

## СТАТИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТОНКОВОЛОКНИСТЫХ ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ТУМАННОСТЕЙ

*Б. П. Артамонов*

Произведен отбор тонковолокнистых отражательных туманностей по данным каталога отражательных туманностей Доршнера и Гюртлера. Сделано описание этих туманностей по Паломарскому атласу, исследовано их распределение по галактическим координатам и по угловым размерам. Изученные туманности, вероятно, принадлежат к газо-пылевому комплексу в Taurus, Orion и Scorpius (пояс Гулда). Установлено, что системы тонких волокон в туманностях ориентированы вдоль магнитного поля Галактики.

Filamentary reflection nebulae were selected from the Dorschner—Gürtler catalogue of reflection nebulae. A description of these nebulae is made according to the Palomar Sky Atlas; their distribution over the galactic coordinates and angular dimensions were studied. The studied nebulae are likely to belong to the gas and dust complex in Taurus, Orion and Scorpius (Gould's belt). The fine-filament systems in the nebulae are found to be oriented along the galactic magnetic field.

Изучение геометрии магнитного поля Галактики тесно связано с исследованием структуры Галактики, изучавшейся, в частности, по распределению газо-пылевых облаков, концентрирующихся к галактической плоскости. Эти облака на фотографиях выявляются в виде светлых и темных туманностей. Дополнительные сведения о структуре Галактики могут дать статистические исследования отражательных туманностей. Независимо разными авторами [1—6] были составлены каталоги отражательных туманностей, в которых приводятся их координаты, размеры в разных лучах, цветовые характеристики освещающих звезд. Подробные данные о распределении отражательных туманностей позволяют провести сравнение с распределением других объектов (темных туманностей, областей HII). Представляет интерес изучение характера связи отражательных туманностей с галактическим магнитным полем. Лучше всего эта связь прослеживается при изучении отражательных тонковолокнистых туманностей. Наблюдения нерадиальной поляризации в этих туманностях позволили предположить наличие магнитного поля, вдоль которого ориентированы волокна туманностей [7, 8].

1. В данной работе сделана попытка отобрать и исследовать отражательные туманности с тонковолокнистой структурой (типа туманностей в Плеядах) на основе каталога Доршнера и Гюртлера [4, 5]. Этот каталог охватывает 196 отражательных туманностей, изученных по Паломарскому атласу неба. При внимательном просмотре изображений всех указанных в каталоге отражательных туманностей по картам Паломарского атласа были выделены туманности, имеющие систему параллельных тонких волокон. Список тонковолокнистых отражательных туманностей, выделенных таким способом, приводится в таблице, которая составлена по данным каталога Доршнера и Гюртлера. В таблице указываются: номер

туманности по каталогу [4], экваториальные и галактические координаты, размеры туманности в угловых минутах в голубых ( $a'_b$ ) и красных ( $a'_r$ ) лучах.

Номер по каталогу Доршнера и Гюртлера	$\alpha$	$\delta$	$l''$	$b''$	$a'_b$	$a'_r$	Обозначение туманности по каталогам IC и NGC
7	1 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 9	+35° 21'	127° .1	-27° .1	—	—	—
10	2 47.4	+68 43	133.4	+ 8.5	6'×6'	5'×5'	—
20	3 36.0	+22 10	166.4	-26.1	90×90	65×65	IC336
26	4 01.1	+26 12	168.0	-19.2	28×22	28×22	—
34	4 27.0	+35 23	165.3	- 9.0	17×9	9×8	NGC 1579
70	5 36.4	+ 4 05	200.7	-14.1	22×17	8×8	—
89	6 05.6	- 6 13	213.6	-12.5	6×5	5×5	—
91	6 06.0	- 5 15	212.8	-11.9	6×4	6×4	—
92	6 06.1	- 6 30	213.9	-12.5	11×11	16×16	—
132	16 09.2	-19 20	354.6	+22.7	140×80	140×80	IC 4591
134	16 17.2	-19 56	355.5	+20.9	—	5×5	IC 4601a
135	16 17.7	-20 01	355.5	+20.7	22×20	6×6	IC 4601b
138	16 22.4	-24 21	352.9	+17.0	29×22	30×30	IC 4603
139	16 22.6	-23 20	353.8	+17.7	71×71	10×10	IC 4604
146	17 16.5	+ 6 09	27.7	+23.3	11×5	8×4	—
174	21 17.9	+64 47	102.8	+10.8	17×4	3×3	—
175	21 35.8	+67 57	106.4	+11.8	9×7	2×2	—
178	22 08.7	+73 20	112.0	+14.2	9×5	—	—
179	22 12.2	+69 59	110.1	+11.3	11×3	2×2	—

2. Ниже приводится краткое описание особенностей и вида туманностей, перечисленных в таблице.

