

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Офенгейма Дмитрия Дмитриевича
«Модельно-независимый анализ эволюции нейтронных звезд»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия

Диссертация Д. Д. Офенгейма посвящена актуальной проблеме — изучению макро- и микрофизики нейтронных звезд (НЗ). НЗ представляют собой уникальные объекты: масса вещества, в 1.5-2 раза превышающая массу Солнца, заключена в шар диаметром ок. 25 км. Это приводит к совершенно необычным физическим условиям в недрах этих звезд. Такие условия невозможно создать в земной лаборатории, и поэтому возникает надежда, что, изучая НЗ, человечество сможет продвинуться в решении стоящих перед ним фундаментальных физических проблем. В первую очередь, речь идет о понимании физики сильных взаимодействий, но также могут быть обнаружены и абсолютно новые неожиданные явления.

Диссертация Д. Д. Офенгейма безусловно выполнена на мировом уровне, достигнутом в физике НЗ. Автор опирается на современные экспериментальные данные и наиболее актуальные общепризнанные теоретические модели. Где возможно, проведено сопоставление с работами предшествующих исследователей, проанализированы различные предельные случаи. Полученные в диссертации новые результаты критически обсуждаются. Все они апробированы и опубликованы в ведущих мировых физических и астрофизических журналах (таких как MNRAS, Phys. Rev. D). Видно, что представляемая работа есть результат большого и кропотливого труда. Приятное впечатление оставляет научное мастерство автора, проявляющееся в подходе к решению разноплановых физических задач, а также добротная, профессиональная манера изложения результатов.

Наиболее интересными из них лично мне представляется развитие методов ограничения масс и радиусов НЗ, исходя из теории их остывания, моделирование макроскопических барионных потоков в ядрах сильнозамагниченных НЗ, а также расчет скоростей слабых безлептонных процессов с учетом последних достижений физики сильных взаимодействий.

Автореферат хорошо отражает содержание диссертационной работы, однако возможно в силу его краткости, несвободен от некоторых недочетов и неясностей, которые хотелось бы прояснить:

1) На рис. 1 приводится сравнение аппроксимации и точного расчета энерговыделения в нейтрино за счет модифицированного урка-процесса в зависимости от массы НЗ в диапазоне от 1 до $2.8 M_{\odot}$ для 9 конкретных уравнений состояния (УС). Известно, что для многих УС при массе звезды, превышающей ок. $1.7 M_{\odot}$, разрешен прямой урка-процесс, который на много порядков мощнее и важнее модифицированного. Поэтому читателю было бы полезнее увидеть сравнение аппроксимации и точного расчета полного энерговыделения (прямой + модифицированный) для тех же УС. При этом нижняя панель графика по-прежнему позволила бы достоверно судить о точности аппроксимации.

2) На рис. 3 непонятно, что означает белый крест, а также не объяснено, почему автор не рассматривает область масс $<1 M_{\odot}$, куда явно продолжают белые контуры. Вызывает недоумение фраза «если максимальное теоретически допустимое значение f_{ℓ} окажется существенно ниже 100 (например, $\max f_{\ell} = 30$)». Представляется, что такое ограничение может возникнуть только при принципиально ином, чем сейчас, уровне понимания теоретиками всех аспектов сильного взаимодействия. Но даже принимая это ограничение, согласно рис. 3, масса звезды окажется либо $>1.95 M_{\odot}$, так что включится прямой урка-процесс, что будет противоречить парадигме минимального остывания, либо окажется $<1 M_{\odot}$, что, по-видимому, также считается невероятным. Т.о., остается неясным, какие выводы о пульсаре Вела можно на самом деле сделать из рис. 3.

3) На рис. 4 нанесена точка, отвечающая $f_{\ell} = f_c = 1$. Ввиду рис. 3 хотелось бы понять,

какие масса и радиус выбраны для RX J1856-3754 и почему.

4) На том же рисунке в допустимую область, отмеченную двойной штриховкой, попадает $f_c = 1$ (т. е. нейтроны несверхтекучие) при $f_i = 30$, т. е. нейтринное энерговыделение существенно усилено. За счет чего оно может быть так усилено?

5) В главе 3 при расчете потоков несверхтекучих барионов не указано, накладывались ли какие-либо граничные условия на границе кора-ядро, и, если да, то влияют ли они на результат.

6) В заключении сказано, что автором проведен анализ остывания 12 НЗ с *измеренными* возрастами. Хотелось отметить, что определение возраста НЗ, за исключением нескольких случаев, упомянутых в исторических хрониках, не является *измерением* в общепринятом смысле этого слова. Скорее, речь должна идти об оценках, выполненных с той или иной степенью правдоподобия.

Высказанные замечания ни в коем случае не умаляют многочисленных достоинств данной диссертации, вложенного в нее труда, ее качества и достоверности. Представленная работа является законченным научным исследованием, объем которого с запасом превышает требования, предъявляемые к кандидатским диссертациям. Сам Д. Д. Офенгейм несомненно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — астрофизика и звездная астрономия.

Кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
сектора теоретической астрофизики
ФТИ им. А. Ф. Иоффе
194021 Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 26
тел.: (812) 272-7180, email: baiko@astro.ioffe.ru

Байко Денис Алексеевич