

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дмитриева Александра Константиновича

**«Многочастотное возбуждение оптически детектируемого**

**магнитного резонанса в центрах окраски в алмазе»,**

представленной на соискание учёной степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.04 – Физическая электроника

В работе Дмитриева Александра Константиновича, результаты которой представлены на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, проведены обширные исследования спиновых и оптических свойств отрицательно заряженного азотно-вакансионного дефекта ( $NV^-$ ) в алмазе методом оптически детектируемого магнитного резонанса (ОДМР) в нулевых и малых магнитных полях. Актуальность работы не вызывает сомнений, поскольку исследования свойств данного дефекта является магистральным направлением развития последних десятилетий в физике конденсированного состояния, квантовой оптике, метрологии и физической электронике. Вызвано это совокупностью уникальных свойств  $NV^-$  центра, такими как оптически индуцированное выстраивание спиновых уровней в основном триплетном состоянии, активное в температурном диапазоне от криогенного вплоть до 800 К и сопровождаемое интенсивной спин-зависимой флуоресценцией. Таким образом, алмаз с внедрёнными в него  $NV^-$  центрами, представляет собой уникальную платформу для развития и создания приборов квантовой сенсорики, в частности, квантовых магнитометров с оптической накачкой.

Именно развитие методов и подходов квантовой магнитометрии с использованием особенностей спин-зависимых процессов в цикле оптической накачки  $NV^-$  центров является основной задачей диссертационной работы, с решением которой соискатель успешно справился. В частности, соискателем разработан экспериментальный прототип векторного магнитометрического датчика на основе микрокристалла алмаза с  $NV^-$  центрами и проведена оценка его чувствительности к отдельной компоненте вектора поля порядка  $1.5 \text{ нТл}/\sqrt{\text{Гц}}$ , что находится на сравнимом уровне с мировыми аналогами. При этом стоит отметить, что для достижения высокой чувствительности соискателем была предложена и реализована оригинальная идея использовать частотную модуляцию СВЧ поля на частоте равной величине сверхтонкого взаимодействия с ядром атома азота, входящего в состав  $NV^-$  центра. Такой подход позволил увеличить интегральную интенсивность сигнала ОДМР и, как следствие, повысить чувствительность магнитометра.

Отдельно хотелось бы отметить результаты, изложенные соискателем в пятой главе диссертации, которая посвящена исследованию особенностей в спектрах ОДМР  $NV^-$  центров при двухчастотном возбуждении в нулевых и малых магнитных полях. В результате этих экспериментов была выявлена серия множественных резонансов и объяснена природа их возникновения за счёт наложения эффектов Аутлера-Таунса и Ландау-Зенера. Эти результаты имеют не только практический, но и фундаментальный характер.

Изложенные в диссертации результаты опубликованы в 7 статьях в реферируемых отечественных и зарубежных научных журналах, соответствующих научной тематике работы и представлены на 7 конференциях. Автореферат довольно

полно раскрывает содержание основных результатов выносимых на защиту. Замечаний к автореферату нет. На основании содержания автореферата и публикаций считаю, что диссертация Дмитриева Александра Константиновича соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук» (от 19.08.2019), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Автор диссертации, Дмитриев Александр Константинович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.04 – Физическая электроника.

21.09.2021, г. Казань

кандидат физико-математических наук, научный сотрудник,  
Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии,  
Научно-исследовательская лаборатория магнитной радиоспектроскопии и квантовой  
электроники им. С.А. Альтшулера  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

\_\_\_\_\_ Виктор Андреевич Солтамов

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18.  
тел.: +7(843) 292-64-80, e-mail: [VASoltamov@kpfu.ru](mailto:VASoltamov@kpfu.ru)