

УДК: 524.52

О РАДИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ТЕМНЫХ ГЛОБУЛ

А. Л. ПЮЛЬБУДАГЯН

Поступила 25 октября 1983

Принята к печати 3 июля 1985

В работе приводятся примеры радиальных систем, состоящих из темных глобул и слоновых хоботов. Кроме уже известных систем, в центре которых расположены горячие звезды, приведены данные о трех радиальных системах нового вида: в их центре располагаются звезды спектральных типов позднее, чем В. Приводятся данные о 32 глобулах радиальных систем ассоциации Сер OB2. На основании наблюдательных данных делается вывод о происхождении хотя бы части изолированных глобул Бока из слоновых хоботов и темных глобул, составляющих радиальные системы вокруг горячих звезд. В работе также рассматривается возможность того, что два молекулярных облака, расположенных около туманности Розетка и имеющих скорости, отличающиеся на ~ 20 км/с от скорости туманности, были выброшены в двух противоположных направлениях из центра туманности. Одно из этих облаков состоит из темных глобул, составляющих радиальную систему туманности Розетка.

1. *Введение.* Кроме гигантских молекулярных облаков в нашей Галактике существуют также маленькие непрозрачные облака, состоящие из пыли и газа. Такими объектами являются глобулы Бока (или Барнарда), а также глобулы и слоновые хоботы в областях Н II, кометарные глобулы. Попытаемся установить, какая существует связь между этими объектами. Для этого рассмотрим в отдельности каждый из перечисленных выше объектов.

2. *Глобулы Бока.* Бок рассматривает два вида глобул [1]. I вид — маленькие глобулы примерно сферической формы, видимые на фоне областей Н II. II вид — большие изолированные глобулы (собственно глобулы Бока). Размеры глобул Бока I вида порядка 0.1 пс, а II вида — 2 пс [1]. Бок находит, что размеры глобул I вида настолько малы, что можно обнаруживать их только на фоне светлых туманностей и нет возможности судить об их распространенности в других областях пространства. Глобулы же II вида встречаются во многих местах Галактики. Наряду с изолированными глобулами имеются и такие, которые образуют комплексы с темными облаками. Некоторые из глобул имеют светлые ободки.

3. *Темные глобулы и «слоновые хоботы» в областях H II.* Наблюдения свидетельствуют о том, что яркие звезды ранних спектральных классов образуются в гигантских молекулярных облаках, преимущественно на их периферии. После образования эти звезды вытесняют газ и пыль из своего непосредственного окружения. Образуется обширная область H II вокруг ранних звезд. В последнее время было показано, что в молекулярных облаках есть области повышенной плотности размерами 0.1—0.3 пс., в которых сосредоточена основная масса облаков [2, 3]. Когда ионизационный фронт доходит до этих областей, они испаряются, если находятся близко от ионизирующих звезд, и испаряются частично, если располагаются дальше. При еще большем расстоянии они сохраняются и обтекаются ионизационным фронтом, а позади них образуются хвосты из неионизованного вещества молекулярного облака.

Согласно вышеизложенной картине, вокруг ранних ОВ звезд должна иметься область, в которой отсутствуют темные облака (область H II); далее расположена область с маленькими темными облаками и еще дальше — область с большими плотными облаками с хвостами. Что же мы имеем из наблюдений?

Рассмотрим туманность «Розетка». Это область H II, окружающая скопление ранних звезд NGC 2244. Вокруг скопления радиусом примерно до 7 пс не видно темных облаков, затем появляются темные глобулы (Бок в [1] приводит их в качестве примера глобул I вида), а начиная с 10 пс — так называемые «слоновые хоботы». Темные глобулы имеют вид удлинённых образований, их граница, обращенная к скоплению, более резкая, а противоположная — диффузная (Хербиг в [4] назвал их «слезинками»). Эти глобулы расположены радиально относительно скопления — большие оси их как бы исходят из скопления (это расположение заметил Хербиг [4]). Некоторые из глобул имеют отростки, доходящие до расположенных дальше слоновых хоботов. Слоновые хоботы, которые имеют вид длинных отростков с округлыми или прямоугольными вершинами, имеющими резкие границы (вершины направлены в сторону скопления), большими осями также направлены в сторону центральных звезд. Многие слоновые хоботы соединяются, образуя широкие темные комплексы. Ионизованная область входит в эти комплексы в промежутках между слоновыми хоботами. Если следовать изложенной выше схеме, то в отношении радиальной системы глобул туманности «Розетка» можно констатировать, что плотные образования на расстояниях до 7 пс полностью испарились, дальше следуют частично сохранившиеся плотные образования (слезинки), за ними — темные образования с отростками из оставшегося менее плотного вещества молекулярного облака (слоновые хоботы), а уже в самом конце — остатки молекулярного облака, до которых не дошла ионизационная волна.

