

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Климачкова Дмитрия Александровича «Нелинейные взаимодействия волн в магнитной гидродинамике вращающейся плазмы со свободной границей в поле силы тяжести», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Пожалуй, больше всего привлекает внимание в этой диссертации ее фундаментальность, последовательность работы и законченность результатов. Взявшись за данную тему, диссертант последовательно и на хорошем научном уровне изучает все аспекты выбранной темы, исследует различные детали явлений и процессов. Скажу откровенно – мой темперамент не позволяет мне работать на таком фундаментальном уровне. Поскольку исследуемый вопрос принадлежит к традиционным вопросам гидродинамики и магнитной гидродинамики – исследованию на устойчивость, выяснение условий возбуждения колебаний и описание нелинейных взаимодействий в не слишком закритических режимах, т.е. в рамках тройных взаимодействий, подобная работа непосредственно попадает в золотой фонд науки, поскольку является источником тех результатов, с которыми соотносят свои работы менее систематически работающие коллеги. Подобные работы всегда являются непреходящими и, одновременно, – **актуальными**. Исследования всех остальных, включая меня, тех, кто работает в менее фундаментальной моде, сохраняют свою актуальность лишь постольку, поскольку их предмет еще не разработан в подобных деталях и с той же тщательностью. Подобная фундаментальная работа, как мне кажется, заслуживает всяческой поддержки.

В качестве конкретной цели своей работы автор избирает решение трех групп задач о возбуждении различных типов колебаний в задачах о поведении проводящей среды в приближении мелкой воды. Может быть, термин мелкая вода в этом контексте звучит не очень удачно – я говорил бы о приближении тонкого слоя. Все-таки течения воды трудно отнести к явлениям магнитной гидродинамики. Однако это – сложившаяся и понятная терминология. Нужно сказать, что подобное приближение является центральным в трех основных астрофизических задачах, возникающих в связи с изучением магнитных полей. Это случаи конвективных оболочек звезд солнечного типа, тонких дисков спиральных

галактик и аккреционных дисков. Диссертант рассматривает задачи, в которых рассматривается наложенное внешнее магнитное поле, причем существенный интерес привлекает компонента магнитного поля, перпендикулярная тонкому слою. Подобная магнитная конфигурация типична для аккреционных дисков, в которых это наложенное магнитное поле естественно понимать как магнитное поле центрального тела. В данной связи мне кажется также очень актуальной задача с магнитным полем, которое не является внешним к слою, а возбуждено в нем действием механизма динамо, работающим в самом слое. Эта задача типична для Солнца, звезд и галактик, хотя задача с внешним магнитным полем тоже важна и интересна. В теории динамо есть все нужное для решения задач с магнитным полем, генерируемым в слое, так что диссертационная работа допускает естественное развитие в этом направлении. Автор не ставил сейчас перед собой подобных задач и это легко понять – как указывал классик нашей литературы, нельзя объять необъятное. Тем не менее, следует пожелать диссертанту быстрого и плодотворного развития работы в этом направлении.

Степень новизны полученных результатов хорошо характеризуется тем, что автору пришлось сформулировать в замкнутом виде даже исходную систему уравнений рассматриваемого приближения. Разумеется, приближение мелкой воды изучалось в разнообразных аспектах, но каждый раз новые задачи заставляют заново сформулировать уравнения подобного приближения. На основе этих уравнений диссертанту удалось выделить ряд новых типов решений этих уравнений. Конечно, выделение новых физических феноменов является несомненным признаком интересной и глубокой работы. К числу этих новых феноменов относятся, в частности, явления, которые в диссертации называются волнами магнито-Пуанкаре и магнито-Росси. В качестве явно выделенного **критического замечания** скажу, что классики отечественной культуры завещали нам внимательно относиться к родному языку и подбирать такие аналоги иноязычных конструкций, которые хорошо вписываются в стилистику русского языка. Трудно утверждать, что в работе над развитой им терминологией автор следует этому завету. Конечно, во всем стоит соблюдать меру, так что введения англицизмов в современный научный язык трудно избежать, но в данном случае задача не кажется неразрешимой. Я позволю себе в других случаях не выделять критические элементы отзыва так явно.

