

Заключение

диссертационного совета Д 212.141.17, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 октября 2019 г. № 21

О присуждении Крючкову Никите Павловичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Элементарные возбуждения и термодинамика простых жидкостей с модельными межчастичными потенциалами взаимодействия» по специальности 01.04.07 — Физика конденсированного состояния принята к защите 03.07.2019 г. (протокол заседания № 13) диссертационным советом Д 212.141.17, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации, 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Крючков Никита Павлович, 1992 года рождения.

В 2015 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», в настоящее время соискатель осваивает программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный иссле-

довательский университет)» по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Диссертация выполнена на кафедре физики научно–учебного комплекса «Фундаментальные науки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель — кандидат физико-математических наук Юрченко Станислав Олегович, ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», доцент кафедры физики научно-учебного комплекса «Фундаментальные науки».

Официальные оппоненты:

Галенко Петр Константинович – доктор физико-математических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», ведущий научный сотрудник лаборатории многомасштабного математического моделирования;

Хуснутдинов Рамиль Миннегаязович – кандидат физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», доцент кафедры вычислительной физики и моделирования физических процессов;

дали положительные отзывы на диссертацию.

В то же время официальные оппоненты сделали ряд критических замечаний, на которые соискатель ученой степени Крючков Н.П. дал убедительные разъяснения.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук (Ioffe Institute), Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанным Аверкиевым Никитой Сергеевичем, доктором физико-математических наук, профессором, председателем научного семинара сектора «Теории оптических и электронных явлений в полупроводниках», и утвержденным заместителем директора, доктором физико-математических наук Брунковым Павлом Николаевичем, указала, что диссертационная работа Крючко-

ва Н.П. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, в которой решена актуальная научная задача физики конденсированного состояния – разработка новых подходов к анализу спектров элементарных возбуждений в простых жидкостях и экспериментах с кинетическим уровнем разрешения. Предложенный Крючковым Н.П. метод анализа мод в жидкостях с учетом эффектов ангармонизма вместе с разработанной теорией антикроссинга мод в жидкостях обладают фундаментальной значимостью, поскольку позволяют анализировать спектры элементарных возбуждений в жидкостях в широком диапазоне параметров состояния, в том числе вдали от линии плавления. Полученные результаты исследования систем с невзаимными парными взаимодействиями открывают новые перспективы для понимания динамики открытых неравновесных многочастичных систем.

Критические замечания, высказанные в отзыве ведущей организации, Крючков Н.П. подробно прокомментировал.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 15 работ, все в журналах, индексируемых в международной базе Scopus. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации 9,87 п.л., из которых 4,935 п.л. принадлежат лично соискателю. Требования п.п. 11 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемые к публикации основных научных результатов диссертации, выполняются. Требования, установленные п. 14 действующего Положения о присуждении ученых степеней, соблюдаются. Сведения об опубликованных работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Thermoacoustic instability in two-dimensional fluid complex plasmas / N.P. Kryuchkov [et al.] // Phys. Rev. Lett. 2018. Aug. Vol. 121. P. 075003.
2. Dissipative phase transitions in systems with nonreciprocal effective interactions / N. P. Kryuchkov [et al.] // Soft Matter. 2018. Vol. 14, no. 47. P. 9720–9729.
3. Thermodynamics of two-dimensional Yukawa systems across coupling regimes

/ N. P. Kryuchkov [et al.] // The Journal of Chemical Physics. 2017. Vol. 146, no. 13. P. 134702.

4. Complex crystalline structures in a two-dimensional core-softened system / N.P. Kryuchkov [et al.] // Soft Matter. 2018. Vol. 14. P. 2152–2162.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: **Арсеева П.И.**, доктора физико-математических наук, чл.-корр. РАН, главного научного сотрудника Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма ФГБУН «Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН»; **Некрасова И.А.**, доктора физико-математических наук, чл.-корр. РАН, главного научного сотрудника Лаборатории теоретической физики ФГБУН «Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук»; **Глазова М.М.**, доктора физико-математических наук, чл.-корр. РАН, ведущего научного сотрудника ФГБУН «Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН»; **Александрова Д.В.**, доктора физико-математических наук, профессора кафедры теоретической и математической физики ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»; **Рыльцева Р.Е.**, кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника лаборатории аналитической химии ФГБУН «Институт металлургии УрО РАН».

Все отзывы положительные. В качестве замечаний отмечено, что в рамках автореферата остается неясным, какой фактор является определяющим в эффекте антипересечения продольных и поперечных мод колебаний жидкости – ангармонизм колебаний или наличие ближнего порядка (Глазов М.М.). В автореферате не указана симметрия кристаллической решетки, соответствующая области твердого состояния на фазовых диаграммах Рис.3, не приведены подробности расчета данных диаграмм на основе методов молекулярной динамики и Монте-Карло (Рыльцев Р.Е.).

На все критические вопросы, содержащиеся в отзывах на автореферат диссертации, Крючков Н.П. дал аргументированные ответы.

