

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Яковлева Егора Викторовича «Экспериментальное исследование неравновесных фазовых переходов и коллективной динамики в конденсированной мягкой материи при помощи модельных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

В физике большое внимание уделяется исследованию критических процессов, происходящих в конденсированных системах, при этом применяются разнообразные теоретические и экспериментальные методы. Работа Е.В.Яковлева представляет собой развитие метода, который в последнее время применяется весьма эффективно, а именно – физического моделирования. В этом заключается научная актуальность работы, поскольку появление в науке не только новых результатов, но и методов и приборов, представляет собой особую ценность. Диссертация Е.В. Яковлева состоит из введения, 4 глав и заключения, содержит 155 страниц, 41 рисунок, 2 таблицы. Список литературы включает 255 источников.

Во введении диссертации сформулированы цели и задачи, перечислены положения, выносимые автором на защиту, приведены теоретическая и практическая значимость работы. Так же во введении обсуждается актуальность работы, научная новизна, личный вклад автора и результат диссертационной работы с обоснованием его достоверности. Помимо этого, во введении представлены данные об апробации и публикациях по результатам диссертационной работы, структура и краткое содержание диссертационной работы. Стоит отметить, что результаты работы представлены на 11 конференциях, симпозиумах и семинарах международного и всероссийского уровня и опубликованы в 9 научных работах в высокорейтинговых журналах, входящих в международные системы индексации Web of Science и Scopus.

Первая глава представляет собой обзор применений модельных систем – комплексной пылевой плазмы и коллоидных суспензий при изучении мягкой материи. При изложении многие результаты вынесены из первой главы во введения к главам, описывающим собственные исследования, но это представляется удобным и разумным. Литературный обзор дает полное представление о поставленной проблеме и позволяет показать, что уровень настоящей диссертационной работы соответствует мировому уровню.

Вторая глава посвящена экспериментальному исследованию динамических явлений в комплексной плазме – неравновесного плавления, термоакустической неустойчивости, активации дефектов. Все эти явления являются реализациями весьма общего механизма, присущего нелинейным средам – неустойчивости связанных мод. Фактически во второй главе исследуются возможные способы возбуждения неустойчивости в используемой автором экспериментальной установке. При этом удается показать, что эти неустойчивости можно использовать для моделирования неравновесных процессов в различных средах, что есть основной результат данной главы, обладающий научной и методической новизной. В главе показана физическая аналогия между неравновесным фронтом плавления (горения) в комплексной (пылевой) плазме и фронтом горения в химически активных веществах. Важным результатом главы является исследование, посвященное распространению фронтов неравновесного плавления в кристаллах, насыщенных дефектами. Автором продемонстрировано, что возможно управлять скоростью фронтов неравновесного плавления в таких системах и даже останавливать их. Помимо этого, в работе предлагается новый метод для создания долгоживущей комплексной плазмы в жидком состоянии без использования внешнего воздействия или добавления частиц меньшего размера.

В третьей главе моделируются процессы, происходящие в двумерных кристаллах с помощью двумерной коллоидной суспензии с регулируемым эффективным межчастичным взаимодействием. Если работы с плазмой представлены в литературе, то лабораторная установка, применяемая в исследованиях данной главы, является уникальной. Возможность варьирования межчастичного взаимодействия с помощью вращающегося поля имеет не только научную и методическую, но и практическую новизну – ее можно использовать при изготовлении оптических кристаллов. В целом в третьей главе также удалось продемонстрировать возможность моделирования различных процессов в двумерных системах. Например, удалось показать, что в малых кристаллитах дислокации рождаются на поверхности, а в больших – в объеме вещества, что иллюстрирует размерный эффект при плавлении. Показана также возможность гелеобразования, что также весьма актуально для модельных систем.

В четвертой главе оба экспериментальных метода – комплексной плазмы и коллоидных частиц – использованы для экспериментальной проверки интерполяционного метода построения парных корреляционных функций в кристаллах. Сам метод разработан коллективом автора в предыдущих работах. В рамках данной диссертационной работы метод впервые используется для получения экспериментальных параметров парного взаимодействия между частицами путем анализа экспериментальных парных

корреляционных функций, как в трехмерных, так и двумерных системах с различной мягкостью взаимодействия.

Следует особо отметить, что все исследования проведены на оригинальных установках, в разработке которых автор принимал непосредственное участие. Особенное впечатление производит «регулирование» межчастичного взаимодействия с помощью вращающегося поля. Для исследуемых явлений проведена визуализация, что дает возможность непосредственного наблюдения. В целом работа носит новаторский характер, полученные в ней результаты пока не столько описывают процессы, происходящие в каких – либо конкретных системах, сколько раскрывают возможности физического моделирования, и возможности эти представляются весьма широкими. Результаты обладают несомненной новизной, а их достоверность убедительно обосновывается описанием методики экспериментов, применением надежных методов обработки данных, визуализацией.

По работе имеются замечания как существенные, так и технические. Технических замечаний два. Первое связано с тем, что работа выполнена в большом творческом коллективе, который занимается разработкой и совершенствованием описанных в диссертации установок. Поэтому как в преамбуле, так и в автореферате в разделе «Личный вклад автора» следовало бы не ограничиваться общей фразой про участие в разработке..., получении..., обсуждении..., анализе... и т.д., а более подробно перечислить вклады автора в методическую часть и упомянуть, какие из результатов получены автором лично, а какие – в соавторстве (и с кем). Второе замечание касается некоторой стилевой небрежности. Например, на стр.56 читаем: «Чтобы дополнить эксперименты, также были проведены моделирования методом молекулярной динамики (МД) (подробности о МД можно найти в работе[2])». Далее в тексте результаты МД нигде не упоминаются, создавая ненужную интригу - соответствуют ли эти результаты натурным наблюдениям? Хотя бы минимальное заключение автору следовало сделать непосредственно в тексте, а не отсылать читателя искать ответ в литературе. На стр.132 при перечислении результатов работы написано: «Показано, как разработанные экспериментальные методики можно применить систему для исследования дислокационной динамики». Предложение явно не согласовано.

Единственным существенным замечанием является то, что, как правило, исследователи имеют дело с системами, помещенными в термостат. В применяемых методиках пока неясно, что может служить термостатом, и каким образом он может забирать энергию, поступающую в систему при протекании в ней различных процессов, т.е. пока нет возможности регулировать эффективный теплообмен. Таким образом, все выводы о динамике процессов, происходящих с выделением или поглощением тепла, носят ограниченный характер – они соответствуют тому теплообмену, который спонтанным

образом имеет место в установках. Ясно, что это представляет методическую проблему, и хотелось бы, чтобы в диссертации обсуждались пути ее решения.

Данные замечания не снижают значимости диссертации.

Заключение

Диссертация Егора Викторовича Яковлева «Экспериментальное исследование неравновесных фазовых переходов и коллективной динамики в конденсированной мягкой материи при помощи модельных систем» является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, хорошо отражены в публикациях, выводы и заключения обоснованы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация отвечает требованиям Положения о порядке присуждения научным и научно-педагогическим работникам ученых степеней ВАК РФ, а ее автор, Егор Викторович Яковлев, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – физика конденсированного состояния.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:

Профессор кафедры инноватики и интеллектуальной собственности
Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Уральский федеральный
университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

д.ф.-м.н., профессор

Сон Леонид Дмитриевич

Дата «30» сентября 2019 г.

620002, г. Екатеринбург, ул.Мира, 19

Телефон: 8 (912) 2447222

Адрес электронной почты: ldson@yandex.ru

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.