

ASTROFİZİKA

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ В ПЛАНЕТАРНЫХ
ТУМАННОСТЯХ

Р.Э.ГУСЕЙНОВ, К.И.АЛЫШОВА, Н.Я.МИРЗОЕВА

*Бакинский Государственный Университет**alisheva_k@hotmail.com*

Были вычислены коэффициенты заполнения для планетарных туманностей. Была получена зависимость между средней квадратичной электронной концентрацией и электронной концентрацией. Оказалось, что для большинства туманностей коэффициент заполнения близок к единице.

Как известно, видимость планетарных туманностей в различных формах зависит от свойств заполнения их ионизованным веществом. Эта зависимость выражается коэффициентом заполнения. В первом приближении коэффициент заполнения ε оценивается на основании формы туманности: если сфера полностью заполнена ионизованным веществом, тогда $\varepsilon=1$, если заполнена наполовину, то $\varepsilon=1/2$, если заполнена больше половины, то $1/2 < \varepsilon < 1$, если заполнена меньше половины, то $\varepsilon < 1/2$.

Мы предлагаем следующий метод оценки ε . В работах [1,2] для радиуса центральной звезды планетарной туманности была найдена следующая формула

$$R_*^2 = \frac{2 \cdot 10^{-27} n_e^2 \varepsilon R^3 \sum_{i=3}^{10} i^2 A_i b_i e^{x_i/kT_e}}{T_*^3 T_e^{3/2} \sum_{n=0}^2 e^{-(n+1)x_0} \left[\frac{x_0^2}{n+1} + \frac{2x_0}{(n+1)^2} + \frac{x_0}{(n+1)^3} \right]}. \quad (1)$$

В (1) n_e , T_e - электронная концентрация и электронная температура туманности, T_* - эффективная температура центральной звезды, R - радиус туманности, $x_0 = \frac{h\nu_0}{kT_*}$ (ν_0 - частота на границе лаймановской се-

рии), A_{12} – эйнштейновский коэффициент спонтанных переходов, b_i – множитель для учета отличия от термодинамического равновесия, $b_i e^{x_i/kT_e}$ – оценивается с помощью таблицы Ситона [4].

Если обратить внимание на формулу (1), то можно увидеть, что в эту формулу ϵ входит как множитель. При наличии другого метода определения радиуса центральных звезд, приравняв (1) с этим выражением для радиуса, можно оценить коэффициент заполнения ϵ .

Рассмотрим другой метод определения радиуса центральных звезд. Общеизвестно, что светимость звезды L определяется по

$$L = 4\pi R_*^2 \sigma T_*^4, \quad (2)$$

где R_* - радиус, T_* - эффективная температура звезды.

С другой стороны, светимость определяется как

$$L = 4\pi d^2 H_\Sigma F(H_\beta), \quad (3)$$

где d – расстояние до планетарной туманности, $F(H_\beta)$ - поток излучения туманности в линии H_β , а H_Σ - множитель для учета полного потока излучения туманности в области $\lambda > 912 \text{ \AA}$.

Из формул (2) и (3) для радиуса центральной звезды получим,

$$R_*^2 = \frac{d^2 H_\Sigma F(H_\beta)}{\sigma T_*^4}. \quad (4)$$

Из формул (1) и (4) будем иметь

$$n_e \epsilon^{1/2} = 4.8 \cdot 10^{-20} \left[\frac{F(H_\beta) t^{0.88}}{d \theta^3} \right]^{1/2}, \quad (5)$$

где $t=10^4 T_e$ (T_e – электронная температура туманности), $R = \theta d$ - радиус туманности, θ – угловой радиус.

Таким образом, полученное нами последнее выражение совпадает с выражением, полученным из [5].

Итак, мы можем, оценить коэффициент заполнения из (5). Результаты вычислений представлены в таблице.

