ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.024.01 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ФАНО, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 апреля 2015 г. № 6

О присуждении Махалову Василию Борисовичу, гражданину России, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Приготовление и диагностика двумерного ферми-газа атомов» по специальности 01.04.21 – лазерная физика принята к защите 30.01.2015, протокол № 4 диссертационным советом Д 003.024.01 на базе ФГБУН Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук, ФАНО, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 13/3, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Махалов Василий Борисович, 1985 г. рождения, в 2008 году окончил ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского», в 2011 году закончил аспирантуру ФГБУН Института прикладной физики Российской академии наук, ФАНО, работает младшим научным сотрудником в ФГБУН Институт прикладной физики Российской академии наук, ФАНО.

Диссертация выполнена в Лаборатории нелинейных процессов в плазме и вырожденных квантовых газах Отдела нелинейной электродинамики Отделения физики плазмы и электроники больших мощностей ФГБУН Института прикладной физики Российской академии наук, ФАНО.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Турлапов Андрей Вадимович, ФГБУН Институт прикладной физики Российской академии наук, Отделение физики плазмы и электроники больших мощностей, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Тайченачев Алексей Владимирович, доктор физико-математических наук,

старший научный сотрудник, ФГБУН Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук, заместитель директора по научной работе;
Чаповский Павел Львович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория нелинейной спектроскопии газов, главный научный сотрудник,
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Куприяновым Дмитрием Васильевичем, доктором физико-математических наук, заведующим кафедрой «Теоретическая физика» и Соколовым Игорем Михайловичем, доктором физико-математических наук, профессором кафедры «Теоретическая физика», указала, что диссертационная работа представляет собой важный шаг в направлении исследования макроскопических квантовых состояний материи и является актуальным научным исследованием в области физики холодных атомов, результаты, полученные в диссертации, надёжно обоснованы, диссертация удовлетворяет всем необходимым требованиям ВАК, а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе 5 работ по теме диссертации, 4 работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Работы представляют собой статьи в рецензируемых журналах, авторский вклад Махалова В.Б. равнозначен вкладу соавторов, в некоторых работах вклад отмечен первым местом в списке авторов. Наиболее значительные работы:

1. Мартьянов К.А., Махалов В.Б., Турлапов А.В. Наблюдение вырожденного ферми-газа, пленённого стоячей электромагнитной волной // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2010. апр. Т. 91, С. 401-404.
2. Martiyanov K., Makhalov V., Turlapov A. Observation of a two-dimensional Fermi-gas of atoms // Physical Review Letters. 2010. Vol. 105, no. 3. p. 030404(7).
3. Makhalov V., Martiyanov K., Turlapov A. Ground-state pressure of quasi-2D Fermi and Bose gases // Physical Review Letters. 2014. Vol. 112. p. 045301(11).

4. Makhalov V., Martiyanov K., Barmashova T., Turlapov A. Precision measurement of a trapping potential for an ultracold gas // Physics Letters A. Published online 29 Nov. 2014. DOI: 10.1016/j.physleta.2014.10.049. [6 стр].

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от д.ф.-м.н. Алоджанца А.П., ВлГУ им. Столетовых, профессора; д.ф.-м.н., профессора, Пранца С.В., ТОИ ДВО РАН, зав. лабораторией и к.ф.-м.н. Макарова Д.В., ТОИ ДВО РАН, с.н.с; д.ф.-м.н., доцента, Кобцева С.М., НГУ, зав. отделом. Все отзывы положительные. В отзывах присутствуют критические замечания. От Алоджанца А.П. замечание по формату автореферата о слишком объёмном списке литературы и замечание о необходимости уточнить используемую терминологию в контексте разговора о возмущении системы во время диагностики и о том, как соотносится утверждение о слабом возмущении квантовой системы с общепринятым представлением о невозмущающем измерении над квантовомеханической системой; от Пранца С.В. и Макарова Д.В. замечание о том, что отсутствие учёта хаотической динамики при моделировании параметрического возбуждения атомного газа, удерживаемого в ловушке, может снижать точность этого моделирования; в отзыве Кобцева С.М. критические замечания отсутствуют. В отзывах отмечается актуальность темы диссертационной работы, высокий профессиональный уровень её выполнения, новизна результатов, отмечается, что автореферат в полной мере соответствует диссертации и отражает её содержание, а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области лазерного охлаждения, атомной физики, нелинейной оптики, лазерной физики и спектроскопии, известностью своих достижений в этих областях, наличием публикаций по указанной тематике, а также их способностью оценить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- создана первая в стране установка по приготовлению квантово-вырожденного атомного газа, достигнута рекордная в стране температура 18 нК;
- разработан и экспериментально реализован метод приготовления двумерного