Центральные звезды ионизируют ближайшую к ним границу глобул, образуя так называемые «римы» (или ободки), если же давление излучения сильно (или силен звездный ветер, исходящий из центра), то вещество ободков будет стекать вдоль границы глобул и образовывать светящиеся хвосты. Это, так называемые, «кометарные глобулы». Они хорошо видны в туманности Гама, которая расположена в три раза ближе туманности «Розетка».

4. *Кометарные глобулы.* В туманности Гама было найдено более 30 кометарных глобул, удаленных в среднем на 70 пс от центра туманности [3—7]. В центральной области туманности Гама расположены 3 объекта: звезды ζ Pup и γ^2 Vel и пульсар. Эти объекты образуют примерно равно-сторонний треугольник, расстояние между вершинами которого 30—40 пс. Кометарные глобулы образуют радиальную систему относительно центра этого треугольника.

Кометарные глобулы в туманности Гама имеют самые разные размеры. Вершины имеют толщину от 0.02 пс (что находится на пределе обнаружения) до 0.4 пс, а хвосты имеют длину от 0.04 пс до 9 пс [7]. При этом имеет место плавный переход от размеров глобул Бока I вида к глобулам II вида (слоновым хоботам и большим слезинкам), что должно свидетельствовать о том, что эти оба вида объектов на самом деле имеют сходную природу и, по-видимому, одинаковое происхождение.

Среди объектов, окружающих центральную область туманности Гама, кроме кометарных глобул есть темные глобулы и слоновые хоботы без ярких хвостов, но с ободками, причем эти ободки находятся на стороне, обращенной к центру туманности Гама. Эти объекты также составляют радиальную систему [7], но, возможно, из-за большего расстояния от центральных звезд, у них нет ярких хвостов. Среди слоновых хоботов есть объекты как с закругленной, так и с плоской вершиной, есть также очень маленькая глобула (0.05 пс), по форме настоящая слезинка, хотя и не проектируется на яркую область.

5. *Радиальные системы глобул в ассоциации Сер OB2.* В ассоциации Сер OB2 нам удалось обнаружить 4 радиальные системы темных глобул. В табл. 1 даны координаты глобул и слоновых хоботов (а также размеры их вершин и хвостов). Эти оба типа объектов объединены под названием ГРС—глобул радиальных систем. Нужно отметить, что из этих четырех систем 3 составляют новый тип радиальных систем темных глобул — без ионизованного вещества, а центральные звезды системы не являются горячими.

а) *Радиальная система вокруг звезды HD 206267.* Около этой звезды спектрального класса O 6.5 V_f расположена область H II (IC 1396). Есть

