

НОВЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАСС ПРАРОДИТЕЛЕЙ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ

АЛЛАХВЕРДИЕВ А.О., НОВРУЗОВА Х.И.

Институт Физики НАН Азербайджана

В данной статье предлагается новый метод для определения масс прародителей Белых карликов (БК), основанный на выявлении планетарных туманностей (ПТ) в молодых рассеянных скоплениях. Этот метод более надежен для определения границ масс прародителей БК и нейтронных звезд (НЗ), он свободен от неопределенностей теоретических расчетов по остыванию БК.

До сих пор в основном граница масс между прародителями БК и НЗ определялась по наблюдениям БК в рассеянных скоплениях (РС). Для этого необходимо найти БК с высокой температурой (т.е. недавно образовавшийся) в молодом РС. Найденный таким путем верхний предел массы прародителей БК равен $8^{+3}_{-2} M_{\odot}$ [1]. Но этот метод имеет существенный недостаток, вызванный тем, что, во-первых, БК доступны оптическим наблюдениям только на сравнительно близких расстояниях и, во-вторых, сильно зависит от ошибок в теоретических расчетах кривых остывания БК. Действительно, БК можно наблюдать только в пределах несколько сот парсек, в то время как ПТ, благодаря ее радиоизлучению, можно обнаружить на гораздо больших расстояниях вплоть до 10 кпс (известна ПТ даже в Магеллановых Облаках, расстояние до которых примерно 50 кпс.).

Но ПТ в рассеянных скоплениях очень редки, так как время жизни ПТ, даже массивных, очень мало, порядка 10^4 лет [2]. А белые карлики имеют время остывания $\sim 4 \cdot 10^7$ лет [3], поэтому, хотя пространственная плотность их числа очень велика, но объем, в котором их возможно обнаружить, наоборот, очень мал. Ситуация усугубляется еще и тем, что при чисто наблюдательном подходе к решению проблемы, не все пары БК-РС и ПТ-РС подходят для решения поставленной задачи. Необходимо найти такие пары, чтобы массы звезд в рассеянных скоплениях в точке поворота с главной последовательности были бы не ниже $6-8 M_{\odot}$, что соответствует времени жизни звезд $\sim (3-6)10^7$ лет, а эта величина очень близка теоретическому значению времени остывания БК. Пары с массой в точке поворота ниже приведенного интервала нас не интересуют, поскольку уже точно известно, что все такие звезды в конце своей эволюции превращаются в маломассивные БК. Это обусловлено тем, что в ходе эволюции такие звезды теряют до 90% своей первоначальной массы [4].

Теоретические расчеты для этого случая не совсем годятся. Это связано с очень большим числом неопределенных параметров, используемых в теоретических расчетах эволюции звезд, что естественно приводит к большому разбросу определяемых предельных масс прародителей БК (от $5 M_{\odot}$ до $10 M_{\odot}$) (см., например, [5]).

До сих пор обнаружено лишь 6 ассоциаций БК-РС, где масса в точке поворота больше $4 M_{\odot}$: одна ПТ в Плеядах, две в РС NGC 2168 и остальные в РС NGC 2556 [1]. Значение массы в точке поворота в Плеядах и NGC 2168 $\leq 5 M_{\odot}$, а в NGC 2556 около $4 M_{\odot}$ [6].

Поскольку время жизни наиболее массивных звезд в этих скоплениях сравнимо или меньше времени остывания БК и имеются неопределенности в вычислении температур БК и возрастов РС, то мы можем только с большой неопределенностью допускать, что прародители указанных БК имели массы $\geq 5-6 M_{\odot}$. Следует отметить, что до сих пор не наблюдались связи белых карликов с РС, которые указали бы на массу прародителя БК большую, чем $6 M_{\odot}$.

Для применения нашего метода мы искали данные о совпадающих парах ПТ-РС из каталогов [7] для РС, а для ПТ – из каталога [8]. Данные приведены в Таблице 1. Найденны всего 6 проецирующихся пар, но две пары ПТ-РС: ПТ М3-20 в РС Trumpler

31 и ПТ VV3-4 в РС IC4725 не включены в Таблицу 1, так как в обоих случаях известно, что РС находится гораздо ближе, чем ПТ.

Расстояния до РС взяты из [7], а для ПТ мы выбрали из литературы [9,10].

Табл. 1 Пространственно совпадающие РС и ПТ

Название РС	l ($^{\circ}$)	b ($^{\circ}$)	α_{1950} (h m)	δ_{1950} ($^{\circ}$ $'$)	D (кпс)	θ ($'$)	$\log \tau$
NGC 2453	243.33	-0.94	07 45.6	-27 12	1.5	5	7.6
NGC 2818	261.98	+8.59	09 14.0	-36 24	3.2	9	8.8+9.
Lynga 5	324.82	-1.19	15 38.1	-56 28	-	5	-
NGC 6281	347.82	+2.01	17 01.4	-37 50	0.6	8	8.3

Название РТ	l ($^{\circ}$)	b ($^{\circ}$)	α_{1950} (h m)	δ_{1950} ($^{\circ}$ $'$)	D (кпс)	θ ($'$)	
NGC 2452	243.	-1.1	07 45.39	-27 12.6	2.6+3.1	2.9	
NGC 2818	261	+8.1	09 14.01	-36 25.2	3.2	1.2	
He 2-133	324	-1.1	15 38.04	-56 26.8	1.5	1.3	
PN Ca2-16	347	+1.1	17 01.16	-37 49.1	-	3.0	

Из Таблицы 1 можно заключить, что существует только одна надежно связанная пара РС NGC 2818 – ПТ РК 261+8.1, которая, к сожалению, не может быть использована из-за большого возраста РС (масса, соответствующая точке поворота около $2 M_{\odot}$).