- № 7. Туманность компактная, круглая. Волокна хорошо видны. Звезда в центре туманности.
- № 10. Волокнистая структура лучше видна в голубых лучах. Звезда расположена в стороне (к северу) от туманности.
- № 20. Плеяды. Туманность описана в работе [8].
- № 26. Волокна очень протяженные и имеют волнообразный характер. Туманность находится на краю больших светлых полей.
- № 34. Хорошо просматривается волокнистая структура.
- № 70. Волокна хорошо видны в голубых лучах. Центральное расположение звезды. Симметричная форма туманности, слегка вытянутая вдоль  $\alpha$ .
- № 89. Типичные волокна, хорошо видимые и в красных лучах. Туманность почти симметрична относительно звезды.
- № 91. Не очень четкая волокнистая структура, совершенно исчезающая в красных лучах, — вероятно, туманность со смешанным спектром.
- № 92. Волокна нечеткие, хорошо видны и в красных лучах.
- № 132. Большая туманность. Звезда на краю. Около звезды наблюдается волокнистая структура.
- № 134. Волокна — продолжение туманности № 132.
- № 135. Туманность на краю № 132, волокна соединяются с волокнами № 132.
- № 138. Симметричная туманность, волокна соединяются с одним из пучков волокон туманности № 139.
- № 139. Волокна расположены относительно звезды достаточно симметрично, но отдельными пучками, имеющими разное направление. Очень похоже на картину в Плеядах. Напрашивается вывод, что видим совместно несколько облаков с разным направлением локальных магнитных полей.

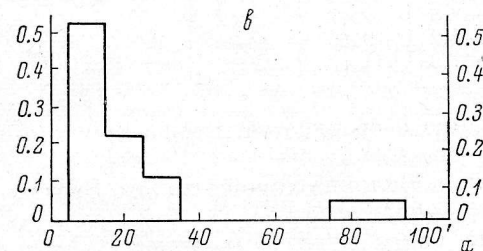
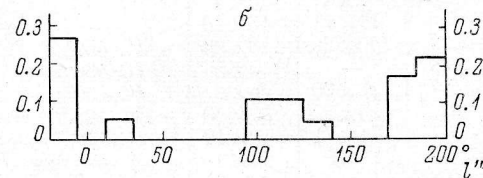
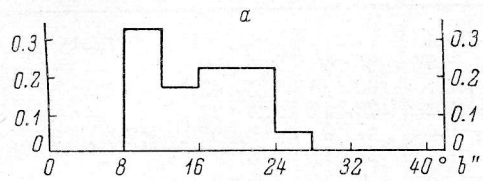
№ 146. Симметричная относительно звезды туманность. Волокна хорошо видны.

№ 174. Волокна ярко выражены, туманность имеет симметричную форму.

№ 175. Волокна не очень тонкие. Форма туманности относительно симметрична.

№ 178. Туманность на краю темного облака, размер ее порядка 10% от размера облака. Волокна хорошо видны, но нарушена симметрия,

так как часть туманности, примыкающая к облаку, светится слабее.



Распределение тонковолокнистых отражательных туманностей по галактическим координатам и по угловым размерам.

*a* — по широте; *b* — по долготе; *в* — по угловым размерам.

№ 179. Туманность на краю темного облака. Трудно установить, что наблюдается — резкая граница облака или пучок волокон.

При просмотре изображений туманностей по Паломарскому атласу создается впечатление, что направление вытянутости волокон отражательных туманностей согласуется или повторяет общее направление вытянутости темных облаков и эмиссионных туманностей в рассмотренных областях неба. Таким образом, образование волокон, по-видимому, связано с образованием вытянутых структур газо-пылевых комплексов в магнитном поле Галактики. Возникновение вытянутых форм диффузной материи возможно при наличии магнитного поля, которое препятствует поперечному смещению вещества. В работах Г. А. Шайна [9, 10] проведено

сравнение ориентации вытянутых форм светлых и темных туманностей с направлением магнитного поля Галактики, определенным при изучении межзвездной поляризации света звезд. В основном туманности вытянуты вдоль магнитного поля. В тонковолокнистых отражательных туманностях, повторяющих общую вытянутость газо-пылевых облаков, волокна также ориентированы вдоль галактического магнитного поля. Необходимо указать, что имеются очень небольшие локальные неоднородности в ориентации магнитного поля, в отличие от крупных неоднородностей, указанных в работе [11]. Например, в группе отражательных туманностей в Плеядах магнитное поле может менять свое направление на участках размером порядка 1 пс, что подтверждается не только видимой картиной расположения системы волокон, но и наблюдаемой поляризацией света звезд в Плеядах [12].