Таблица

Коэффициент заполнения в планетарных туманностях

№	Туманность	Te, К	$F(H\beta)_{теор} \cdot 10^6$	θ''	d , кпс	$n_e \varepsilon^{1/2} 10^3 \text{ см}^{-3}$	$n_e 10^3 \text{ см}^{-3}$	ε
1	NGC 40	8500	0,12	18,2	0,8	1,28	1,30	0,97
2	NGC 1360	18000	0,11	214,00	0,55	0,05	0,05	1,06
3	NGC 1535	11000	0,05	9,2	1,5	1,85	4,20	0,19
4	NGC 2003	12000	0,01	3,3	1,9	3,76	6,70	0,31
5	NGC 2392	13000	0,01	23,0	0,5	0,30	3,40	0,01
6	NGC 2440	14000	0,10	16,2	1,6	1,20	2,50	0,23
7	NGC 2452	12000	0,01	9,8	3	0,63	2,00	0,10
8	NGC 2792	14000	0,04	6,5	2,5	2,41	3,00	0,65
9	NGC 2867	12000	0,07	7,6	2	2,60	2,50	1,08
10	NGC 3132	9500	0,06	28,0	0,67	0,54	1,00	0,29
11	NGC 3211	12000	0,02	8,0	2,5	1,12	0,90	1,54
12	NGC 3242	11000	0,20	20,0	0,76	1,64	3,30	0,25
13	NGC 4361	23000	0,03	40,0	1,4	0,24	0,30	0,64
14	NGC 5315	9000	0,15	3,1	1,3	16,95	30,00	0,32
15	NGC 5882	9000	0,11	7,2	1,3	3,91	4,00	0,96
16	NGC 6210	10 000	0,11	8,5	0,2	8,16	7,50	1,18
17	NGC 6543	8300	0,31	10,0	1,7	3,42	4,00	0,73
18	NGC 6572	10500	0,41	7,3	0,7	10,85	20,00	0,29
19	NGC 6720	10 000	0,11	35,0	0,35	0,74	0,60	1,53
20	NGC 6741	11600	0,07	3,9	1,4	8,20	10,00	0,67
21	NGC 6778	10 000	0,02	8,0	1	1,51	1,70	0,79
22	NGC 6790	12000	0,11	3,7	1,2	12,48	15,00	0,69
23	NGC 6853	12000	0,41	165,00	0,25	0,18	0,20	0,81
24	NGC 6886	13000	0,03	3,7	2	5,64	12,00	0,22
25	NGC 7008	13000	0,07	38,6	1,1	0,33	0,30	1,23
26	NGC 7009	9000	0,24	13,4	0,6	3,37	8,00	0,18
27	NGC 7026	9500	0,12	5,6	2,3	4,69	9,50	0,24
28	NGC 7027	14000	1,51	4,0	1	48,83	80,00	0,37
29	IC 418	8500	0,50	6,2	0,42	18,07	14,00	1,66
30	IC 1747	10 000	0,03	6,4	3	1,78	3,80	0,22
31	IC 2165	13000	0,05	3,85	1,9	6,33	5,00	1,60
32	IC 4997	18000	0,08	0,8	0,82	159,24	200,00	0,63
33	IC 5217	11000	0,03	3,4	1,5	6,42	10,00	0,41

