

1) **А.Лутовинов, Р.Кривонос, С. Мольков**

2) Цикл работ

Обнаружение одной из самых далеких нейтронных звезд в нашей Галактике

3) *Tsygankov S., Lutovinov A., Krivonos R., Molkov S., et al.* NuSTAR discovery of a cyclotron absorption line in the transient X-ray pulsar 2S 1553–542 // MNRAS. 2016. V.457. P.258—266;

Lutovinov A., Buckley D., Townsend L. et al. 2S 1553–542: a Be/X-ray binary pulsar on the far side of the Galaxy // MNRAS. 2016. V.462. P.3823—3829.

4) Определение физических параметров, класса оптического компаньона и расстояния до рентгеновских объектов с использованием данных широкополосных наблюдений.

5) Измерены магнитное поле, темп ускорения вращения нейтронной звезды, определен класс оптической звезды-компаньона и расстояние до рентгеновского пульсара 2S 1553-542. Система находится примерно в 20 килопарсеках от Земли, на дальней окраине Галактики, предположительно в рукаве Стрельца, и состоит из быстро вращающейся нейтронной звезды (период пульсаций составляет около 9.3 с) с магнитным полем 3×10^{12} Гаусс и горячей звезды класса B1-2V, окруженной диском вращающегося вещества.

6) Исследования проводились с помощью рентгеновских космических обсерваторий «Chandra», «Swift», «Fermi» и «NuSTAR» (НАСА), наземного оптического Большого Южно-Африканского телескопа SALT (Southern African Large Telescope) и инфракрасного обзора неба VVV (VISTA Variables in the Via Lactea), выполняемого телескопом VISTA Европейской южной обсерватории (ESO) в Чили.

7) Рентгеновский источник 2S 1553-542 известен с 1975 г. За 40 лет наблюдений он лишь трижды вспыхивал на небе на непродолжительное время. Вообще, если яркость такого объекта резко растёт, это означает, что нейтронная звезда в какой-то момент времени аккрецирует больше вещества со звезды-компаньона. И хотя самой звезды-компаньона до последнего времени обнаружить не удавалось, на основании особенностей вспышечного поведения ее предварительно классифицировали как оптическую звезду класса Be. Последняя вспышка произошла в начале 2015 г., за ней в режиме мониторинга наблюдали с помощью обсерваторий «Fermi» и «Swift», работающих в жестком рентгеновском диапазоне энергий. Одновременно, по заявкам российских

ученых, были проведены высокоточные наблюдения с помощью рентгеновских обсерваторий «Chandra» и «NuSTAR».

Благодаря полученным данным удалось впервые измерить величину магнитного поля нейтронной звезды (3×10^{12} Гаусс) и определить темп ускорения ее вращения, а по особенностям рентгеновского излучения — оценить расстояние до системы в 20 ± 4 кпк (т.е. она расположена практически на противоположном краю Галактики).

Кроме того, наблюдения с помощью обсерватории «Chandra» позволили впервые точно определить координаты источника. Они стали предпосылкой ко второму этапу исследований — к поиску оптической звезды-компаньона пульсара в двойной системе и независимому определению расстояния до нее. Чтобы найти звезду-компаньон были проведены оптические наблюдения этого участка неба с помощью телескопа SALT и использованы данные VVV — обзора неба в инфракрасном диапазоне длин волн. Первый результат оказался неожиданным: в непосредственной близости от рентгеновского источника удалось обнаружить сразу пять звезд, при этом некоторые из них не регистрировались в оптике, а другие, наоборот, — в инфракрасных лучах.

Дальнейший анализ показал, что спектр одной из звезд очень похож на спектры уже известных бело-голубых звезд класса Ве. Более того, как выяснилось, эту звезду окружает диск из быстровращающегося вещества, характерного для таких объектов. Именно она и оказалась компаньоном рентгеновского пульсара 2S 1553-542. Интересно отметить, что звезду не видно на оптических картах, полученных с помощью телескопа SALT, при этом она прекрасно регистрируется в инфракрасных лучах. Причина в том, что звезда находится на достаточно большом расстоянии, и ее оптическое излучение практически полностью поглощается межзвездным газом и пылью. В ходе сравнения с подобными объектами удалось точнее определить класс звезды — В1-2V, а это в свою очередь позволило независимо оценить расстояние до двойной системы — более 15 кпк. Полученный результат прекрасно согласуется с рентгеновскими наблюдениями, которые дают расстояние в 20 кпк. На основании проведенного анализа был сделан вывод: двойная система 2S1553-542 расположена на противоположном краю Млечного пути, как минимум в рукаве Щита-Центавра, а скорее всего дальше — в рукаве Стрельца.

Таким образом, удалось установить самую далекую из известных на сегодняшний день нейтронных звезд в нашей Галактике. Более того, комплексное исследование с использованием данных в разных областях электромагнитного спектра, а также примененные методы и подходы открывают новые возможности для поиска и изучения далеких объектов Галактики.