Таблица 1

ГЛОБУЛЫ РАДИАЛЬНЫХ СИСТЕМ
(ОБЪЕКТЫ ГРС) АССОЦИАЦИИ Сер ОВ2

№	α_{1950}	δ_{1950}	l_{Σ}	$l_{\Sigma B}$
1	21 ^h 30 ^m 55 ^s	57°35.4	0.4	4.5
2	21 31 24	57 36.4	0.3	1.1
3	21 31 29	57 50.0	11.7	5
4	21 32 40	57 17.7		19
5	21 34 36	58 18.8	2.2	3.9
6	21 35 22	57 16.7	5.5	25
7	21 36 24	57 34.4	1.1	2.2
8	21 37 14	55 44.4	2.2	13
9	21 37 20	55 54.0	1.1	5.5
10	21 38 02	57 10.0	1.1	1.7
11	21 38 18	56 02.2	5	10
12	21 38 50	56 22.2	1	6
13	21 38 57	57 32.8	2.8	7.8
14	21 39 09	58 02.2	4.4	8.9
15	21 39 44	56 23.3	4.5	4.5
16	21 39 58	56 02.2	2.2	6.7
17	21 40 32	56 29.9	5	25
18	21 41 30	56 50.0	0.3	1.1
19	21 41 58	56 30.6	0.5	3
20	21 42 26	58 00.0	1	7.8
21	21 42 27	55 52.6	0.7	3.3
22	21 42 53	56 55.6	1.1	5.6
23	21 43 29	56 45.5	0.6	2.2
24	21 43 32	56 34.0	0.5	1.1
25	21 44 22	57 00.6	0.4	4
26	21 44 51	57 08.0	0.6	0.7
27	21 44 27	56 54.8	0.3	0.6
28	21 44 51	57 04.2	1.2	6.7
29	21 45 02	57 12.0	1	1.5
30	21 45 17	56 53.7	0.6	3.7
31	21 50 09	58 47.0	4.4	14
32	22 05 20	58 45.6	11	22

ряд слоновых хоботов и слезинок с ободком. Они имеют вид кометарных глобул. К этой системе относятся глобулы: ГРС 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29. Они в среднем начинаются с 11 пс (в проекции, от центральной звезды).

б) Система, расположенная южнее туманности IC 1396. Некоторые глобулы проектируются на IC 1396, что может свидетельствовать о том, что система б расположена ближе системы а. В эту систему входят изолированные слоновые хоботы и глобулы без римов: ГРС 7, 8, 9, 15, 16, 17, 19, 21. На месте пересечения больших осей этих глобул находится звезда BD + 542612. Между этой звездой и глобулами не видно ни темного вещества, ни ионизованной материи. Спектральный тип звезды согласно [8] K2, там же указана видимая величина звезды ($m_V = 7^m.9$, $m_{pg} = 9^m.0$). Фотоэлектрические наблюдения на 20" телескопе БАО для этой звезды дали следующие величины: $V = 7^m.58$, $B - V = 1^m.57$, $U - B = 1^m.26 (\pm 0^m.02)$. Если принять, что эта звезда находится на расстоянии Сер OB2 (750 пс), то без учета поглощения абсолютная величина звезды будет $-1^m.8$. Из [9] можно получить, что это звезда класса светимости II (яркий гигант) при поглощении $A_V = 0^m.3$. Можно предположить, что звезда в прошлом была горячей, образовала область H II, глобулы и слоновые хоботы, затем спектр звезды изменился, ее блеск ослаб, но ориентация глобул и слоновых хоботов сохранилась. В данной системе ГРС начинаются в среднем с 15 пс.

в) Система, расположенная юго-восточнее туманности IC 1396. Глобулы этой системы проектируются на IC 1396, то есть она расположена ближе туманности. В эту систему входят глобулы без римов ГРС 10, 18, 22, 30. Большие оси этих четырех глобул примерно параллельны, так что трудно определить, какая звезда ответственна за их происхождение.

г) Система, расположенная восточнее IC 1396. Она состоит из ряда темных туманностей и двух изолированных слоновых хоботов без рима: ГРС 31 и 32. Большие оси слоновых хоботов пересекаются близ звезды BD + 582381. В [8] дан спектральный тип звезды — A0 и видимая величина ($m_V = 7^m.7$, $m_{pg} = 7^m.6$). Наблюдения на 20" телескопе БАО для этой звезды дали следующие результаты: $V = 7^m.6$, $B - V = 0^m.07$, $U - B = 0^m.13 (\pm 0^m.02)$. При предположении, что эта звезда находится на расстоянии 750 пс, без учета поглощения для абсолютной величины получим $M_V = -1^m.8$. Для класса A0 имеем $E_{B-V} = 0^m$, так что $A_V = 0^m.2$ и $M_V = -2^m$. Эта абсолютная величина соответствует классу светимости II (яркий гигант). Между звездой и глобулами не видно

темного или ионизованного вещества. ГРС этой системы расположены на расстоянии 13 пс в проекции от центральной звезды.