№	Туманность	Te, К	$F(H\beta)_{\text{теор.}} \cdot 10^6$	θ''	d , кпс	$n_e \varepsilon^{1/2} \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$	$n_e \cdot 10^3 \text{ см}^{-3}$	ε
34	J 900	11500	0,03	5,5	2	2,98	7,00	0,18
35	HU 1-2	16000	0,03	4,1	1,5	5,72	9,00	0,40
36	NGC 2022	14000	0,02	9,85	1,3	1,24	1,40	0,78
37	NGC 2371	14500	0,01	27,0	0,53	0,36	1,30	0,08
38	IC 2448	12500	0,02	4,65	1,6	3,30	3,00	1,20
39	NGC 3587	10 000	0,03	101	0,43	0,07	0,20	0,14
40	NGC 6302	16500	0,66	22,3	0,3	4,81	7,30	0,43
41	NGC 6501	12000	0,03	32,0	1	0,28	0,56	0,26
42	NGC 6818	12000	0,05	9,4	1,65	1,82	2,80	0,42
43	NGC 6891	10000	0,04	6,3	1,1	3,18	4,40	0,52
44	NGC 6826	10700	0,11	12,7	1	2,11	2,50	0,71
45	NGC 6905	12000	0,02	23,5	0,9	0,34	1,10	0,10
46	IC 351	12000	0,00	3,5	3	1,83	3,50	0,27
47	IC 3568	11000	0,03	6,0	0,8	3,83	7,00	0,30
48	J 320	12000	0,01	3,2	1	4,82	8,70	0,31
49	He 2-131	7000	0,12	3,0	1	15,85	18,00	0,77
50	Hb 12	13000	0,10	0,45	1,4	274,17	400,00	0,47
51	Cn 3-1	8000	0,01	2,30	2,2	5,09	7,20	0,50
52	NGC 2438	12000	0,03	34,0	2	0,18	0,20	0,79
53	NGC 6072	12000	0,04	35,0	1,8	0,22	0,30	0,54
54	NGC 6439	12000	0,02	2,6	1,3	7,64	20,00	0,15
55	NGC 6563	12000	0,02	22,6	0,8	0,48	0,90	0,28
56	NGC 6772	12000	0,03	56,0	1,3	0,10	0,20	0,25
57	NGC 6781	12000	0,05	53,0	1,5	0,14	0,35	0,15
58	NGC 6565	8000	0,02	4,8	1,3	2,69	7,00	0,15
59	NGC 6537	12000	0,19	3,7	2,5	11,37	17,50	0,42
60	NGC 246	12000	0,07	118,00	0,55	0,08	0,09	0,81

Из таблицы видно, что для туманностей NGC 2003, NGC 3132, NGC 3242, NGC 5315, NGC 6572, NGC 7026, NGC 6501, NGC 6563, IC 351, IC 3568, J 320 $\varepsilon = 1/2$, это видно и на фотографиях телескопических наблюдений (рис1. [7]а).

Для туманностей NGC 40, NGC 2867, NGC 1360, NGC 5882, NGC 6210 мы получили $\varepsilon = 1$. Это явно подтверждается из рисунка туманности NGC 2867 (рис1. [8]b)

Также на рисунках (рис1. [9]с) и (рис1. [10]d) можно увидеть, что для туманности NGC 7027 $1/2 < \varepsilon < 1$ и для туманности NGC 2392 $\varepsilon < 1/2$.

Из 60 -ти туманностей для 5 –ти коэффициент заполнения получился немного больше единицы (например, туманность IC 418). Из рисунка 1 е видно, что для туманности IC 418 $\varepsilon=1$, однако нами получено, что $\varepsilon=1,66$. Это связано с тем, что при определении некоторых параметров планетарных туманностей были допущены погрешности. Как видно из формулы (5), $n_e \varepsilon^{1/2} \sim d^{1/2} \theta^{3/2}$. Так, ошибка в определении d и θ приводит к еще большей погрешности ε .

