

## **ОТЗЫВ**

**на автореферат диссертации Махалова Василия Борисовича  
"Приготовление и диагностика двумерного ферми-газа атомов"  
представленной на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.21 – лазерная физика.**

Диссертация В.Б. Махалова посвящена одному из наиболее горячих направлений современной физики, а именно созданию и исследованию ультрахолодных квантовых газов. Интерес к квантовым газам во многом связан с тем, что они представляют из себя очень удобный полигон для изучения фундаментальных законов физики твердого тела, которые в силу объективных причин достаточно затруднительно исследовать в экспериментах с твердым телом. Среди физических эффектов, которые могут изучаться с помощью квантовых газов, можно отметить квантовый эффект Холла, образование фермионов Майорана и состояний Ефимова, локализацию Андерсона, переход Березинского-Костерлица-Таулесса, и многие другие. Таким образом, актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

В представленной работе соискателем с помощью оптической решетки с высокой амплитудой был получен двумерный газ фермионных атомов, а также проведено исследование его основных физических свойств. Среди полученных результатов следует особо выделить обнаружение следов коллективных эффектов в разреженном ферми-газе, что заставляет пересмотреть ряд положений теории рассеяния света атомными пучками.

Работа выполнена на исключительно высоком уровне, что весьма наглядно подтверждается уровнем публикаций, среди которых две статьи в *Physical Review Letters*, а также статьи в *Письмах в ЖЭТФ* и *Physics Letters A*. Заслуживает особого внимания исключительная педантичность соискателя при анализе всевозможных сопутствующих факторов, оказывающих влияние на результаты эксперимента. Кроме того, следует отметить довольно высокий уровень теоретической подготовки соискателя, что становится особенно заметным при ознакомлении с полным текстом диссертации. Автореферат достаточно приятен для чтения, при этом автор проявляет высокий уровень научной эрудиции.

Возможные замечания к работе касаются 4 главы диссертации. В ней представлен метод измерения частот оптической ловушки, в котором ангармонизм колебаний атома играет положительную роль. К сожалению, в автореферате этот метод изложен недостаточно ясно, поэтому за разъяснениями пришлось обратиться к полному тексту диссертации. Действительно, при периодической модуляции глубины оптического потенциала возникает

нелинейный резонанс, амплитуда которого немонотонно зависит от частоты модуляции. Вместе с тем, подход, использованный соискателем, представляется несколько грубоватым, поскольку он не учитывает структуру фазового пространства уравнений движения для атомов. Скажем, при наличии в фазовом пространстве перекрывающихся хаотических слоев возможно появление режима стохастического ускорения. Если это так, оценки, основанные на численном моделировании расплывания атомного облака могут оказаться недостаточно точными. Такие хаотические слои могут быть выявлены с помощью отображения Пуанкаре. Далее, то обстоятельство, что для получения надежной оценки в работе потребовалось достаточно большое количество траекторий, может указывать на присутствие тонкоструктурных особенностей фазового пространства, таких как, например, вторичные резонансы. Между тем, влияние таких особенностей на атомный транспорт может быть существенно ослаблено даже малыми квантовыми поправками к классической картине.

Указанные замечания ни в коей мере не снижают ценность представленной работы. Диссертация Махалова В.Б. отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор безусловно заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Заведующий лабораторией  
нелинейных динамических систем  
ТОИ ДВО РАН,  
д.ф.-м.н., профессор

С.В. Пранц

Адрес: 690041, Владивосток,  
ул. Балтийская 43  
Телефон: (423)2312602  
e-mail: prants@poi.dvo.ru

ведущий научный сотрудник  
ТОИ ДВО РАН  
к.ф.-м.н.

Д.В. Макаров

Адрес: 690041, Владивосток,  
ул. Балтийская 43  
Телефон: (423)2313081  
e-mail: makarov@poi.dvo.ru

Подписи С.В. Пранца и Д.В. Макарова заверяю  
ученый секретарь ТОИ ДВО РАН  
к.г.н.



Н.И. Савельева