



**XXI Всероссийская конференция**

**ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ  
ТВЁРДОГО ТЕЛА  
И ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ**

**Сочи, пансионат «Буревестник»  
23 сентября – 2 октября 2022 г.**

**ТЕЗИСЫ**

Министерство науки и высшего образования РФ  
Институт физики высоких давлений им. Л. Ф. Верещагина РАН  
Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН  
Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова

XXI Всероссийская конференция  
«Проблемы физики твердого тела  
и высоких давлений»

г. Сочи, пансионат «Буревестник»  
23 сентября – 2 октября 2022 г.

ТЕЗИСЫ

Москва, ФИАН 2022

УДК 538.9(043.2)  
ББК В37я431 + В367.1я431

Главный редактор В. Н. Рыжов д.ф.-м.н. (ИФВД РАН)  
Ответственный редактор В. Е. Анкудинов к.ф.-м.н. (ИФВД РАН)

**Редакционная коллегия:** В. В. Бражкин, академик РАН, д.ф.-м.н. (ИФВД РАН); П. И. Арсеев, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. (ФИАН); А. А. Федянин, д.ф.-м.н., проректор (МГУ им. М. В. Ломоносова); В. Е. Антонов, д.ф.-м.н. (ИФТТ РАН); М. М. Глазов, чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. (ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН); С. В. Демишев, д.ф.-м.н. (ИОФ РАН); Е. Н. Циок, к.ф.-м.н. (ИФВД РАН)

Проблемы физики твердого тела и высоких давлений:  
К26 Тезисы XXI Всероссийской конференции, г. Сочи, пансионат «Буревестник», 23 сентября – 2 октября 2022 г. – Москва–Сочи: Изд-во ФИАН, 2022. – 167 с.

Problems of solid state physics and high pressure science:  
Abstracts of the XXI All-Russian Conference, Sochi, “Burevestnik” pension, September, 23 – October, 2, 2022. – Moscow–Sochi: LPI RAS Publ., 2022. – 167 p.

**ISBN 978-5-902622-45-1**

XXI Всероссийская конференция «Проблемы физики твердого тела и высоких давлений» продолжает регулярную серию школ, которые проводились Институтом физики высоких давлений РАН каждые два года, начиная с 1989 г. С 2015 года Школа-конференция проводится ежегодно совместно с Физическим институтом РАН. В данный сборник входят как тезисы лекций приглашенных лекторов, так и тезисы оригинальных докладов молодых участников.

**ISBN 978-5-902622-45-1**

УДК 538.9(043.2)  
ББК В37я431 + В367.1я431

© Коллектив авторов, 2022  
© ФИАН, 2022

ортогональными парами катушек: двумя парами горизонтальных и одной парой вертикальных катушек.

Серия экспериментов включала в себя наблюдение и регистрацию данных о структуре коллоидных систем при последовательном изменении значения магнитуды и угла прецессии магнитной индукции (Рис.1). Угол прецессии задавался соотношением между значениями силы тока на вертикальных и горизонтальных катушках. В ходе исследования были проведены эксперименты для следующих значений угла прецессии вектора магнитной индукции:  $90^\circ$ ;  $79,2^\circ$ ;  $72,3^\circ$  и  $63,5^\circ$ .

В результате работы были построены фазовые диаграммы для коллоидных систем во вращающемся коническом поле при различных углах прецессии вектора магнитной индукции. На Рис. 2 показана фазовая диаграмма для коллоидной системы при угле прецессии вектора магнитной индукции  $63,5^\circ$ .

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-12-00092 и при инфраструктурной поддержке МГТУ им. Н.Э. Баумана.

#### Литература

1. E.V. Yakovlev et al., J. Phys.: Conf. Ser., **1135**, 012039, **2018**
2. E.V. Yakovlev et al., J. Colloid Interface Sci., **608**, 1, **2022**
3. E.V. Yakovlev et al., Sci. Rep., **7**, 13727, **2017**
4. Li, D. D. et al., Comput. Part. Mech, **9**, 2, 315-333, **2022**
5. Klapp S. H. L., Curr. Opin. Colloid Interface Sci., **21**, 76–85, **2016**
6. Du, D. et al, Soft Matter **13**, 8, 1548-1553, **2017**
7. Ryzhov V. N. et al., Phys.-Uspekhi., **60**, 9, 857, **2017**

### **МАЙОРАНОВКИЕ УГЛОВЫЕ МОДЫ В ДВУМЕРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКАХ С КУЛОНОВСКИМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ**

Аксенов С. В., Злотников А.О., Федосеев А. Д., Шустин М. С.  
*Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения  
Российской академии наук, ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск*  
*mshustin@yandex.ru*

Одним из актуальных направлений физики конденсированного состояния является изучение низкоразмерных топологических

сверхпроводников и поиск в них майорановских мод [1]. Такие состояния локализуются на структурных или топологических дефектах материалов и являются устойчивыми по отношению к внешним локальным возмущениям. В данном отношении двумерные топологически сверхпроводники высокого порядка (ТСВП) представляют в настоящее время особенный интерес. Для них локализация майорановских состояний в реальном пространстве реализуется на углах системы с открытыми границами, формируя т.н. майорановские угловые моды (МУМ) Более того, в энергетическом пространстве такие моды отделены существенной щелью, величина которой определяется внутренними взаимодействиями системы. Описанные особенности определяют перспективу использования состояний с МУМ в качестве кубитов, для которых возможна реализация операций «плетения» волновых функций [2].

