

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Журенко Сергея Викторовича «ЯМР спектроскопия геликоидальных и холдейновских магнетиков», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - физика конденсированного состояния

Журенко Сергей Викторович, 1989 года рождения, закончил бакалавриат Физического факультет МГУ им. М.В. Ломоносова в 2018 году, защитив диплом бакалавра по теме «ЯМР спектроскопия бинарных фосфидов 3d-металлов». В 2020 году он закончил магистратуру Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, защитив магистерскую диссертацию по теме «Геликоидальная спиновая структура и сверхтонкие взаимодействия в фосфиде железа по данным ядерного магнитного резонанса». С 2018 года по настоящее время Журенко С.В. работает в Лаборатории ЯМР твердого тела Отделения физики твердого тела Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук в качестве высококвалифицированного научного сотрудника.

Диссертационная работа Журенко С.В. посвящена исследованию спиновой структуры и сверхтонких взаимодействий в основном состоянии нетривиальных типов магнитных систем – геликоидальных магнетиков FeP и соединений замещения на его основе, а также холдейновских цепочек со спином $S = 1$ на основе ионов V^{3+} методом спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Исследование гелимагнетиков $Fe(P_{1-x}As_x)$ ($x = 0, 0.1$) весьма актуально вследствие необычной несоизмеримой спиновой структуры спирального типа этих соединений в основном состоянии, детали и механизмы образования которой до сих пор до конца не выяснены. Кроме того, в двух соединениях этого структурного типа MnP и CrAs в 2016 г. была открыта сверхпроводимость при высоких давлениях. Топологические системы Халдейна со спином $S = 1$ характерны спин-сиглетным основным состоянием, отделенным энергетической щелью от спектра возбужденных состояний. Такие материалы представляют как значительный фундаментальный интерес для физики низкоразмерного магнетизма, так и для разработки функциональных материалов для спинтроники и квантовых вычислений.

В связи с этим исследование магнитной структуры гелимагнитных и холдейновских спиновых систем методом ЯМР спектроскопии, являющееся целью диссертационной работы Журенко С.В., представляется весьма актуальным и, несомненно, имеющим как фундаментальное, так и практическое значение.

В диссертационной работе Журенко С.В. измерены спектры ЯМР на различных частотах на ядрах ^{31}P поликристаллического образца FeP в парамагнитном и в гелимагнитном состоянии. Обнаружен спин-ориентационный переход в области полей 4 – 7 Тл, а также проведено теоретическое описание экспериментальных спектров в рамках разработанной автором феноменологической модели, подразумевающей фазовое разделение на зависящие от поля ориентированные и неориентированные объемные фракции. Кроме того, автором проведены ротационные эксперименты ЯМР на крупном монокристалле FeP в магнитоупорядоченном состоянии как до, так и после спин-ориентационного перехода и определены углы между плоскостями сверхтонких магнитных полей, наведённых на кристаллографически неэквивалентные пары позиций фосфора. Автором продемонстрировано, что все наблюдаемые спектры ^{31}P можно обработать в рамках модели двойной изотропной гармонической спирали магнитных моментов Fe в (ab) -плоскости, в соответствии с данными нейтронной дифракции.

Важным результатом диссертационной работы Журенко С.В. является установление холдейновского магнетизма в новых спиновых системах на основе ионов ванадия V^{3+} со спином $S = 1$ NH_4VPO_4 и $(en\text{H}_2)_{0.5}\text{VPO}_4\text{OH}$. Методом ЯМР на ядрах ^{31}P автору удалось точно определить величину холдейновской щели в поле 9 Тл в этих соединениях: $\Delta = 34.6$ и 48.4 К, соответственно. Анализируя скорости ядерной спин-решеточной релаксации, Журенко С.В. показал, что при понижении температуры ниже $T_{S-G} \approx 6-8$ К в системе $\text{NH}_4\text{VPO}_4\text{OH}$ и $3-4$ К в $(en\text{H}_2)_{0.5}\text{VPO}_4\text{OH}$ происходит формирование основного состояния типа спинового стекла за счет неспаренных спинов $S = 1/2$ на концах холдейновских цепочек.

Новизна полученных в диссертационной работе Журенко С.В. научных результатов определяется применением прецизионных методов ЯМР и ЯКР спектроскопии, обеспечивающих получение уникальной информации на микроскопическом уровне о спиновой структуре и сверхтонких взаимодействиях в исследуемых магнитных системах.

Все измерения, представленные в диссертации Журенко С.В., выполнены на высоком экспериментальном уровне с использованием техники низких температур и современных методик ЯМР спектроскопии, которые были успешно освоены и применены Журенко С.В. в данной работе. В ходе выполнения диссертационной работы Журенко С.В. был разработан и создан новый уникальный цифровой спектрометр ЯМР с параметрами, превышающими характеристики современных коммерческих спектрометров. Хорошая теоретическая подготовка и постоянное изучение научной литературы позволили ему успешно

освоить и применять на практике сложные методы математической обработки ЯМР спектров, что существенно повысило значимость полученных результатов и уровень диссертационной работы. Для диссертанта характерны большая научная активность и самостоятельность в работе, отличное знание современной экспериментальной аппаратуры и компьютерной техники, что и позволило успешно решить все поставленные в диссертационной работе задачи.

Достоверность выводов диссертационной работы подтверждается четырьмя публикациями автора в рецензируемых высокорейтинговых физических журналах, входящих в перечень, утвержденный ВАК РФ. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на семинарах в ФИАН и на многочисленных российских и международных конференциях. Журенко С.В. являлся исполнителем в нескольких грантах РФФИ, как российских, так и международных (РФФИ-БРИКС).

Все вышесказанное характеризует соискателя как сформировавшегося высококвалифицированного специалиста, способного к продуктивной самостоятельной научной работе, и как целеустремленного и трудолюбивого работника.

Диссертационная работа Журенко С.В. «ЯМР спектроскопия геликоидальных и холдейновских магнетиков» полностью соответствует всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней и представляет собой завершенную, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу.

Считаю, что Журенко С.В., несомненно, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

Научный руководитель:
профессор кафедры Физики низких температур и сверхпроводимости
Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук, профессор
Гиппиус Андрей Андреевич

13.12.2024

119991 Москва, Ленинские горы д.1с2
Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
тел.: +7 (495) 9392085
e-mail: gippius@mail.ru

Подпись Гиппиуса Андрея Андреевича заверяю,
И.о. декана Физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
профессор, д.ф.-м.н.
Белокуров Владимир Викторович