

## ОТЗЫВ

Члена диссертационного совета Шибанова Юрия Анатольевича на диссертацию Гусакова Михаила Евгеньевича на «Динамические процессы в нейтронных звёздах», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия.

.Рассматриваемая диссертация посвящена выяснению взаимосвязи между фундаментальными физическими процессами, протекающими на микро- и макро-масштабах в нейтронных звездах (НЗ), и выяснению, как они могут проявляться в наблюдениях этих объектов. Такие исследования несомненно актуальны в свете непрерывно развивающейся технологии наблюдений НЗ и экспоненциально нарастающего массива разнообразных наблюдательных данных.

Одним из основополагающих результатов диссертации является развитие автором самосогласованной гидродинамической теории, описывающей макроскопические динамические явления в замагниченном, сверхтекучем и сверхпроводящем баринном веществе с учетом эффектов общей теории относительности, которые играют важную роль в условиях НЗ. С учетом взаимного превращения частиц в сверхтекучих смесях рассмотрен один из основополагающих параметров теории - объемная вязкость нуклонного и нуклон-гиперонного вещества. Исследовано затухание звука в таком веществе. Проведено обобщение гидродинамики сверхтекучих смесей на случай вращающихся, замагниченных НЗ, в которых существуют топологические дефекты типа вихри Фейнмана-Онзагера и Абрикосова.

.На этой основе детально исследованы глобальные колебания вращающихся и невращающихся сверхтекучих НЗ. Рассмотрен самосогласованный метод расчета полей скоростей и электрического поля в НЗ по заданному звездному магнитному полю. Предложен новый механизм ускоренной эволюции магнитного поля во внутренних слоях как нормальных, так и сверхпроводящих НЗ; обсуждается влияние этого механизма на эволюцию магнитного поля в магнитарах и обычных радио-пульсарах. Исследована физика аккрецированной коры НЗ, получены уравнения состояния ее вещества и проведен расчету энерговыделения в коре. Рассмотрены эффект динамического изменения нуклонной щели при движении вещества НЗ и его влияние на динамику НЗ, а также новый эффективный механизм нагрева миллисекундных пульсаров, связанный с торможением звезды, ее поджатием и возникновением в аккрецированной звездной коре неравновесных ядерных реакций, приводящих к выделению тепла и нагреву пульсара.

Полученные результаты могут быть использованы для интерпретации наблюдений НЗ. В частности, их тепловой эволюции, эволюции магнитного поля, и пока еще, к сожалению, редко детектируемых колебаний и слияний этих звезд, а также нагрева миллисекундных пульсаров. В конечном счете, это позволит получить новую информацию о фундаментальных физических свойствах сверхплотного и сильно замагниченного вещества, доступного только в НЗ, при сравнении теории с наблюдениями.

33-06-373 от 09.04.2024

Достоверность и новизна результатов не вызывает сомнений. Они опубликованы в 50-ти статьях в топовых рецензируемых международных физических и астрофизических журналах. Статьи хорошо цитируются и ряд результатов подтвержден в работах независимых исследователей. Автор несомненно является одним из ведущих специалистов международного уровня в данном направлении.

У меня имеется только два небольших замечания.

1. В настоящее время на основе наблюдений в УФ диапазоне, полученных группой Г.Г. Павлова, имеются достаточно веские указания на аномально высокую температуру поверхности миллисекундного пульсара J0437-4715, которая несовместима с предсказаниями сценариев пассивной тепловой эволюции НЗ для этого старого пульсара с характеристическим возрастом около 7 млрд. лет. Этот факт не упоминается в диссертации. Имело бы смысл указать насколько предложенный автором механизм нагрева миллисекундных пульсаров согласуется с данными наблюдениями.

2. На основании УФ наблюдений имеются также указания на аномально высокую температуру двух старых обычных радио-пульсаров B0950+08 и J2144—3933 (см., например, работы Абрамкина и др. 2021, 2023 и ссылки в них). Может ли предложенный механизм в какой-то мере обеспечить их нагрев?

Диссертация Гусакова Михаила Евгеньевича на тему: «Динамические процессы в нейтронных звёздах» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Гусаков Михаил Евгеньевич несомненно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

д.ф.м.н., ведущий научный сотрудник

Физико-технического института им. РАН

Шибанов Ю.А.

Дата 04.04.2024

Подпись Шибанов Ю.А. удостоверяю  
из отдела кадров ФТИ им. А.Ф.Иоффе

Султанов Э.М.  
04.04.2024

