

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Кондратьева Ильи Алексеевича**
на соискание ученой степени «кандидат физико-математических наук» по
специальности «1.3.1 – Физика космоса, астрономия (физико-математические науки)»
на тему

«Магниторотационные процессы в коллапсирующих сверхновых»

Диссертация И.А. Кондратьева посвящена численному моделированию процессов, связанных с влиянием магнитного поля на остывании одиночных нейтронных звезд и на динамику взрыва коллапсирующих сверхновых. Судя по базе данных ADS ежегодно публикуются десятки статей, тематика которых так или иначе связана с кругом проблем, рассмотренных в диссертации, что свидетельствует о несомненной **актуальности** темы диссертационной работы.

Рассматриваемая диссертация состоит из Введения, трёх глав, Заключения и двух Приложений. Диссертация содержит 141 страницу, включая 39 рисунков и 11 таблиц. Список литературы содержит 174 наименования.

И.А. Кондратьев впервые провел трехмерное самосогласованное исследование распространения тепла во внешних слоях замагниченных нейтронных звезд и наблюдательные проявления процесса теплопереноса. Это стало возможным благодаря разработанному и реализованному диссертантом оригинальному комплексу программ для исследования трехмерных астрофизических МГД-течений. С помощью этого комплекса И.А. Кондратьев также впервые провел систематическое изучение возможности возникновения больших скоростей отдачи прото-нейтронных звезд в рамках магнито-ротационной модели взрывов сверхновых при различных вариантах возникновения экваториальной асимметрии магнитного поля. В том, что найденные эффекты не являются следствием численных ошибок, меня убеждают результаты решения тестовых задач и сравнение, где это было возможно, с результатами расчетов других авторов. Отмечу, что идею о зеркально-экваториальной асимметрии магнитного поля интересно было бы привлечь для объяснения наблюдаемой асимметрии джетов молодых звезд типа Т Тельца и Ae/Be Хербига.

На основании вышесказанного я считаю, что все вынесенные на защиту результаты являются **новыми**, достаточно **обоснованными** и **нетривиальными**. Эти результаты опубликованы в 7 статьях профильных рецензируемых журналов, рекомендованных ВАК, и прошли апробацию на всероссийских и международных конференциях. Полученные результаты могут быть использованы в российских (ГАИШ МГУ, ИНАСАН, ФИАН, ФТИ им. А.Ф. Иоффе и др.) и зарубежных институтах, университетах в исследованиях, связанных с физикой нейтронных звезд и механизмов вспышек сверхновых с коллапсирующим ядром.

По научному содержанию диссертации у меня имеются следующие замечания.

1) В разделе 1.1 при описании выражения для коэффициента теплопроводности κ (каппа) автор рассматривает два возможных подхода к его вычислению, отметив (стр. 23), что "оба подхода являются приближенными, и мы оставляем полное согласованное рассмотрение всех четырех процессов для будущей работы." Однако хотелось бы увидеть насколько сильно отличаются сами значения κ при разных подходах.

2) Следовало бы отметить, что в систему уравнений Толмена-Оппенгеймера-Волкова (1.18) входит не барионная плотность ρ_b , а величина $\rho = \rho_b (1 + E/c^2)$. При этом в формулах для коэффициента теплопроводности входит величина ρ_b , которую автор обозначает символом ρ .

3) На стр.27 сказано: «Как было отмечено в [122], уравнение (1.12) может быть неприменимо в областях, где поле очень велико, и близко к тангенциальному. В этом случае тепловой поток по нормали к поверхности может быть сильно подавлен и стать сравнимым с тепловым потоком вдоль оболочки, параллельно полю. В данной работе этот эффект не рассматривается.»

Но в случае дипольного поля на экваторе нейтронной звезды силовые линии поля именно что тангенциальные, а в разделе 1.3.1 как раз сравниваются зависимости $T(\rho)$ для полюса и экватора — см. рис. 1.2, например. Поэтому возникает вопрос: что значит «поле очень велико»?

4) В разделе 1.7.2 сравниваются расчетные кривые блеска с наблюдаемыми. Следовало бы отметить, что кроме перечисленных автором факторов на синтетическую кривую блеска (например на величину параметра MPF) влияет и закон потемнения к краю, который не учитывался в расчетах автора: абсолютно черное тело излучает изотропно.

У меня есть замечания и по оформлению диссертации.

1. Во Введении следовало бы дать выходные данные публикаций автора по теме диссертации, а не просто указать их количество (стр.20).
2. Список литературы оформлен не единообразно: сравните, например, ссылки [38]-[40].
3. Везде, начиная с Рис. 1.2, штриховые линии автор называет пунктирными.
4. В целом текст диссертации написан грамотно, (хотя «не смотря на» пишется все-таки слитно !), опечаток довольно мало, но встречаются стилистические погрешности:
 - стр.8 (заголовок) «Степень проработанности рассматриваемой области»
 - название раздела 1.5: «Распределения температуры нейтронной звезды»
 - стр.43 написано: "один прецессирующий полюс", хотя речь идет об эффекте вращения, а не прецессии.
 - "задача Сода [136] — это стандартный бенчмарк..." -- стр. 67
 - "В системе выше $\mathbf{B}$ — это вектор магнитного поля..." -- стр. 73
 - "доля неспаренных электронов", вместо «электронов от ионизации» -- стр. 87.

Приведенные выше замечания не влияют на мое общее, весьма положительное впечатление от диссертации. Я считаю, что диссертация И.А. Кондратьева удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г, по специальности 1.3.1 – Физика космоса, астрономия (физико-математические науки), а ее автор, безусловно, заслуживает присвоения искомой степени. Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

Ведущий научный сотрудник ГАИШ МГУ
(119234, Москва, Университетский проспект, 13)
доктор физ.-мат. наук
lamzin@sai.msu.ru, +7-(495)-939-16-63

07 марта 2025

С.А.Ламзин

Подпись в.н.с. ГАИШ МГУ С.А.Ламзина заверяю

директор ГАИШ МГУ



К.А.Постнов
член корр. РАН, профессор, д.ф.-м.н.