В настоящее время предложенные механизмы реализации МУМ основывались на моделях, в которых пренебрегалось кулоновским взаимодействием электронов [3]. Между тем, в реальных материалах такое взаимодействие всегда присутствует и его наличие может приводить к изменению топологических состояний и даже появлению новых топологических классов в системе [4]. Поэтому анализ эффектов влияния межэлектронных взаимодействий на условия реализации МУМ в ТСВП в настоящее время представляет интерес.

Мы исследовали модификацию условий возникновения возбуждений майорановского типа в ТСВП при учете в последних локальных кулоновских взаимодействий. Микроскопическое описание ТСВП проводилось в рамках обобщения двухзонной модели на квадратной решетке [5], в которой дополнительно учитывалось орбитальное расщепление одноионных уровней ( $\Delta\varepsilon$ ), хаббардовское ( $U$ ) и межузельное ( $V$ ) отталкивание электронов:

$$H = H_0 + H_1 ;$$

$$H_0 = \sum_{\substack{f\eta=A,B \\ \sigma=\uparrow,\downarrow}} (-\mu + \eta\Delta\varepsilon) c_{f\eta\sigma}^+ c_{f\eta\sigma} + U \sum_{f,\eta=A,B} n_{f\eta\uparrow} n_{f\eta\downarrow} + V \sum_{f,\sigma\sigma'=\uparrow,\downarrow} n_{fA\sigma} n_{fB\sigma'},$$

$$H_1 = \sum_{\langle fm \rangle_x \sigma \eta} t_x \eta c_{f\eta\sigma}^+ c_{m\eta\sigma} + \sum_{\langle fm \rangle_y \sigma \eta} t_y \eta c_{f\eta\sigma}^+ c_{m\eta\sigma} + \\ + i\alpha \sum_{\substack{\langle fm \rangle \\ \eta\eta'\sigma\sigma'}} \left( \vec{\sigma}^{\sigma\sigma'} \times \vec{d}_{fm} \right)_z c_{f\eta\sigma}^+ c_{m\eta'\sigma'} + \sum_{\langle fm \rangle} \Delta_1 c_{f\eta\uparrow}^+ c_{m\eta\downarrow}^+ + h.c.,$$

Для такой системы в обобщенном приближении среднего поля получены выражения, позволяющие описывать формирование краевых состояний в несверхпроводящем случае. Затем, путем расчета матричных элементов от слагаемых гамильтониана, описывающих сверхпроводимость, на базе таких состояний найдена зависимость эффективной (дираковской) массы квазичастиц и построена топологическая фазовая диаграмма. Это позволило на полуаналитическом уровне описать влияние кулоновского взаимодействия на условия формирования МУМ в системе. Показано, что учет кулоновских взаимодействий на среднеполевом уровне приводит к ренормировкам энергетических параметров гамильтониана (1), а также к индуцированию эффективных компонент магнитного поля, поперечных оси квантования. Последние модифицируют топологическую фазовую диаграмму лишь посредством изменения актуальных компонент квазиимпульса краевых мод для системы без сверхпроводимости.

Результаты получены при поддержке РФФ № 22-22-20076.

#### Литература

1. V.V. Val'kov, M.S. Shustin, S.V. Aksenov, A.O. Zlotnikov, A.D. Fedoseev, V.A. Mitskan and M.Yu. Kagan, Phys. Usp. **65**, 2, **2022**
2. W.A. Benalcazar, B.A. Bernevig, T.L. Hughes. Science **357**, 61, **2017**
3. A.O. Zlotnikov, M.S. Shustin, A.D. Fedoseev. J. Sup. Nov. Mag. **34**, 3053, **2021**
4. K. Kudo K., T. Yoshida, Y. Hatsugai. Phys. Rev. Lett. **123**, 196402, **2019**
5. Q. Wang, C.-C. Liu, Y.-M. Lu and F. Zhang, Phys. Rev. Lett. **121**, 186801, **2018**

### **ВЛИЯНИЯ ГОСТЕВЫХ МОЛЕКУЛ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ГИДРАТА С КОНФИГУРАЦИЕЙ SI**

Юнусов М.Б.<sup>1,a</sup>, Хуснутдинов Р.М.<sup>1,2,b</sup>

<sup>1</sup> *Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт физики, кафедра вычислительной физики, Россия*

<sup>2</sup> *Удмуртский федеральный научный центр УрО РАН, Россия*

*<sup>a</sup>mukhamadbek@mail.ru, <sup>b</sup>khrm@mail.ru*

Природные газогидраты вызывают неподдельный интерес среди исследователей, это связано: во-первых, с использованием гидратов в