

Отзыв официального оппонента на диссертационную работу Журенко Сергея Викторовича «ЯМР спектроскопия геликоидальных и холдейновских магнетиков», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Диссертация С.В. Журенко посвящена экспериментальному исследованию трех экзотических магнетиков, FeP , $\text{NH}_4\text{VPO}_4\text{OH}$ и $(en\text{H}_2)_{0.5}\text{VPO}_4\text{OH}$ методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на ядрах ^{31}P . Первый магнетик является представителем семейства несоизмеримых гелимагнетиков с кристаллической структурой **V31**. Этот магнетик является интересным примером магнетика с фрустрированными взаимодействиями магнитных ионов. Два других являются магнетиками, в которых магнитные ионы V^{3+} ($S = 1$) благодаря кристаллографии этих соединений образуют слабо взаимодействующие цепочки спинов. Эти магнетики интересны, поскольку являются представителями квазиодномерных магнетиков, на которых можно экспериментально наблюдать магнитные состояния, характерные для одномерных магнитных цепочек целочисленных спинов (Холдейновских цепочек).

Актуальность работы не вызывает сомнения. Работа важна с точки зрения понимания статических и динамических свойств новых экзотических магнетиков. Работа актуальна и с прикладной точки зрения, поскольку магнетики с неколлинеарными спиновыми структурами на настоящее время интенсивно исследуются на предмет использования их в приборах на основе спинтроники. Помимо актуальности научных результатов работ С.В. Журенко нужно подчеркнуть его участие в создании ЯМР спектрометра для исследования концентрированных магнетиков с параметрами, соответствующими современным мировым стандартам. Что, безусловно, является актуальным и важным. Так, результаты первой части его кандидатской диссертации были получены частично в университете г. Аугсбурга, а второй – на новой установке, созданной в лаборатории в ФИАН.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Объем диссертации 178 страниц, включая 69 рисунков и 6 таблиц. Список литературы состоит из 236 наименований.

Во введении сформулированы: актуальность темы, цели и задачи работы, научная новизна и практическая значимость результатов диссертации. Представлены положения, выносимые на защиту, и сведения об апробации диссертационной работы.

Первая глава посвящена обзору работ, в которых изучались свойства геликоидальных и холдейновских магнетиков, исследованных разными экспериментальными и теоретическими методами. Описаны структурные и магнитные свойства исследованных автором магнетиков, полученные другими исследователями.

Вторая глава посвящена подробному описанию методики ЯМР эксперимента – получению спектров ЯМР и релаксационных параметров.

В третьей главе описано проведенное исследование магнитных свойств геликоидального магнетика FeP. Исследования проводились на порошковых и монокристаллических образцах.

Исследованы свойства образцов с частичным замещением фосфора мышьяком.

Исследования проводились в магнитных полях, малых по сравнению с полем насыщения, что позволило провести моделирование магнитной структуры в рамках простой геликоидальной структуры, ориентация которой меняется при приложении внешнего поля. Результаты моделирования спектров порошковых и монокристаллических образцов находятся в соответствии друг с другом. Получены интересные особенности полевой эволюции магнитной структуры в образцах с частичным замещением ионов фосфора мышьяком.

В четвертой главе обсуждаются результаты исследований новых металлорганических соединений, магнитные ионы ванадия в которых составляют слабо взаимодействующие цепочки спинов $S = 1$. Измерение сдвига ЯМР на ядрах ^{31}P в зависимости от температуры позволило установить, что магнитное состояние хорошо описывается теорией Холдейна для одномерного случая. Следует отметить, что этот ключевой результат удалось получить только благодаря тому, что метод ЯМР – локальный, и поэтому вклад в восприимчивость от магнитных дефектов в этом методе не существен. В этой же главе описаны динамические свойства этих новых холдейновских магнетиков.

В заключении содержится описание основных результатов работы. Также приведён список литературы.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и полностью отражает ее структуру.

Диссертационная работа выполнена на компетентном научном уровне. Полученные в работе результаты, безусловно, содержат новизну. Основные результаты, представленные в диссертации, опубликованы в авторитетных

журналах и докладывались на международных и всероссийских конференциях. В связи с этим достоверность и обоснованность результатов не вызывает сомнений. Изложенные в диссертации результаты отличаются новизной и оригинальностью.

