

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Китаева Ильи Николаевича

**«Нелинейные явления в электростатических плазменных волнах: обратные волны, потоки частиц, двухтоновые волны и самобиения»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.3 - «Теоретическая физика»**

Диссертационная работа Китаева Ильи Николаевича посвящена теоретическому исследованию новых закономерностей и явлений в линейных и нелинейных электростатических волнах в плазме. В диссертации рассмотрены такие вопросы, как обратные и боковые электростатические волны в классической плазме; потоки частиц, переносимые ионно-звуковыми и пылеакустическими волнами большой амплитуды; особенности распространения ленгмюровских и ионно-звуковых волн в квантовой вырожденной плазме.

Актуальность темы диссертации обусловлена тем, что проведённые исследования помимо вклада в развитие фундаментальной физики плазмы, могут быть востребованы как при описании явлений в космических объектах (планетарные кольца, ионосфера Земли и планет, газопылевые хвосты комет и т. д.), так и в технике. Одним из перспективных результатов является то, что исследованные в диссертации плазменные обратные волны открывают возможность создания нового класса плазменных источников электромагнитных волн.

Полученные в диссертации результаты характеризуются высокой степенью новизны. Кроме того, работа дает существенный импульс и направление для дальнейших исследований особенностей распространения электростатических волн как в классической, так и в квантовой плазме.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и заключения, списка литературы из 184 наименований и представляет собой оригинальное

законченное научное исследование. Полный объём диссертации - 155 страниц текста с 53 рисунками.

Во введении сформулированы цели работы, обоснована актуальность темы исследования и её научная новизна, обсужден личный вклад автора в работу, приведен обзор современных представлений о теме исследования. Обсуждены степень достоверности и апробация результатов и приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе автором теоретически обосновывается существование в плазме электростатических обратных и боковых волн различных типов, в частности, ленгмюровских, ионно-звуковых и пыле-акустических. Для них определены условия существования, получены дисперсионные зависимости, построены нелинейные профили ионно-звуковых и пыле-акустических волн. Физическая причина возникновения подобных волн обусловлена наличием направленного движения одной из фракций плазмы.

Во второй главе получены точные значения средних за период волны потоков частиц, переносимых нелинейными ионно-звуковыми и пыле-акустическими волнами большой амплитуды. Для плазмы с двумя сортами положительно заряженных ионов теоретически показано, что одна из мод ионно-звуковой волны может переносить потоки ионов в противоположные стороны. Данный результат открывает новые возможности по разработке эффективных методов разделения многокомпонентной плазмы на различные фракции.

В третьей главе теоретически показано, что нелинейные периодические ленгмюровские и ионно-звуковые волны в квантовой вырожденной плазме всегда являются суперпозицией двух волн, имеющих разные частоты и длины волн, но распространяющихся с одной фазовой скоростью. Кроме этого, для ионно-звуковой волны получено решение в виде ионно-звукового солитона, на профиль которого наложены высокочастотные квантовые колебания ионов.

В заключении автор формулирует основные результаты работы.

Диссертационная работа Китаева Ильи Николаевича оставляет весьма положительное впечатление, сложно привести существенные возражения к изложенным в работе материалам и результатам. Тем не менее обозначу ряд замечаний и комментариев.

1. Утверждение автора о том, что вопрос о существовании обратных электростатических волн в плазме ранее даже не поднимался, является слишком сильным. Такие волны давно известны. Например, «косые» волны в холодной магнитоактивной плазме, или поверхностные волны плазменного слоя.
2. Помимо проанализированного в работе дисперсионного соотношения (1.16) имеется аналогичное соотношение со знаком минус перед вторым членом в правой части. Не ясно, почему оно не исследовалось на интересующий диссертанта предмет.
3. В коротковолновой области ленгмюровские и ионнозвуковые волны в плазме испытывают сильное затухание Ландау. Нужно было указать возникающие в связи с этим ограничения на область применимости результатов автора.
4. Плазма с потоком частиц может быть неустойчива. Например, в плазме, рассмотренной в разделе 1.2, при учете движения ионов появляется неустойчивость Бунемана, или ионно-звуковая неустойчивость. То же относится и к плазмам, рассмотренным и в следующих двух разделах. Было бы неплохо обсудить связанные с этим ограничения.
5. Не вполне ясен смысл квантового параметра (3.13). Обусловленная потенциалом Бома квантовая поправка к спектру ленгмюровской волны, имеет глубоко «одночастичный» характер, т.е. не зависит от плотности частиц. Кроме того, в связи с малостью квантовой поправки следовало бы безразмерные параметры, взятые при численном решении уравнения (3.21), привязать к реальным параметрам, какой-нибудь реальной плазмы.

Приведенные замечания носят редакционный характер и не влияют на общую положительную оценку представленной работы. Следует отметить, что диссертационная работа Китаева Ильи Николаевича выполнена на высоком уровне и представляет собой законченное исследование на актуальную тему. Результаты исследований опубликованы в 14 статьях в рецензируемых международных журналах, рекомендованных ВАК и индексируемых в международных системах цитирования. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертация Китаева И. Н. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу и полностью удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013г., а её автор, Китаев Илья Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 «Теоретическая физика».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова
Кузелев Михаил Викторович

Контактные данные:

e-mail: kuzelev@mail.ru, рабочий телефон: 8(495)939-25-47

Кафедра физической электроники, физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова.

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 01.04.02 – «Теоретическая и математическая физика».

Адрес места работы: 119991, ГСП-1, Москва Ленинские горы, дом 1, строение 2, Физический Факультет

Д.ф.-м.н., проф.

Кузелев М.В.

Декан физического факультета
МГУ им. М.В. Ломоносова,
д.ф.-м.н., профессор



Белокуров В.В.

26.01.2024