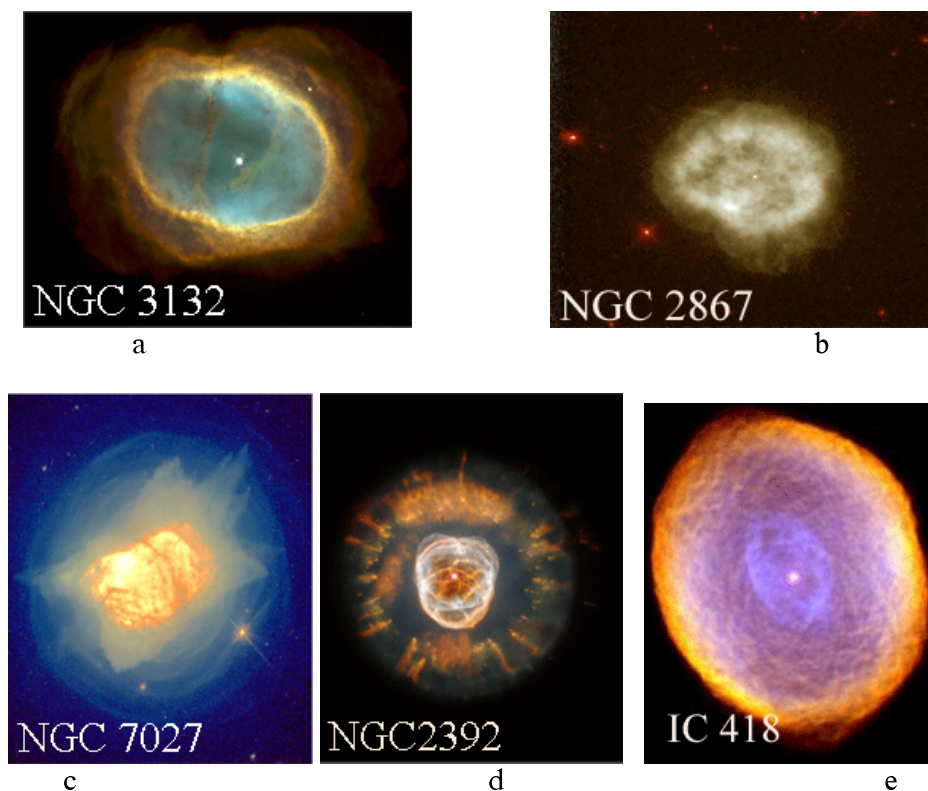


Рис.1. Видимость планетарных туманностей в различных формах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альшева К.И. Расчеты определения радиусов центральных звезд и других параметров. “Молодой физик”, научная конференция, посвященная 80-летию БДУ, 1999, матер.конфр. с. 8-9.
2. Гусейнов Р.Э., Альшева К.И. Определение радиусов центральных звезд планетарных туманностей. Тезисы докладов конф. школы ТУСИ-800, Циркуляр ШАО, 1998, №94, с.10-11.
3. Колесник И.Г., Пилюгин Л.С. Влияние двойственности звезд на формы планетарных туманностей. Астрон.ж., 1986, 63, №2, с.279-287.
4. Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. Москва, Наука, 1987, 528 с.

5. Потташ С.П. Планетарные туманности. Москва, Мир, 1987, 350 с.
6. Guseinov R.E., Alisheva K.I. Physical parameters of planetary nebulae and evolutionary tracks of these objects. Туси и современная астрономия. Международная конференция, 7 октябрь, 2001, матер.наук.ч.конфр., с.25-26
7. <http://space.rin.ru/articles/html/525.html>
8. <http://astrogalaxy.ru>
9. <http://astrolab.ru/cgi-bin/galery4.cgi>
10. <http://www.space.vsi.ru/betweenstars.htm>

**PLANETAR DUMANLIQLARDA
DOLULUQ ƏMSALININ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

R.Ə.HÜSEYNOV, K.İ.ALIŞEVA, N.Y.MİRZƏYEVA

XÜLASƏ

Planetar dumanlıqların doluluq əmsalı hesablanmışdır. Dumanlıqda orta kvadratik elektron konsentrasiyası ilə elektron konsentrasiyası arasında asılılıq alınmışdır. Məlum olmuşdur ki, baxılan dumanlıqların əksəriyyəti üçün doluluq əmsalı vahidə yaxındır.

**ESTIMATE THE COEFFICIENT
OF FILLING UP IN THE PLANETARY NEBULA**

R.E.GOUSEYNOV, K.I.ALISHEVA, N.Y.MIRZOYEVA

SUMMARY

Having calculations the coefficient of filling up of planetary nebula. Independence between middle quadratic electron concentration and electron concentration has been obtained. It became clear nearly all the nebula the coefficient of filling up is near to the unity.