

О Т З Ы В

официального оппонента Климентова Сергея Михайловича
к.ф.м.н., заместителя директора Инженерно-физического института биомедицины
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

на диссертацию Гололобова Виктора Михайловича

«Наноабляция монокристаллических алмазов фемтосекундными лазерными импульсами»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.21 – Лазерная физика

Диссертационная работа В.М. Гололобова исследует механизмы и количественные закономерности наноабляции поверхности кристаллического алмаза под действием фемтосекундных лазерных импульсов ИК, видимого и УФ диапазона. Удаление слоев углерода имеет фотохимическую природу, отличную от термической графитизации. В процесс вовлечены: многофотонная генерация электронов проводимости с образованием поверхностных возбужденных состояний, взаимодействующих с кислородом воздуха и адсорбированным слоем, а также радиационное дефектообразование вблизи поверхности алмаза. В своей работе автор изучает каждую из составляющих процесса, варьируя интенсивность фотовозбуждения и давление, измеряя концентрации неравновесных носителей заряда, люминесцентные свойства и результирующий рельеф поверхности.

Актуальность избранной темы обусловлена стабильным интересом к синтетическим алмазным материалам, применяемым в электронике, оптике и машиностроении, благодаря уникальной совокупности физических характеристик: высокой подвижности свободных носителей заряда, большой ширине запрещенной зоны и широкому окну прозрачности, высокой твердости и теплопроводности. Полученные в работе данные о закономерностях абляционного удаления нанослоев с поверхности алмаза и повышении ее люминесцентных свойств под действием ультракоротких лазерных импульсов весьма ценны в этой связи и могут быть использованы как для построения моделей, так и оптимизации процессов прецизионного поверхностного наноструктурирования и создания элементов интегральной оптики, что также с успехом продемонстрировано в работе и определяет практическую значимость результатов.

В работе впервые детально соотнесены скорости выноса материала с поверхности алмаза с уровнем электронного возбуждения при многоквантовом поглощении в режиме фотохимической наноабляции в широком диапазоне давлений, продемонстрирован и объяснен существенный рост люминесценции NV центров в аблированных кратерах.

Достоверность полученных результатов основывается на выборе адекватных по чувствительности, временному и пространственному разрешению методов фемтосекундной интерферометрии, интерференционной микроскопии и спектрометрии фотoluminesцентного отклика, достаточным объемом проработанной и цитируемой литературы.

Замечания по диссертационной работе.

При сопоставлении характеристик нанообляции и концентраций свободных электронов никак не комментируется тот факт, что последние измеряются в объеме кристалла, а первые на его поверхности. Правомерным было бы обосновать принятое допущение.

Первое из защищаемых положений устанавливает факт существования зависимости между скоростью нанообляции и концентрацией электрон-дырочных пар, однако характер этой зависимости не раскрывается, несмотря на подробное и основательное рассмотрение этого вопроса в разделах 3.1 и 3.3.

Как в публикациях, так и в настоящей работе отмечается сильное влияние состояния поверхности алмаза на ее электронные характеристики. Поверхностная проводимость кристалла варьирует в пределах нескольких порядков в зависимости от пребывания в окислительной или восстановительной атмосфере, а также при наличии адсорбированной воды. Роль предыстории образца может оказаться существенной в проводимых экспериментах по нанообляции и измерениях люминесцентных свойств образующихся кратеров. Целесообразно было бы указывать состояние поверхности до измерений или же прибегать к процедуре приведения ее к стандартному для всех экспериментов виду, например, подвергать отжигу в окислительной атмосфере.

Работа не лишена и редакционно-издательских погрешностей, характерных в основном для автореферата в части согласования окончаний, и отдельных грамматических ошибок, см. например раздел диссертации 2.4, шестая строка.

Указанные замечания не снижают, однако, значимости работы, не опровергают ее основных результатов и положений.

Считаю диссертационную работу В.М. Гололобова законченным научным исследованием, выполненном на высоком научном уровне.

Автореферат диссертации в достаточной мере отражает содержание, основные результаты, положения и выводы работы.


Научная значимость работы подтверждается публикациями в ведущих научных изданиях. По материалам диссертации опубликовано 7 научных работ, в числе которых 6 статей в изданиях, рекомендованных ВАК. Основные результаты диссертационной работы доложены на международных научных конференциях.

Правомерно заключить, что диссертационная работа В.М. Гололобова «Нанообляция монокристаллических алмазов фемтосекундными лазерными импульсами» по актуальности и новизне, научному уровню и практической значимости полностью соответствует специальности 01.04.21 – Лазерная физика и критериям, установленным действующим «Положением о присуждении ученых степеней».

Автор работы, Гололобов Виктор Михайлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.

Официальный оппонент,
С.М. Климентов



Подпись ЗАВЕРЯЮ
И.О. ДИРЕКТОРА ПО
ПЕРСОНАЛУ
Цыганов ВГ 

«___» _____ 2019 г.


Адрес: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
115409, г. Москва, Каширское ш. 31

Тел.: +7 (495) 788 56 99, доб. 8636
smklimentov@mephi.ru

Подпись заверяю

Ученый секретарь
ученого совета НИЯУ МИФИ
В.Г. Цыганов



Подпись удостоверяю
Заместитель начальника отдела
документационного обеспечения
НИЯУ МИФИ
 А.А. Абатурова