

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Гогличидзе Олега Анзоровича**

«Эволюция угла между магнитным моментом и осью вращения радиопульсаров»,

представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук

по специальности 01.03.02 – «астрофизика и звёздная астрономия»

Диссертационная работа О. А. Гогличидзе посвящена исследованию эволюции угла между магнитным моментом и осью вращения радиопульсаров. Тема диссертации актуальна. Изучение нейтронных звёзд важно для фундаментальной физики в силу их уникальных физических параметров, позволяющих исследовать свойства вещества при ядерных и сверхядерных плотностях, а также в присутствии огромных электрических и магнитных полях, недостижимых в земных условиях. .

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и трёх приложений. Во **Введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель и аргументирована научная новизна исследований, показана практическая значимость полученных результатов, представлены выносимые на защиту положения.

В **первой главе** представлен расчёт аномального электромагнитного момента, действующего на нейтронную звезду, для случая мультипольного магнитного поля. При этом было также учтено магнитное поле внутри звезды. Результат является новым. Частный случай дипольного поля совпадает с результатом, полученным ранее в тех же предположениях в предыдущих работах.

Во **второй главе** учитывается роль диссипации вращательной энергии в ядре нейтронной звезды при неоднородной скорости вращения. Формулируется условие применимости квазистационарного приближения,

обсуждаются его свойства. В качестве примера в рамках этого приближения рассматривается модель вращения нейтронной звезды с диссипацией энергии в ядре. Показано, что в рамках квазистационарного приближения влияние диссипации энергии в ядре может быть описано с помощью двух параметров, не зависящих от производной угловой скорости.

В третьей главе исследована эволюция вращения нейтронной звезды в предположении, что магнитное поле не проникает в её ядро. Показано, что эта модель может быть согласована с наблюдательными данными только если нейтронная звезда является трёхосным эллипсоидом, а ось симметрии магнитного поля не направлена вдоль какой-либо из главных осей инерции.

В четвёртой главе исследована эволюция вращения нейтронных звёзд в предположении, что заряженная компонента ядра связана с корой магнитным полем. При этом сверхтекучие нейтроны слабо взаимодействуют с остальным веществом. Данная модель лучше согласуется с наблюдениями в случае небольшого количества сверхтекучих нейтронов в ядре.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации. Отмечено, что в работе впервые рассчитана эволюция углов наклона радиопульсаров с учётом дифференциальности вращения вещества в ядре в рамках различных предположений.

Результаты диссертации имеют научную значимость, впервые обосновав необходимость учёта внутренней структуры при проведении исследований по популяционному синтезу нейтронных звёзд. При наличии статистических данных об эволюции вращения полученные результаты могут позволить устанавливать ограничения на модели внутреннего строения нейтронных звёзд.

Результаты, вошедшие в диссертацию, докладывались на многих российских и международных конференциях. Материалы диссертации опубликованы в 7 печатных работах, 4 из которых были опубликованы в ведущих российских и мировых научных журналах.

Отмечу следующие недостатки диссертация:

1. В первой главе автор делает несколько спорных утверждений общего характера. На стр. 9 утверждается, что мелкомасштабное поле определяет его большое значение при интерпретации наблюдаемой особенности как циклотронной линии. Т.к. мелкомасштабное поле сильно переменное, то циклотронное излучение оказалось бы имеющим широкий спектр, и не наблюдались бы в виде линий. Механизм динамо разработан для объяснения генерации крупномасштабных полей, поэтому утверждение о его связи с образованием мелкомасштабных полей (стр. 10) не представляется корректным.

2. В первой главе основное внимание уделяется расчету «аномального момента сил». Это понятие, появляется на стр. 22, и затем используется по всей диссертации так, как будто оно общеизвестно. К сожалению, мне остался неясным смысл этого понятия, возможно потому, что в работе ничего не говорится о другом моменте сил, который не является аномальным. Столь же непонятным остается физический смысл «эффективного тензора инерции» (стр. 24), а также выражения «Инерция поля ближней зоны» (стр.11).

3. Два утверждения на стр.23: «...внутреннее поле не дает вклада в аномальный момент..», и на стр.24: «...мы привели ..аргументы в пользу того что мелкомасштабное магнитное поле может давать вклад в магнитный момент, сравнимый с вкладом ...дипольного» трудно совместить, если вспомнить, что мелкомасштабное поле образуется внутри звезды.

4. В двух известных механизмах торможения вращения пульсаров, дипольном, и механизмом Голдрайха-Джулиана, момент вращения уносится либо электромагнитными волнами, либо пульсарным ветром. В диссертации баланс углового момента не обсуждается, поэтому остается неясным, за счет чего он изменяется при торможении нейтронной звезды в рассмотренной здесь модели, и как на это влияет мелкомасштабное поле.

Столь же неясно отношение автора к закону сохранения углового момента изолированного тела в главе 2, где непонятно происхождение вектора K ,

задающего в течение момента импульса в звезду

5. На стр.50 вводится «...химические потенциалы..., приходящиеся на единицу массы». По определению (Ландау, Лифшиц, Статистическая физика, том 5 курса теор. физики) химический потенциал есть термодинамический потенциал, отнесенный к одной частице. Непонятен как физический смысл введенной величины, так и уравнение (3.4), которое используется в дальнейшем тексте.

6. При обезразмеривании линейной скорости на стр.51 используется производная угловой скорости координаты. При этом непонятно как можно рассматривать, в безразмерных переменных, релаксацию к постоянной угловой скорости, если при этом безразмерная линейная стремится к бесконечности.

7. Скорости реакций Урка процессов на стр. 61 пропорциональны различным степеням температуры, хотя ранее пренебрегался вклад температуры в давление. Непонятно откуда берутся для оценок значения температуры, когда уравнение энергии здесь не рассматривается. То же относится и к формуле для коэффициента вязкости (3.131) на стр. 73.

Перечисленные недостатки не умаляют научной и практической значимости работы. В своей диссертации автор продемонстрировал хорошую математическую подготовку, а также глубокое знание теории внутреннего строения нейтронных звезд. Результаты данной работы могут найти применение в различных научных учреждениях: АКЦ и Пушинская обсерватория ФИАН; ИКИ, ГАИШ, САО и др. Считаю, что диссертационная работа О.А. Гогличидзе отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а её автор заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 – астрофизика и звёздная астрономия.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Бисноватый-Коган Геннадий Семёнович,

25.04.2016.

д. ф.-м. н., профессор,
главный научный сотрудник ИКИ РАН, *отдел 164*
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная
84/32, тел. +7(495) 333-45-88,
Email: gkogan@iki.rssi.ru.

Подпись Г. С. Бисноватого-Когана заверяю,
учёный секретарь ИКИ РАН

д.ф.-м.н.

А.В. Захаров