасович

Доктор физико-математических наук по специальности  
01.04.01 (Приборы и методы экспериментальной физики)

Заместитель директора по научно-методическому обеспечению ЦКП «СКИФ»  
Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН (филиала в наукограде Кольцово)

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

Адрес: 630090, Россия, г. Новосибирск,  
пр. Академика Лаврентьева, д. 5.

Интернет: <http://catalysis.ru/yvz@catalysis.ru>; +7 (383) 3269774

Подпись Я.В. Зубавичуса заверяю:

Ученый секретарь ИК СО РАН, к.х.н.





М.О. Казаков