

## Заявка на конкурс научных работ ИКИ 2016-2017 гг.

*Автор:* Гварамадзе В.В.

*Статья:* V.V. Gvaramadze, N. Langer, L. Fossati, D.C.-J. Bock, N. Castro, I.Y. Georgiev, J. Greiner, S. Johnston, A. Rau, T.M. Tauris. *A solar-type star polluted by calcium-rich supernova ejecta inside the supernova remnant RCW 86*, 2017, *Nature Astronomy*, 1, 0116

Аннотация: Грушеобразная форма молодого остатка сверхновой RCW 86 может быть объяснена как результат взрыва сверхновой на краю "пузыря", образованного ветром движущейся массивной звезды – предшественницы сверхновой. Из этого следует, что звездный остаток сверхновой -- нейтронная звезда -- должен находиться в центре оптической арки на юго-западе RCW 86. Используя данные рентгеновской обсерватории Chandra, мы (Gvaramadze & Vikhlinin, 2003, *A&A*, 401, 625) обнаружили два рентгеновских источника в предсказанном месте. Один из найденных источников, [GV2003] S, оказался обычной звездой, а спектральные характеристики второго источника, [GV2003] N, указывали на то, что он может быть молодой нейтронной звездой -- пульсаром. Если [GV2003] N действительно является нейтронной звездой, то она должна быть очень слабым источником оптического излучения, т.е. на ее месте не должно быть звезды ярче 27-й звездной величины. Но на изображении [GV2003] N, полученном нами в 2010 г. с помощью 8-м телескопа VLT Европейской южной обсерватории (Чили), была обнаружена звезда 21-й звездной величины точно на месте рентгеновского источника, что могло означать то, что [GV2003] N не является нейтронной звездой. Для того чтобы определить природу оптической звезды, мы получили ее изображения в семи фильтрах с помощью фотометра GROND на 2.2-м телескопе Европейской южной обсерватории (Чили). Спектральное распределение энергии этой звезды показало, что она является звездой солнечного типа (G-звездой). Но поскольку рентгеновская светимость G-звезды должна быть намного меньше измеренной светимости [GV2003] N, нами был сделан вывод, что мы имеем дело с двойной системой, состоящей из нейтронной звезды (видимой в рентгене как [GV2003] N) и G-звезды (видимой в оптике). Для проверки гипотезы, что [GV2003] N является двойной системой, нами в 2015 г. были получены четыре спектра G-звезды с помощью VLT. Измерения показали, что радиальная скорость этой звезды сильно изменилась в течение одного месяца, а анализ этих изменений показал, что они могут быть объяснены, если орбита двойной системы является вытянутой, а орбитальный период системы меньше 40 дней. Полученный результат подтвердил, что [GV2003] N является нейтронной звездой и что остаток сверхновой RCW 86 образовался в результате взрыва сверхновой на краю пузыря, образованного ветром движущейся массивной звезды -- предшественницы сверхновой. Это имеет важное значение для понимания структуры некоторых пекулярных

остатков сверхновых, а также для поиска находящихся в них нейтронных звезд. Более того, моделирование спектра G-звезды позволило определить обилие ряда элементов в ее атмосфере. Для большинства из них оно оказалось в несколько раз больше, чем на Солнце, а обилие кальция превышает солнечное в шесть раз. Последнее делает найденную нами G-звезду очень необычной, так как при взрыве "стандартных" сверхновых загрязнение кальцием должно быть незначительным. Это позволило нам утверждать, что сверхновая, породившая RCW 86, принадлежит к редкому типу сверхновых -- так называемых сверхновых богатых кальцием (Ca-rich supernovae). До недавнего времени наиболее популярной точкой зрения являлось то, что сверхновые этого типа являются результатом детонации гелия на поверхности белого карлика (маломассивной звезды). Полученные же нами результаты свидетельствуют в пользу того, что большое количество кальция может синтезироваться и при взрыве массивных звезд в двойных системах. Небольшой орбитальный период двойной системы означает, что примерно через десять миллиардов лет [GV2003] N превратится в маломассивную рентгеновскую двойную (low-mass X-ray binary). Это делает [GV2003] N первым известным примером системы такого рода, находящейся в молодом остатке сверхновой.