Тем не менее, необходимо отметить ряд недостатков данной диссертации.

1. В работе часто используются обозначения, расшифровку которых можно обнаружить только через много страниц текста. (Например «UV-диаграмма» (стр. 6). Некоторые обозначения не объясняются вовсе. Читателю приходится обращаться к обсуждаемым первоисточникам. Например, AFM_{1,2,3} на стр. 30. Или J_{1,4} J_{4,1} в подписи на рис. 1.14. Перечень далеко не полный.
2. С чем связано утверждение Автора (стр. 47): «Несмотря на свою информативность, исследования магнитных структур методом ЯМР, особенно ЯМР в нулевом поле и ЯКР крайне редки из-за высокой стоимости и трудоемкости данных методик»?
3. Есть рисунки, подписи к которым не полные. Например, рис. 2.7 на стр. 89 не содержит название магнетика, на котором был измерен спектр.
4. Ссылки на работы в тексте диссертации имеют три разных стандарта. Например, см. ссылки на стр. 109, рис. 3.17, стр. 132.
5. Что имеет в виду Автор, утверждая, что в гелимагнитном MnP спиральная спиновая структура трансформируется в FAN-структуру во внешнем поле от 0.3 до 4.5 Тл, в зависимости от ориентации?
6. В диссертации присутствуют плохо сформулированные утверждения. Например, стр. 26: «Результаты рентгеновских исследований (рис. 1.5) подтвердили высочайшее качество исследуемых в данной работе образцов». Я полагал, что по результатам метода Лауэ можно судить об отсутствии или наличии блоков и двойников, а для исследования качества образцов обычно используют другие методики.

Представленная диссертационная работа Журенко Сергея Викторовича является законченной научно-квалификационной работой, демонстрирующей актуальность и научную новизну. Содержание диссертационной работы соответствует поставленным задачам и приводит логичное и последовательное их решение. Автореферат полностью соответствует диссертационной работе: цель, задачи исследования, положения, выносимые на защиту, актуальность, научная новизна. Работа соответствует пунктам 3-6 Паспорта специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук – критериям 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а её автор Журенко Сергей Викторович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Автор отзыва согласен на обработку персональных данных.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт физических проблем
им. П.Л. Капицы
Российской академии наук

Свистов Леонид Евгеньевич

«24» марта 2025 года

119334, г. Москва,
ул. Косыгина, д. 2
e-mail: svistov@kapitza.ras.ru
тел.: +7(499)1370998

Список основных работ по теме защищаемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15)

1. Треугольный антиферромагнетик $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ с замещением немагнитных ионов Т.А. Солдатов, Ю.А. Сахратов, Л.Е. Свистов, А.И. Смирнов *ЖЭТФ* **158**(1), 75 (2020) DOI: 10.31857/S004445102007007X

2. Dynamics of the multiferroic LiCuVO_4 influenced by electric field S.K. Gotovko, V.I. Marchenko, A. Prokofiev, L.E. Svistov *Phys. Rev.* **B104**, 214415 (2021) DOI: 10.1103/PhysRevB.104.214415

3. High-field magnetic structure of the triangular antiferromagnet $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ Yu.A. Sakhratov, O. Prokhnenko, A.Ya. Shapiro, H.D. Zhou, L.E. Svistov, A.P. Reyes, and O.A. Petrenko *Physical Review* **B105**(1), 014431 (2022) DOI: 10.1103/PhysRevB.105.014431

4. Стабилизированные полем магнитные фазы в треугольном $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ Ю.А. Сахратов, Л.Е. Свистов, А.П. Рейес *ЖЭТФ* **164**(10), 607 (2023) DOI: 10.31857/S0044451023100139

5. Magnetic properties of LiCu_3O_3 : A quasi-two-dimensional antiferromagnet on a depleted square lattice A.A. Bush, S.K. Gotovko, V.Yu. Ivanov, V.I. Kozlov, E.G. Nikolaev, and L.E. Svistov *Phys. Rev.* **B109**, 115151 (2024) DOI: 10.1103/PhysRevB.109.115151