

## Отзыв научного руководителя о научной деятельности диссертанта

А.В. Карповой

Анна Викторовна Карпова начала заниматься научной деятельностью в ФТИ им. Иоффе РАН в 2008 году с 3-го курса учебы в Санкт Петербургском Государственном Политехническом Университете на кафедре «Космические исследования». Её бакалаврская диссертация была посвящена рассмотрению моделей образования колец в планетарных туманностях. Темой её магистерской диссертации было теоретическое исследование нейтринных потерь энергии в первичной космологической плазме с учетом распада плазмонов. Затем Анна Викторовна занималась вычислением радиальных матричных элементов атомных переходов в рамках аппарата угловых моментов.

Последние три года учебы в аспирантуре она посвятила рентгеновским наблюдениям пульсаров и связанных с ними пульсарных туманностей и остатков сверхновых, что в конечном счете явилось темой её кандидатской диссертации. Эта задача является частью большого проекта многоволновых исследований пульсаров и пульсарных туманностей в различных диапазонах длин волн, осуществляемого в ФТИ им. Иоффе. Такие исследования, включающие наблюдения в радио, инфракрасном, оптическом, рентгеновском и гамма диапазонах, активно проводятся различными исследовательскими центрами в России и за рубежом. Несмотря на то, что пульсары были открыты около пятидесяти лет назад в радиодиапазоне, и в настоящее время число известных радио-пульсаров превышает 2500, до сих пор нет общепринятой самосогласованной картины физических процессов ответственных за их излучение. В частности, теоретические модели, объясняющие свойства принимаемого излучения в одном диапазоне, как правило, не в состоянии объяснить свойства излучения в других диапазонах. Вместе с тем, число пульсаров, исследованных во всех упомянутых диапазонах, весьма невелико, что затрудняет построение адекватной теории. Имеется острая необходимость в увеличении числа таких объектов. Также не вполне ясна картина образования и эволюции туманностей пульсарного ветра. Весьма ценную информацию о параметрах нейтронных звезд дает исследование остатков сверхновых, при взрыве которых они образовались. Одновременное детектирование нейтронной звезды и её родительского остатка сверхновой является достаточно редким явлением. В этом случае появляются уникальные возможности получать дополнительные ограничения на ключевые параметры пульсара, такие как возраст, расстояние, скорость движения и др. Исследование самих остатков представляет отдельную тему,

связанную с эволюцией звезд, межзвездной среды и генерации космических лучей высоких энергий.

Этим продиктована актуальность исследований, проведенных А.В. Карповой. Они сконцентрированы на рентгеновских наблюдениях двух новых гамма-пульсаров и их туманностей, недавно открытых космической обсерваторией им. Ферми, одной необычной пульсарной туманности, в центре которой имеется точечный объект, предположительно являющимся нейтронной звездой, и плохо исследованного остатка сверхновой, возможно содержащего пока не найденную нейтронную звезду.

Вся работа была проведена А.В. Карповой во время учебы в аспирантуре, в которую она поступила в октябре 2012 г. сразу после окончания Политехнического университета. В основном в диссертации использованы архивные наблюдательные данные, большая часть которых не была опубликована или была не до конца проанализирована. Однако есть и оригинальные наблюдения, полученные нашей группой с помощью орбитальной рентгеновской обсерватории XMM-Newton. Анна Викторовна внесла определяющий вклад на важных этапах первичной обработки и калибровке большого массива полученных данных, их пространственном, временном и спектральном анализе. Наравне с другими коллегами, она занималась интерпретацией результатов и их сопоставлением с имеющимися данными в других диапазонах. Поэтому она по праву является первым автором в большинстве работ, вошедших в диссертацию. В результате, были достаточно точно определены параметры исследованных пульсаров, кандидатов в пульсары и их туманностей. Измерены температуры нейтронных звезд и проведено их сравнение с теориями остывания этих объектов. Получены новые верхние пределы на фракцию пульсирующей компоненты рентгеновского излучения для двух кандидатов в пульсары. Впервые исследована морфология, определен тип, химический состав излучающего вещества остатка сверхновой и указано, что по результатам наблюдений взрыв сверхновой произошел вблизи скачка плотности окружающей межзвездной среды. Получены веские свидетельства, что яркий точечный объект в ее поле, рассматривавшийся как кандидат в пульсары, скорее всего является катаклизмической переменной, а не нейтронной звездой. Найден другой кандидат в нейтронные звезды в этом остатке, для подтверждения которого необходимы дальнейшие более глубокие наблюдения.

В процессе работы над диссертацией Анна Викторовна успешно освоила различные методы анализа рентгеновских данных, получаемых на космических обсерваториях Chandra и XMM-Newton, и получила новые

результаты в рассматриваемой области, которые и выносятся на защиту. Считаю, что её квалификация вполне соответствует уровню квалификации искомой степени кандидата физико-математических наук по рассматриваемой специальности.

Данная область быстро развивается, в ней имеется сильная конкуренция. Необходимо работать достаточно интенсивно, чтобы не упустить приоритет. В связи с этим, отмечу, что при участии А.В. Карповой продолжаются более глубокие рентгеновские исследования одного из гамма-пульсаров, рассмотренных в диссертации, а также еще одного нового гамма-пульсара, еще не отождествленного в рентгеновском диапазоне. Она участвует в обсуждениях новых перспективных объектов исследования и подаче соответствующих заявок на наблюдения. Кроме включенных в защиту публикаций, по данной теме у неё есть ещё две статьи в рецензируемых международных научных журналах, находящиеся в стадии публикации. Таким образом, у А.В. Карповой имеется хороший задел для успешного продолжения научной карьеры.

Научный руководитель  
д. ф.-м. н.

Ю.А. Шибанов

Ученый секретарь ФТИ им. А.Ф. Иоффе,  
д. ф.-м. н.

А.П. Шергин