Среди объектов ГРС встречаются как кометарные глобулы (в системе *a*), так и изолированные без римов (в системах *b* и *г*), причем размеры вершин объектов ГРС лежат в интервале 0.07—1.5 пс, то есть опять мы имеем *плавный переход* от глобул I вида к глобулам II вида. Присутствуют слоновые хоботы как с закругленными, так и с плоскими вершинами. Имеется маленькая глобула, ГРС 21 (0.05 пс., которая видна и за областью Н II. Это, видимо, происходит из-за контраста с общим звездным фоном, так что такие маленькие глобулы можно обнаруживать и за пределами области Н II.

6. *Глобулы и нестационарные звездные объекты.* В ряде глобул встречаются звезды типа Т Тельца, объекты Хербига—Аро. Причем это относится как к изолированным, так и к кометарным глобулам.

Обратимся к глобулам в туманности Гама. В глобуле CG 30 находится объект Хербига—Аро (НН—R2). Рядом с этим объектом (в 0.2 к NW) находится слабая звезда, из которой, возможно, и выброшен этот объект. На границе глобулы CG1 находится звезда Berges 135, которая, согласно [7], имеет свойства звезды типа Т Тельца. В CG 22 находится звезда с H_2 -эмиссией и другими эмиссионными линиями [7]. Есть нестационарные объекты, связанные с глобулами без ярких хвостов. Так, Бок [10] обнаружил, что объекты НН 46 и 47 находятся на краю глобулы GDC 1 (эта глобула считается Боком классической глобулой II вида, хотя и принадлежит радиальной системе туманности Гама). На краю GDC 5 находится звезда с кометарной туманностью в виде конуса. Таким образом, из 45 глобул радиальной системы туманности Гама 5 связаны с видимыми компактными нестационарными объектами.

Рассмотрим теперь радиальные системы около туманности IC 1396. В вершине ГРС 6 находятся две звезды типа Т Тельца: Lk H_2 349 и Lk H_2 349c [11]. последняя связана с кометарной туманностью в виде конуса GM 1—31. В вершине ГРС 20 расположены один яркий и два слабых туманных объекта, которые похожи на объекты Хербига—Аро (Х-А) (№ 6 из [12]). На краю глобулы ГРС 32 находится объект № 22 из [13], похожий на объект Х-А. Таким образом, из 32 объектов ГРС три связаны с видимыми нестационарными объектами.

В этой области есть объект с конической туманностью, рядом с которым имеются красные сгущения (GM 2—13 [14]). Он расположен на краю темного облака, в которое переходит ГРС 14. В темном облачке, находящемся между глобулами из группы *b* и их центральной звездой, есть звезда с кометарной туманностью GM 1—52 и рядом две красные звезды (возможно, погруженные в это облачко). Но это облачко не выделяется

так же контрастно, как глобулы из системы б, что может свидетельствовать о том, что оно расположено дальше.

Мы просмотрели известные объекты X-A и звезды, связанные с кометарными туманностями. Оказалось, что из 140 звезд, связанных с кометарными туманностями, 100 находятся в темных глобулах; из 30 GGD объектов 12 находятся в темных глобулах, из 35 HH объектов 3 находятся в глобулах. Разницу между GGD и HH объектами можно объяснить тем, что HH объекты в основном найдены в больших темных облаках, а GGD объекты — в основном вне этих облаков.

7. *О наличии биполярного выброса из центра туманности Розетка.* Туманность Розетка расположена на краю гигантского молекулярного облака, входящего в ассоциацию Mop OB2. Центральные звезды туманности Розетка составляют ядро этой ассоциации. В [15] приводятся результаты наблюдений в линиях CO этого облака. Оказывается, оно состоит из компактных областей, имеющих размеры в несколько парсек (меньшие детали были недоступны наблюдениям из-за низкого разрешения), с более разреженным веществом между ними. Измеренная радиальная скорость компактных областей $V_{LSR} = (15 \div 18)$ км/с. От этой скорости отличается скорость компактной области A4 ($V_{LSR} = 39.6 \pm 0.3$ км/с). Размеры этой области 1.5 пс, масса оценена в $20 M_{\odot}$ (хотя для этой области не были проведены наблюдения в линиях ^{13}CO , но в [15] для нее принята средняя для других областей плотность, а отсюда вычислена масса). Область A4 расположена юго-восточнее центра ионизации (понятие о центре ионизации взято из [16]) туманности Розетка — в 19 пс от этого центра.