3. Данные таблицы дают возможность построить распределение отражательных тонковолокнистых туманностей по галактическим координатам. На рисунке *a* представлена относительная численность отражательных туманностей в зависимости от галактической широты, на рисунке *b* — в зависимости от галактической долготы. Из рисунков видно, что туманности в среднем подняты над плоскостью Галактики и сосредоточены около  $b'' \sim 16^\circ$ , имеется также селекция в распределении туманно-

стей по галактической долготе. Максимумы распределения по долготе лежат около  $l \sim 355^\circ$  (Ophiuchus, Sagittarius),  $l \sim 110^\circ$  (Auriga),  $l \sim 180^\circ$  (Orion, Taurus). Отсюда можно заключить, что часть туманностей принадлежит к поясу Гулда. В работе [5] показано, что отражательные туманности с достаточно большими угловыми размерами, относящиеся к газо-пылевому комплексу в Tau, Ori и Sco, находятся в поясе Гулда. На рисунке в показан ход относительной численности отражательных тонковолокнистых туманностей с угловым размером  $a'$  (в минутах дуги). Большинство туманностей имеет размер  $a \sim 10'$ . Среднее расстояние до газо-пылевых комплексов, в которых находятся туманности, можно принять около 100—200 пс. Тонкая структура волокон становится разрешимой на расстояниях, меньших 500 пс, при размерах волокна порядка 0.01—0.02 пс. По данным каталога [4] видно, что большая часть туманностей имеет размеры меньше  $10'$ . Тогда расстояние до туманностей ( $a < 10'$ ), при средних размерах порядка 1 пс, будет больше 500 пс. Вероятно, поэтому редко наблюдаются отражательные туманности с системой тонких волокон.

4. Резюмируя результаты, изложенные выше, отметим, что отражательные тонковолокнистые туманности:

а) находятся недалеко от Солнца ( $\sim 200$  пс) и большинство из них входит в газо-пылевой комплекс (Taurus, Orion и Scorpius);

б) расположены над плоскостью Галактики около широты  $b'' \sim 16^\circ$  (в поясе Гулда);

в) имеют систему тонких параллельных волокон, которые ориентированы вдоль магнитного поля галактического рукава.

В работах [10, 11] имеется указание на несовпадение плоскости пояса Гулда с направлением местного магнитного поля Галактики. Однако газо-пылевые облака связаны с магнитным полем, что может свидетельствовать об относительной молодости этой связи по сравнению с возрастом В-звезд пояса Гулда [11]. Это согласуется с предположением о случайности встречи газо-пылевого облака (в котором находится отражательная туманность) и освещающей его звезды [1, 2]. В противном случае трудно объяснить сохранение тонковолокнистой структуры в условиях давления излучения звезды [13].

Расположение тонковолокнистых отражательных туманностей над плоскостью Галактики, ориентация волокон вдоль магнитного поля, средний размер порядка 0.5 пс, локальные изменения направления магнитных полей размером порядка 1 пс — все это дает возможность применить для объяснения тонковолокнистой структуры [14] механизм желобковой неустойчивости в скрещенных магнитных полях и в гравитационном поле.

#### Литература

1. Д. А. Рожковский, Изв. Астрофиз. инст. АН КазССР, 10, 15, 1960.
2. Д. А. Рожковский, Изв. Астрофиз. инст. АН КазССР, 13, 27, 1961.
3. Каталог отражательных туманностей, Тр. Астрофиз. инст. АН КазССР, 10, 1968.
4. J. Dörschner, J. Gürtler, Astron. Nachr., 287, 257, 1964.
5. J. Dörschner, J. Gürtler, Astron. Nachr., 289, 57, 1965.
6. S. van den Bergh, Astron. J., 71, No. 10, 990, 1960.
7. Р. Е. Гершберг, Изв. Крымск. астрофиз. обс., 23, 21, 1960.
8. Б. П. Артамонов, Ю. С. Ефимов, Астрон. ж., 44, вып. 4, 755, 1967.
9. Г. А. Шайн, Астрон. ж., 32, вып. 5, 381, 1955.
10. Г. А. Шайн, Астрон. ж., 34, вып. 1, 3, 1957.
11. И. И. Проник, Астрон. ж., 43, вып. 2, 291, 1966.
12. S. van den Bergh, Z. Astrophys., 40, 249, 1956.
13. Б. П. Артамонов, Сообщ. Гос. астрон. инст. им. П. Г. Штернберга, № 148, 18, 1967.
14. Б. П. Артамонов, Астрон. ж., 46, вып. 5, 978, 1969.