

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Елены Валерьевны Единач «Высокочастотная спектроскопия электронного парамагнитного резонанса примесных спиновых центров в гранатах и карбиде кремния», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

В работе Е.В. Единач изучаются иттрий-алюминиевые гранаты (YAG) и карбиды кремния (SiC) с примесями (в том числе неконтролируемыми) парамагнитных редкоземельных ионов ( $Tb^{3+}$ ,  $Ce^{3+}$ ,  $Yb^{3+}$ ,  $Gd^{3+}$ ) и ионов группы железа ( $Mn^{2+}$ ,  $V^{3+}$ ) методами высокочастотной спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в W- и D-диапазонах (95 и 130 ГГц) и оптически-детектируемого магнитного резонанса (ОДМР) в широком интервале температур (1,5-300 К). Данные материалы/системы, несмотря на десятилетия их синтеза и изучения, крайне интересны с точки зрения как уже реализованных и потенциальных возможностей применения в лазерной технике, квантовых вычислениях и коммуникациях, так и миниатюрных (наноразмерных) электронных устройств (датчиков температуры, магнитного поля) и др. И здесь техники ЭПР и ОДМР играют решающую роль в установлении качества выращенного материала, определении структуры локального окружения дефектов (структуры парамагнитных центров), которые и обуславливают искомые свойства вещества. Это определяет практическую значимость диссертационной работы.

Зачастую в указанных системах стандартными техниками ЭПР невозможно однозначно идентифицировать тип примесных центров, особенно при неоднородности и наноразмерности образцов, разнообразии одновременно введенных дефектов, большом значении параметра начального расщепления D и др., что заставляет применять высокочастотные подходы. Преимущества высокочастотных методов магнитного резонанса достаточно полно отражены и использованы в работе. Впечатляет большой объем проведенной экспериментальной работы на нестандартной аппаратуре ЭПР и ОДМР. Сама работа написана логично, на высоком научном уровне, хорошо иллюстрирована. Все выводы работы подкреплены экспериментами, проведенными расчетами, сравнением с литературными данными.

Замечания к автореферату работы. Непонятно, где, каким способом синтезировались изученные в работе соединения. Исследовались ли они другими аналитическими методами (рентгеновскими, например, элементным анализом, с помощью электронных лучей)? Как оценивалась концентрация примесей? Предполагаю, также, что было бы крайне интересно сравнить результаты различных методов анализа с результатами высокочастотного ЭПР и ОДМР, чтобы показать преимущества последних даже в детектировании малых концентраций ряда ионов.

Отмеченные погрешности в работе не влияют на общую высокую оценку ее результатов, подтверждаемую и большим количеством публикаций – четыре работы в журналах, входящих в базы данных Scopus/WoS, патент на изобретение и свидетельство на программу для ЭВМ.

Считаю, что диссертационная работа Единач Е.В. «Высокочастотная спектроскопия электронного парамагнитного резонанса примесных спиновых центров в гранатах и

карбиде кремния» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 "Физика конденсированного состояния", а ее автор - Единач Е.В. - заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук.

14 мая 2021 года, г. Казань.

д-р физ.-мат. наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния,  
заместитель директора Института физики по научной деятельности,  
профессор кафедры медицинской физики  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Марат Ревгеревич Гафуров

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 16а

Эл. почта: marat.gafurov@kpfu.ru

Тел. +7 (843) 233 7638