Установление принадлежности ПТ к рассеянному скоплению может пролить свет и на связь между различными параметрами ПТ и ее центральной звезды с массой прародителя. Поэтому мы искали возможные пары ПТ с рассеянными скоплениями различных возрастов и пары ПТ с шаровыми скоплениями, используя каталоги [3,7]. Мы нашли одну новую ассоциацию ПТ РК 65-27.2 с шаровым скоплением NGC 7078 (M15).

Новая ПТ SMP 83 в Большом Магеллановом Облаке, обнаруженная в [11], по всем признакам имеет прародителя с массой более $6 M_{\odot}$. Но, к сожалению, она не относится к известным РС, чтобы точно определить массу ее предшественника по предложенной нами методике.

Мы также рассмотрели ближайшие ПТ с массивными центральными звездами ($> 1 M_{\odot}$). Данные о них приведены в Таблице 2. К сожалению, ни одна из этих ПТ также не входит в РС.

Таблица 2. ПТ с массивными ядрами

Название	l ($^{\circ}$)	b ($^{\circ}$)	d_1 (кпс)	d_2 (кпс)
----------	-----------------------	-----------------------	----------------	----------------

He2-99	309	-4.1	<3.0	3.7
He2-25	275	-3.1	<3.7	0.8
M1-26	358	-0.2	<3.8	1.0
M1-40	8	-1.1	<3.3	1.8
NGC 6537	10	+0.1	2.1	0.9
IC 5117	89	-5.1	0.8	1.3

d_1 – расстояние из [12,13]

d_2 – расстояние из [13]

Таким образом, хотя рассмотренные пары ПТ-РС и не помогли уточнить предельную массу предшественников белых карликов, тем не менее, поиск и установление реальных связей планетарных туманностей с рассеянными скоплениями очень важен для исследования физических параметров планетарных туманностей, их ядер и предшественников. Мы надеемся, что предложенный нами метод определения верхнего предела массы предшественников БК (что является нижним пределом масс прародителей НЗ) позволит в будущем решить проблему нахождения граничной массы между предшественниками белых карликов и нейтронных звезд, если будут обнаружены тесные связи ПТ с такими рассеянными скоплениями, в которых масса звезд в точке поворота будет иметь большие значения.

-
- [1] *Weidemann V.* 1999 *Ann.Rev. Astron.Astrophys.*, 28, 103
 - [2] *Pottash S.R.* 1984, *Planetary Nebulae*, Dordrecht: D.Raidel Publ. Comp
 - [3] *Webbink R.F.* 1995, *IAU Symp.* 113, "Dinamics of StarClusters", eds. J.Goodman and P.Hut, p.541
 - [4] *Гусейнов О.Х. и Новрузова Х.И.* 1974, *Астрофизика*, 10, 273
 - [5] *Nomoto K.*, 1984, *Astrophys.J.*, 277, 791
 - [6] *Schaerer D., Charbonnel C., Maynet G., Maeder A., and Schaller G.*, 1993, *Astron.Astrophys.Suppl.*, 102, 399.
 - [7] *Lynga G.* 1987, *Catalogue of Open Clusters*, 5th edition, Lund Observatory
 - [8] *Acker A., Marcout J. and Ochsenbein F.* 1980, "Strasbourg Catalogue of Galactic Planetary Nebulae", *CDS Bull.*, The Atlone Press, 18, 24
 - [9] *Amnuel P.R., Guseimov O.H. and Rustamov Y.S.* 1989, *Astrophys. Space Sci.*, 154, 21
 - [10] *Zhang C.Y. and Kwok S.*, 1993, *Astrophys.J.Suppl.*, 88, 137
 - [11] *Dopita M.A., Ford H.C., Bohlin R., Evans I.N. and Meatheringhem S.J.* 1993, *Astrophys.J.*, 418, 804
 - [12] *Shaw R.A. and Kaler J.B.* 1999 *Astrophys.J.Suppl.*, 69, 495
 - [13] *Cahn J.H., Kaler J.B. and Stanghellini L.*, 1992 *Astron.Astrophys.Suppl.*, 94, 399

**AĞ CİRTDANLARIN ƏCDADLARININ KÜTLƏSİNİ
TƏYİN ETMƏK ÜÇÜN YENİ METOD**

ALLAHVERDİYEV Ə.O., NOVRUZOVA H.İ.

Bu işdə ağ cırtıdanları doğuran ulduzların kütlələrini tapmaq üçün planetar dumanlıqların gənc açıq ulduz toparlarında müşahidə olunmasına əsaslanan yeni üsul təklif olunmuşdur. Bu metod ağ cırtıdanların və neytron ulduzlarının əjdadlarının sərhəd kütləsini müəyyən etmək üçün daha güvənli olub, ağ cırtıdanların soyumasının nəzəri hesablamalarındakı qeyrimüəyyənliklərdən azaddır.

NEW METHOD FOR THE DETERMINATION OF MASS OF PROGENITORS OF WHITE DWARFS

ALLAKHVERDIEV A.O., NOVRUZOVA H.I.

In this paper we propose the new method for the determination of masses of white dwarfs progenitors, which is based on the revealing of planetary nebulae in young open clusters. This method is more reliable for the determination of mass boundary between the white dwarfs' and neutron stars' progenitors and it is free from the uncertainties in theoretical calculations on cooling of white dwarfs.

**Formatı: 60x84, 1/8. Həcmi: 31,5 c. v.
Ofset üsulu ilə çap olunmuşdur.
Sifariş: 77. Tiraaj: 200**

**«Qızıl Şərq mətbəəsi» ASC
Həzi Aslanov küç. 80**