Отзыв
официального оппонента на диссертацию Окатьева Романа Сергеевича
“Генерация, перенос и диффузия неоднородностей в магнитогидродинамических течениях”
на соискание степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы

Актуальность диссертационной работы Окатьева Романа Сергеевича определяется как направлением проведенных исследований, так и используемыми в работе подходами. Исследования фокусируются на изучении роли пространственных и временных неоднородностей в течениях проводящих сред, в возникновении магнитогидродинамической турбулентности, в механизмах генерации магнитного поля и развитии неустойчивостей. Подобные вопросы возникают в важных приложениях плазменной физики, металлургии и астрофизики. Разрабатываемые подходы, включающие в себя комбинацию численного, теоретического и асимптотического анализа, формируют целостную картину проблемы, позволяя по новому взглянуть на роль пространственных и временных неоднородностей, оказывающих в различных приложениях как полезное, так и вредное влияние. Важно, что изучаемые вопросы необходимы и для решения проблем по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации, при этом одновременно по ряду направлений, в которых турбулентность жидкостей, газов и плазмы играет одну из ключевых ролей. Так как традиционное предположение о локальной однородности и изотропии может служить лишь первым приближением при описании турбулентных сред, то для решения реальных проблем магнитогидродинамики, задачи проведенного исследования интересны, важны и, без сомнения, актуальны.

Научная новизна работы Романа Сергеевича, без сомнения, присутствует, хотя следует отметить большой задел предыдущих авторов в рамках проводимых исследований. Течение Гартмана, перенос примесей, сферическое динамо Паркера – этим темам посвящены десятки работ. Однако, все представленные результаты диссертационной работы являются новыми и оригинальными, они не противоречат предыдущим результатам, а дополняют их. Автор действительно впервые описал течение вязкой проводящей жидкости с неоднородным линейным поперек канала распределением теплопроводности, исследовав их на устойчивость, изучил влияние диффузии на погрешность метода лагранжевых меток, исследовал динамический хаос, возникающий в солнечной динамо-модели Паркера. Новизна результатов развернуто описана в тексте работы, а также в статьях, опубликованных автором.

Практическая полезность диссертационной работы наиболее заметна в ее первой части, в которой исследуются вопросы неустойчивостей, возникающих в течениях расплавленных металлов, а это один из важнейших вопросов для разнообразных практических приложений. Как правильно заметил Роман Сергеевич, результаты, полученные в первых главах могут найти свое применение в энергетических установках с рабочей проводящей жидкостью. В подобных же задачах могут найти приложение и результаты третьей главы, в частности, при разработке расходомеров. Результаты последней главы такого явного практического приложения на первый взгляд не имеют – они носят скорее теоретический характер, завязанный на важные вопросы солнечной физики и астрофизики. Хотя при этом развиваемые в последней главе методы анализа динамического хаоса, могут пригодиться и в прикладных задачах с подобной динамикой.

Достоверность работы не вызывает никаких сомнений. Автор подробно описывает важные моменты проведенных исследований, используя при этом, в целом, классические и традиционные подходы. Кроме того, Романом Сергеевичем **проведена детальная апробация полученных результатов**, сделаны доклады на десятках конференций, а также научных семинарах. Хочется отметить, что автор лично приезжал в университет, для детального обсуждения результатов с

оппонентом, отвечал на вопросы, проводил сравнения с ранее полученными результатами. Наконец, Окатьевым Романом Сергеевичем были опубликованы шесть полноценных работ по результатам исследований в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК, в которых также подробно обсуждаются полученные результаты.

Структура диссертационной работы. Работа Романа Сергеевича строится классическим образом и состоит из введения, четырех глав и заключения. Полный объем составляет около 140 страниц, включая всевозможные рисунки и таблицы. Список литературы весьма полон, даже можно сказать избыточен, и содержит около 180 работ. Работа написана понятным, грамотным языком, математические выкладки оформлены на должном уровне. Можно смело сказать, что **квалификационная состоятельность работы Романа Срегеевича, как кандидатской диссертации по специальность 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы, не вызывает никаких сомнений, а автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.**

Между тем по работе имеется ряд замечаний.

1. Не смотря на то, что количество ссылок в работе велико, каждый раздел написан таким образом, что читателю не хватает перекрестного анализа результатов, полученных в диссертационный работе и в более ранних исследованиях других авторов. Такая ситуация прослеживается в каждой главе, поэтому хотелось бы, чтобы ссылки были расставлены более равномерно, и также более подробно были описаны ранее полученные результаты в контексте проводимых исследований.

2. Работа содержит замечательный симбиоз численного и теоретического анализа, однако при чтении чувствуется недостаток сравнения с экспериментальными данными. Особенно с учетом того, что первые главы работы имеют явное практическое приложение. Впрочем и в теоретической части анализа динамического хаоса для солнечных магнитогидродинамических процессов также не хватает сравнения численных и теоретических результатов с результатами солнечных наблюдений.

3. Диссертационное исследование оформлено достаточно подробно, однако чувствуется некоторая экономия места, многие промежуточные выкладки в тексте опущены. Это затрудняет понимание и проверку результатов. Кроме того, ряд опущенных выкладок включает в себя определенные предположения, сделанные для упрощения модельных подходов и не совсем понятно, как эти предположения могут повлиять на полученные результаты. В частности, это касается маломодовой модели Паркера, которая получается в определенных предположениях на вращательную симметрию структуры магнитного поля, на толщину конвективной оболочки, на функции распределения зеркальной асимметрии и дифференциального вращения, на дипольность/квадрупольность структуры магнитного поля, на нелинейный альфа-квенчинг и многое другое. При этом не совсем понятно, будут ли иметь место полученные результаты, если какие-либо из этих предположений не выполняется или выполняется только в первом приближении.

4. Работа имеет вид законченного научного исследования, однако, как часто случается с хорошими исследованиями, в итоге она оставляет еще большее количество открытых вопросов. Одним из наиболее сложных является вопрос о связи между ролями рассмотренных автором пространственных и временных неоднородностей. Имеется понимание того, что и те, и другие неоднородности важны, однако при этом хотелось бы увидеть исследование их сравнения, чем они отличаются, в чем различия влияния на процессы. Кажется, что было бы полезно рассмотреть как временные неоднородности в течениях Гартмана, так и пространственные неоднородности в модели Паркера.

Заключение. Указанные замечания ни в коей мере не умаляют общей положительной оценки диссертации Окатьева Романа Сергеевича, которая является законченной научно-квалификационной работой, посвященной оценке влияния неоднородности свойств проводящих сред на структуру и устойчивость МГД-течений, а также анализу динамики развитых турбулентных течений с неоднородностями. Выполненная работа удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, в том числе соотвтетсвует требования п.9 “Положения о порядке присуждения ученых степеней”, а ее автор **Окатьев Роман Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – Механика жидкости, газа и плазмы.**

Официальный оппонент

Доцент кафедры математики
физического факультета
Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова,
кандидат физико-математических наук
по специальности 01.01.03 математическая физика
20 октября 2026 года

Юшков Егор Владиславович

e-mail: yushkov.msu@mail.ru
адрес: Московская обл., г. Фрязино, ул. Ленина, д. 39, кв. 61
тел.: +7(916)774-52-72

Подпись Юшкова Е.В. заверяю

и.о. декана физического факультета МГУ
профессор

В.В. Белокуров