В отзывах сделан вывод о том, что диссертация Крючкова Никиты Павловича отвечает требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени канди-

дата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается строгим соответствием направлений научных исследований, выполняемых оппонентами и реализуемых в ведущей организации, тематике представленной диссертационной работы, наличием публикаций в соответствующей области исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана теоретическая модель, описывающая явление антикроссинга в простых жидкостях;

предложены: новый подход к анализу спектров элементарных возбуждений в простых жидкостях, позволяющий не только учесть эффекты сильного ангармонизма, но и антикроссинг продольных и поперечных мод; балансовый подход, позволяющий рассчитывать структуру стационарных состояний в системах с невязимными взаимодействиями; простая модель взаимодействий пылевых частиц в комплексной (пылевой) плазме с учетом плазменных следов, позволяющая выполнять моделирование жидкого состояния методом молекулярной динамики;

доказано, что: в коротковолновом пределе наблюдается возврат к режиму индивидуальной динамики отдельных частиц, при котором интенсивность продольных и поперечных мод определяется максвелловскими распределениями скоростей частиц; в системах с определенным типом невязимных взаимодействий может существовать интеграл движения с размерностью энергии;

введена классификация типов парных невязимных взаимодействий в системах с эффективными взаимодействиями.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что предложенный метод анализа мод в жидкостях с учетом эффектов ангармонизма и антикроссинга продольных и поперечных мод в простых жидкостях позволяет изучать структуру спектров элементарных возбуждений вдали от линии плавления; в системах с невязимными взаимодействиями могут

наблюдаться диссипативные фазовые переходы;
применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы современные методы статистической физики, физики конденсированного состояния, химической физики, физики мягкой материи и компьютерного моделирования;

изложена теория антикроссинга продольных и поперечных мод в простых жидкостях;

раскрыты критерии, отвечающие за существование интеграла движения с размерностью энергии в системах с невзаимными взаимодействиями;

изучены: структура спектров элементарных возбуждений в жидкостях с взаимодействием Леннарда-Джонса и обратно степенной зависимостью отталкивания в широком диапазоне параметров состояния; роль мягкости отталкивания в структуре фазовых диаграмм двумерных систем частиц с отталкивающим взаимодействием Дебая-Хюккеля и управляемым изотропным дипольным притяжением;

проведена модернизация методики моделирования систем комплексной (пылевой) плазмы в земных условиях на основе методов молекулярной динамики.

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

разработаны балансовый подход для теоретического поиска стационарных состояний многочастичных диссипативных систем с невзаимными взаимодействиями, позволяющий выполнять построение диссипативных фазовых диаграмм таких систем с существенно более низкими вычислительными затратами, чем при расчете на основе моделирования методом молекулярной динамики; новая модель парных взаимодействий в системах комплексной (пылевой) плазмы, позволяющая проводить моделирование методом молекулярной динамики в широком диапазоне значений параметров состояния;

определены границы применимости различных подходов к анализу спектров элементарных возбуждений в простых жидкостях, в том числе подхода,

предложенного в диссертации;

представлены результаты измерения размеров области неустойчивости поперечных мод (в обратном пространстве) в простых жидкостях в широком диапазоне параметров состояния; результаты расчетов термодинамических свойств двумерных систем Дебая-Хюккеля в широком диапазоне параметров состояния; фазовые диаграммы двумерных систем с отталкиванием Дебая-Хюккеля и регулируемым изотропным дипольным притяжением.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теории построены на основе корректного использования методов физики конденсированного состояния и методов вычислительной физики;

идеи базируются на анализе и обобщении большого объема литературных данных;

использовано сравнение полученных результатов с ранее известными, полученными на основе различных подходов (включая теоретические и экспериментальные) и представленными в литературе;

установлено количественное и качественное совпадение результатов расчетов с известными данными в тех областях значений параметров состояния, для которых они ранее были получены на основе компьютерного моделирования или экспериментов другими независимыми исследователями (Бражкин В.В., Фомин Ю.Д., Храпак С.А., Ивлев А.В., Hamaguchi S., Hartmann P., Golden K.I.);

использованы современные подходы к моделированию методом молекулярной динамики и к пост-обработке результатов расчетов и экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в: подготовке и последующем проведении расчетов методом молекулярной динамики; пост-обработке результатов моделирования методом молекулярной динамики; частичной пост-обработке экспериментальных результатов; участии в разработке теоретических моделей и сопоставлении результатов теории, моделирования и экспериментов; анализе и интерпретации результатов.

Диссертационная работа соответствует пунктам 2 и 5 паспорта научной специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа Крючкова Никиты Павловича «Элементарные возбуждения и термодинамика простых жидкостей с модельными межчастичными потенциалами взаимодействия» соответствует критериям, установленным п.п. 9 и 10 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. Она является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной для физики конденсированного состояния научной задачи – разработки новых подходов к анализу спектров элементарных возбуждений в простых жидкостях и экспериментах с кинетическим уровнем разрешения. Диссертация Крючкова Н.П. обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку.

На заседании 16 октября 2019 года диссертационный совет принял решение присудить Крючкову Н.П. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 15 докторов наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Коржавый Алексей Пантелеевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Лоскутов Сергей Александрович

Дата оформления Заключения 16 октября 2019 года