Очевидно, что исследования, проведенные автором, могут **применяться** для решения различных задач космической магнитной гидродинамики. В этой связи диссертация **интересна** не только как исследование по теоретической физике, но и в контексте астрофизических исследований. Однако я бы рекомендовал диссертанту более конкретно продумать детали возможных приложений его результатов. Одного упоминания, скажем, соотношения Ранкина-Гюгонио или задачи Римана, которыми пестрит текст диссертации, более чем достаточно для возникновения разнообразных конкретных ассоциаций такого рода.

Отмечу еще одно направление развития, которое напрашивается для проведенного исследования. Автор рассматривает возникающие волны локально, в случае конвективной оболочки Солнца – вблизи данной долготы. Это не позволяет вписать в данное приближение эффекты кривизны конвективной оболочки. Подобное расширение вполне можно сделать в рамках метода ВКБ и его нелинейных расширений. Мне представляется, что это было бы хорошим направлением для будущих исследований автора.

Сформулированные автором защищаемые положения убедительны и ясны. Их **обоснованность и достоверность** обоснована в рамках лучших классических стандартов, причем видно, где пролегает граница между изученным и еще неизвестным. Очевиден также **личный вклад** автора – невозможно представить себе, чтобы кто-то еще в таких деталях продрался бы через все трудности, неизбежно возникающие в подобном скрупулезном исследовании.

Перечислю некоторые конкретные результаты, которые кажутся мне наиболее выигрышными.

Специально выделю результат, связанный с развитием теории мелкой воды для тонкого слоя вращающейся плазмы со свободной границей в поле силы тяжести. В диссертации впервые получены магнитогидродинамические уравнения мелкой воды во внешнем вертикальном магнитном поле с корректным учетом условия бездивергентности магнитного поля. Показано, что в магнитной гидродинамике плазмы в приближении мелкой воды поле скоростей двумерно и двухкомпонентно, в то время как, магнитное поле также зависит от горизонтальных координат, однако является трехкомпонентным.

Вторым важным результатом диссертации является качественный анализ условий синхронизма для волн магнито-Пуанкаре, магнитострофических волн и волн магнито-Россби, полученные уравнения взаимодействия трех волн и анализ соответствующих параметрических неустойчивостей.

Считаю также важным для применения в астрофизике обобщение магнитогидродинамической теории мелкой воды на случай сжимаемых течений в приближении крупномасштабной сжимаемости. В диссертации показано, что при учете крупномасштабной сжимаемости выражения для групповых скоростей волн магнито-Пуанкаре, магнитострофических волн и волн магнито-Россби изменяются в зависимости от степени сжимаемости плазмы.

В то же время чисто редакционном плане **в диссертации есть некоторые несущественные недостатки**. Например, я постарался бы сформулировать положения, выносимые на защиту, более компактно и выпукло, так, чтобы читатель мог воспринять каждое положение как целое.

Результаты, полученные в диссертационной работе Д.А.Климачкова прекрасно опубликованы. В **списке работ** по теме диссертации пять работ в журналах, рекомендованных ВАК, причем это очень солидные и известные журналы. У меня, тем не менее, **вызывает вопрос**, почему автор не стал приводить свои публикации второго плана, не входящие в число изданий, рекомендованных ВАК. Такие издания, несомненно, существуют. На многочисленных конференциях, на которых автор докладывал свои работы, несомненно публиковались тезисы докладов. Не вижу я их и в тексте диссертации. Конечно, никто не собирается оценивать диссертацию на основании различных тезисов, но диссертант должен стремиться представить все аспекты своей работы.

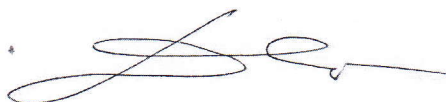
В диссертации, конечно, есть и **другие мелкие погрешности**, неудачные выражения, неточности и т.д., однако они ни в какой мере не определяют качество работы, так что я не буду на них более подробно останавливаться.

Сформулируем неформальный вывод из этого обзора содержания диссертации – мы имеем дело с отличной работой, достойно продолжающей традиции школы, из которой она вышла. Теперь перейдем к формальной оценке диссертации.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Диссертация Д.А.Климачкова отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, а ее автор, Д.А.Климачков, несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Доктор физико-математических наук,
профессор



Д.Д. Соколов

14.04.2020

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские
горы, д. 1, стр. 2, Физический факультет МГУ
Телефон: +7(495)4254526
Эл. адрес: sokoloff.dd@gmail.com

Подпись Д.Д. Соколова удостоверяю.

Декан физического факультета МГУ
профессор



Н.Н. Сысоев

