

Отзыв

официального оппонента

на диссертацию соискателя Просникова Михаила Алексеевича

«Магнитная и решеточная динамика сложноструктурных антиферромагнитных оксидов $3d$ переходных металлов»,

представленную на соискание степени кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния»

Диссертационная работа Просникова Михаила Алексеевича представляет собой цикл объединенных единой методикой исследований динамики магнитных и решеточных движений ряда антиферромагнитных соединений элементов группы железа. **Актуальность** работы определяется в первую очередь выбором класса объектов исследований, представляющих собой основу бурно развивающегося направления – антиферромагнитной спинтроники. Один из важнейших путей развития этого направления связан с поиском и исследованием новых антиферромагнитных сред с высокими частотами магнитных возбуждений и предельно короткими временами переключения. Именно этим вопросам посвящена диссертационная работа М.Просникова.

Научная новизна. Все представленные в диссертации результаты являются новыми. В частности, впервые проведено подробное экспериментальное исследование магнитной и решеточной динамики новых монокристаллических антиферромагнетиков $\text{Ni}(\text{BO}_3)_2$, Ni_2NbBO_6 , NiWO_4 , PbFeBO_4 методом комбинационного рассеяния света в широком интервале температур. На основании полученных экспериментальных данных по спиновой динамике кристаллов Ni_2NbBO_6 , NiWO_4 и PbFeBO_4 предложены модели обменного взаимодействия с установленными константами обменного взаимодействия и одноионной анизотропии. Впервые проведены расчеты спектров спиновых волн (в линейном приближении) и строгий магнитный симметричный анализ.

Научная и практическая значимость диссертации определяется, в первую очередь, важными конкретными результатами, касающимися динамики магнитных и решеточных возбуждений ряда новых сложноструктурных оксидных антиферромагнетиков. Продемонстрирован информационный потенциал основанного на спектроскопии комбинационного рассеяния методического подхода, что является важным вкладом в развитие физики магнитоупорядоченных диэлектриков. Полученные результаты существенно развивают наши представления о динамике решеточных и спиновых движений в исследованных антиферромагнетиках и об их взаимосвязи в парамагнитной и магнитоупорядоченной фазах. Эти данные представляют большую практическую ценность при создании новых типов устройств антиферромагнитной спинтроники и терагерцовой магноники.

Оценка содержания работы.

Структурно диссертация состоит из Введения, шести глав и Заключения. В первой главе содержится краткий обзор литературы по эффектам комбинационного рассеяния света в магнитоупорядоченных средах и излагаются принципы описания динамики магнитных и решеточных колебаний в магнито-концентрированных структурах. Во второй главе приводится описание объектов исследования – сложноструктурных оксидных соединений элементов группы железа, склонных к антиферромагнитному упорядочению, подробно описываются методы экспериментальных исследований и методы анализа и обработки экспериментальных данных. Дальнейшее деление диссертационной работы на главы производится по объектам исследования: ортоборат никеля – третья глава, вольфрамат никеля – четвертая глава, ниобат-борат никеля – пятая глава и железоборат свинца – шестая глава. В Заключении перечисляются основные результаты работы.

Проведенные исследования, в целом, демонстрируют высочайшую квалификацию диссертанта. Выполнение работы такого уровня потребовало от диссертанта не только владения всем арсеналом экспериментальных методов исследования – техникой низких температур, спектроскопией высокого разрешения, методами вибрационной магнитометрии и теплоемкостных измерений, но и глубокого понимания физических основ магнитной и фононной динамики магнитоупорядоченных кристаллов и владения расчетными, аналитическими и симметричными методами анализа экспериментальных данных. Практически все экспериментальные измерения проводились в широком интервале температур, покрывающем точки фазовых переходов, что позволяло получать важную информацию о взаимосвязи спиновых и структурных степеней свободы, о связи магнитной и кристаллографических структур исследуемых антиферромагнетиков.

Наиболее важным качеством работы является надежность и достоверность полученных данных и сделанных выводов, что достигается, с одной стороны, использованием взаимодополняющих методов измерений, а с другой – обстоятельным теоретическим анализом экспериментальных наблюдений. Эта тщательность проведенной работы представляется особенно ценной по той причине, что в качестве объектов исследований были выбраны не простые (обычно называемые «модельными») объекты, а кристаллы сложноструктурные, анализ фононных и магнитных спектров которых является особенно трудоемким. Отдельно следует отметить ясность изложения материала, так что отдельные главы диссертации (например, разделы описывающие эффекты неупругого рассеяния света в магнитоупорядоченных средах и симметричные законы формирования спектров КРС) можно использовать в учебных целях. Диссертация в целом аккуратно оформлена, написана хорошим языком, демонстрирует высокую квалификацию автора и его полное владение материалом. В качестве **замечаний** можно отметить следующее:

1. Фигурирующее в названии диссертации название объектов исследования (антиферромагнитные оксиды) представляется не совсем точным и, без дополнительных разъяснений, может ввести читателя в заблуждение, поскольку в строгом смысле слова исследованные кристаллы к оксидам не относятся.
2. Выбор объектов диссертационной работы представляется несколько произвольным: для выявления более общих закономерностей взаимодействия фононных и магнитных возбуждений, было бы логично использовать системы более приемственные в структурном отношении.

3. Недостаточно ясно описаны методы извлечения количественной информации из данных эксперимента; в частности, не объяснено, как получаются значения эффективных магнитных моментов из общей формулы закона Кюри (36) (в которой, не определен параметр χ_0) и их физический смысл. Не обсуждается также физический смысл «парамагнитной» температуры Кюри для антиферромагнетика. Эта неясность дополняется некоторыми видимыми противоречиями: на стр.70 положительная температура Кюри рассматривается как свидетельство преобладания ферромагнитных взаимодействий в парамагнитной фазе, а далее на стр.82 такая же температура интерпретируется в терминах антиферромагнитного обмена ионов никеля.

Сделанные мелкие замечания никак не влияют на общую – исключительно положительную – оценку работы.

Заключение

Диссертационная работа Просникова Михаила Алексеевича «Магнитная и решеточная динамика сложноструктурных антиферромагнитных оксидов $3d$ переходных металлов» полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 года (в ред. Постановлений Правительства Российской Федерации № № 335 от 21.04.2016, № 748 от 02.08.2016, № 650 от 24.09.2013 года), предъявляемым к кандидатским диссертациям. Публикации полностью отражают основные результаты работы, а содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации. Таким образом, автор диссертации, Просников Михаил Алексеевич, несомненно заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния».

Официальный оппонент,

Вед. н.с. Лаборатории оптики спина им. И. Н. Уральцева

Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет»,

Россия, Санкт-Петербург, 199034,

Университетская наб., д. 7/9, д. ф.-м. н.

ЗАПАССКИЙ Валерий Сергеевич

26 февраля 2019 г.

Почтовый адрес: 1952536 СПб, кл. Буренина д. 1 кв. 24

Телефон: 8 921 579 5751

e-mail: vzap@rambler.ru