

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки
Институт теплофизики Уральского
отделения Российской академии наук



В. Г. Байдаков

16 апреля 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Зубарева Сергея Николаевича **«Расчет производства энтропии некоторых типов звезд на основе BV-фотометрии»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Диссертационная работа Зубарева Сергея Николаевича посвящена разработке методики определения и расчету теплофизических характеристик звезд из данных астрономических наблюдений.

Актуальность работы.

Важной теплофизической характеристикой степени неравновесности процессов, происходящих в среде, является производство энтропии. Величина производства энтропии в сложных природных объектах дает информацию о том, как меняется степень неравновесности при их эволюции. Примером сложных природных объектов являются звезды. Знание производства энтропии у звезд разных типов и возраста способно дать новую информацию об их свойствах и эволюции. Несмотря на важность такой фундаментальной характеристики, как производство энтропии, её определение из экспериментальных данных для сложных природных объектов, в частности звезд, практически не проводилось. Нахождение производства энтропии в сложных неравновесных средах необходимо также для проверки справедливости различных экстремальных принципов неравновесной термодинамики. Поэтому тема диссертационной работы С.Н. Зубарева является весьма актуальной.

Научная новизна и значимость работы определяется тем, что диссертантом впервые на основании анализа очень большого числа астрофизических данных разработана методика расчета и определены теплофизические характеристики звездных объектов различных типов. Впервые для нескольких десятков тысяч звезд различного класса

получены данные о производстве энтропии, представляющие интерес для развития представлений об эволюции таких сложных природных объектах, как звёзды.

Среди полученных автором новых результатов можно выделить следующие:

1. В работе впервые предложена и реализована схема расчета производства энтропии звезд на основе данных о спектральных характеристиках наблюдаемого излучения звезд, определенных путем измерения энергии в определенных диапазонах электромагнитного спектра (BV-фотометрии).
2. Для десятков тысяч звезд разных возрастов и типов произведен расчет эффективной температуры, полного потока тепла, полного и удельного производства энтропии.
3. Впервые исследована зависимость производства энтропии от полного потока тепла и температуры у звезд различных типов.
4. Впервые обнаружено, что удельное (нормированное на объем) производство энтропии у звезд главной последовательности практически постоянно и лежит в диапазоне близких к солнечным значениям. Для звезд других типов удельное производство энтропии оказывается меньше.
5. Сделан вывод о том, что удельное производство энтропии можно рассматривать в качестве параметра, характеризующего наиболее устойчивое состояние при образовании и эволюции звезд.

Результаты работы развивают представления о физических закономерностях эволюции сложных природных объектах, находящихся вдали от термодинамического равновесия.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов определяется внутренней согласованностью полученных результатов, использованием апробированных и достоверных литературных данных, тщательным анализом погрешности данных.

Практическая значимость работы обусловлена тем, что ее результаты и созданный программный комплекс по расчету эффективной температуры и производства энтропии звезд могут быть использованы для определения релаксационных характеристик сложных систем по имеющимся спектроскопическим данным. Полученные данные полезны для проверки справедливости вариационных принципов неравновесной термодинамики.

Результаты диссертации могут быть рекомендованы к использованию в организациях, в которых проводятся исследования в области неравновесной термодинамики, теплофизических свойств веществ в экстремальных состояниях,

эволюции сложных систем, включая природные, в частности, в Объединённом институте высоких температур РАН (г.Москва), Физическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова (г.Москва), Южном федеральном университете (г. Ростов-на-Дону), Институте теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН (г. Новосибирск), Институте физической химии и электрохимии РАН (г. Москва).

Автореферат отражает содержание и результаты диссертации.

Результаты работы опубликованы в научных журналах и докладывались на конференциях.

Замечания и вопросы по диссертационной работе:

1. Для расчета теплофизических характеристик в диссертации использованы экспериментальные данные об излучении звезд в определенном спектральном диапазоне (BV-фотометрия). Чем обусловлен такой выбор? Можно ли для расчета производства энтропии использовать другие астрофизические данные?
2. В результате проведенных в диссертации расчетов получено приблизительное постоянство величины удельного (на единицу объема) производства энтропии у большинства звезд. С чем это связано? Почему постоянство наблюдается лишь у производства энтропии, нормированного на единицу объема?
3. В диссертации получен большой массив справочных данных о теплофизических характеристиках различных звездных объектах. Было бы полезно представить этот массив данных в виде таблиц.
4. Имеются некоторые замечания по стилю изложения диссертации и использованию терминологии. Так, например, термин «аттрактор» используется в диссертации для характеристики наиболее устойчивого состояния, тогда как этим термином принято обозначать притягивающее множество (в том числе и неустойчивых фазовых траекторий) в фазовом пространстве диссипативных динамических систем.

Указанные вопросы и замечания не снижают ценность диссертации и носят характер пожеланий для дальнейшей работы.

Таким образом, в диссертационной работе С.Н. Зубарева содержится решение задачи определения важных теплофизических характеристик сложных природных объектов на примере звезд по имеющимся экспериментальным фотометрическим данным. С использованием методов неравновесной термодинамики получены новые научные результаты, направленные на более глубокое понимание явлений, связанных с

возрастанием энтропии при эволюции сложных систем, находящихся вдали от термодинамического равновесия.

Диссертация С.Н. Зубарева является научно-квалификационной работой, направленной на исследование теплофизических свойств веществ в экстремальных состояниях для более глубокого понимания явлений, протекающих при тепловых процессах в природных физической системах. Работа соответствует паспорту специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника и удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждения учёных степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Зубарев Сергей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертационная работа С.Н. Зубарева и отзыв о ней обсуждены на семинаре лаборатории фазовых переходов и неравновесных процессов Института теплофизики УрО РАН 25.04.2016 г. (протокол № 4).

Заведующий лабораторией фазовых переходов
и неравновесных процессов,
доктор физ.-мат. наук, член-корр. РАН

← Коверда Владимир Петрович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук,
620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 107а
Тел. (343)26788809, e-mail: koverda@itp.uran.ru

« 26 » апреля 2016 г.

Подпись В.П. Коверды заверяю:

Ст. инспектор по кадрам: По

Долова с.м.