ферми-газа атомов;

- разработан и экспериментально реализован метод измерения температуры двумерного ферми-газа атомов;

- предложен и экспериментально реализован прецизионный метод измерения параметров потенциала, удерживающего атомы. Для повышения точности измерения метод использует ангармонизм потенциала, считавшийся ранее нежелательным эффектом;

- создана оптическая система, позволяющая осуществлять прямое измерение распределения плотности двумерного атомного газа с разрешением 1,1 мкм;

- показана необходимость и предложена модель учёта коллективных эффектов при поглощении света облаком атомов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказаны следующие положения:

- двумерный газ, соответствующий базовым положениям теории Ферми и Дирака, - реально существующий физический объект, доступный в эксперименте;

- ангармонизм, присущий оптическим дипольным ловушкам, ранее считавшийся нежелательным эффектом, может быть использован для прецизионных измерений параметров ловушек;

- при взаимодействии газа атомов с резонансным излучением коллективные эффекты наблюдаются даже в средах с малой оптической плотностью и должны учитываться в прецизионных измерениях.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

- использованы методы лазерного охлаждения и диагностики вещества, методы спектроскопии, теория распространения света, теория квантовых газов;

- изложены методики достижения двумерности атомных ферми-систем;

- изучено влияние температуры на форму профиля двумерного ферми-газа в гармоническом потенциале;

- изучены особенности построения изображения с высоким разрешением атомного газа, удерживаемого в одномерной оптической решетке, при фотографировании в когерентном свете;

- изучено влияние ангармонизма на точность измерения параметров потенциала

при параметрическом возбуждении;

- изучено влияние коллективных эффектов на поглощение резонансного излучения в облаке атомного газа.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- создана установка по приготовлению квантово-вырожденных атомных газов и получена рекордная в стране температура 18 нК;
- разработан и внедрен метод создания двумерного ферми-газа атомов в одномерной оптической решетке;
- разработан и внедрен метод прецизионного измерения формы оптической ловушки для атомов;
- разработан и внедрен метод измерения температуры двумерного ферми-газа атомов на основе анализа формы распределения профиля плотности атомного газа в ловушке;
- разработана и создана оптическая система высокого разрешения, позволяющая прямое наблюдение распределения плотности атомного газа, удерживаемого в оптической дипольной ловушке;
- определены факторы, влияющие на точность измерения плотности атомного газа при поглощении падающего на него резонансного излучения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: продемонстрирована воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

экспериментальные результаты согласуются с численными расчетами в тех режимах, где существуют надёжно обоснованные теоретические методы и модели.

Новизна научных результатов, полученных в диссертации, подтверждается приоритетными публикациями в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, цитируемостью публикаций, докладами на российских и зарубежных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в создании экспериментальной установки для изучения ферми- и бозе-газов при сверхнизких температурах. Соискателю принадлежит основная роль в создании оптической системы инфракрасного диапазона, необходимой для получения консервативных

потенциалов для удержания атомного газа и ограничения его размерности. Эта система сыграла ключевую роль в эксперименте по получению первого в мире двумерного ферми-газа. Соискателем предложен метод для обнаружения изменения энергии движения частиц вдоль луча зрения. Этот метод стал необходимой частью методики определения параметров ловушки по параметрическом вводу энергии. В ходе тщательного анализа данных по измерению характеристик ферми- и бозе-газов соискатель обнаружил эффект коллективного взаимодействия разреженного облака частиц со светом. Соискатель установил, что эффект может объясняться лишь двумя феноменологическими моделями или их комбинацией, и нашёл численные параметры этих моделей. Таким образом, соискатель лично участвовал во всех этапах исследования: подготовке и проведении эксперимента, подготовке публикаций.

На заседании 17.04.2015 г. диссертационный совет принял решение присудить В.Б. Махалову учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: за 18, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного
совета Д 003.024.01, академик РАН Багаев Сергей Николаевич

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 003.024.01, к.ф.-м.н. Никулин Николай Георгиевич

17.04.2015 г.

М.П.