Обратимся теперь к рассмотренной выше системе темных глобул и слоновых хоботов, расположенной в северо-западной части туманности Розетка. Размеры этой системы 4×2 пс Шнепс и др. [16] провели наблюдения этих глобул в линиях CO. Радиальные скорости глобул оказались равными $V_{LSR} = 1 \pm 1$ км/с, а масса всей системы оценена в $100 M_{\odot}$.

Можно предложить два объяснения отличию этой скорости от вышеупомянутой скорости молекулярного облака. 1) Скорость сообщена глобулам звездным ветром, выходящим из ранних звезд скопления NGC 2244 [16]. 2) Туманность, из которой образовались глобулы, и описанное выше сгущение A4 были выброшены из центра ионизации туманности Розетка в двух противоположных направлениях и с одинаковыми скоростями (возможно, во время образования скопления NGC 2244).

Рассмотрим доводы в пользу второго предположения. Как система темных глобул, так и область A4 находятся примерно на одинаковых расстояниях (в проекции на картинную плоскость) от центра ионизации ту-

манности Розетка — соответственно на 18 и 19 пс, размеры их примерно одного порядка (несколько большие размеры системы темных глобул можно объяснить ее расширением: скорости центральных глобул системы на 1—2 км/с меньше скоростей боковых глобул, что может быть вызвано расширением системы). Центр области А4, центр ионизации туманности Розетка и середина системы темных глобул (речь здесь везде идет о расположенной в северо-западной части туманности Розетка группе темных глобул) лежат примерно на одной линии. Скорость тела, из которого был произведен предполагаемый биполярный выброс, должна быть равна средней скорости области А4 и системы глобул — 19.3 км/с.

Скорость, полученная для туманности Розетка по эмиссионной линии H_{α} , $V_{LSR} = 16.5 \pm 0.5$ км/с; по рекомбинационной линии $H 109$, $V_{LSR} = 15.3 \pm 1.8$ км/с; для 5 звезд типа О среднее $V_{LSR} = 22 \pm 7$ км/с; а среднее для звезд скопления NGC 2244, $V_{LSR} = 21 \pm 3$ км/с (все эти данные приводятся в [16]). Таким образом, скорость 19.3 км/с ближе всего к скорости звезд, что может быть свидетельством в пользу второго предположения.

Обратимся теперь к первому предположению. Приняв, что системы темных глобул должны расширяться из-за действия звездного ветра, нужно допустить, что этот процесс должен иметь место во всех радиальных системах, содержащих горячие звезды.

В [17] были проведены наблюдения глобулы ГРС 6 из ассоциации Сер OB2. Для этого объекта получена радиальная скорость $V_{LSR} = -8 \pm 1.5$ км/с. Для других глобул радиальной системы a в [18] получены значения, отличающиеся на ± 1 км/с от скорости ГРС 6. Найдем теперь скорость звезд в окрестности этой системы (центральная звезда этой системы кратная, и нет возможности воспользоваться ее скоростью). Артюхина в [19] выделяет две группы звезд, составляющих ядра ассоциации Сер OB2: скопление NGC 7160 и скопление Тг 37, погруженное в IC 1396. Мы взяли данные о радиальных скоростях 9 звезд из второй группы [20], для которых известны спектральный тип и класса светимости, а модуль расстояния заключен в интервале $8^m 8 - 10^m 0$ (модуль расстояния до IC 1396 равен $9^m 4$). Для средней остаточной скорости этих 9 звезд получается значение -8 ± 3 км/с. Отсюда можно заключить, что звездный ветер существенно не изменил скорость глобул из радиальной системы a .

Исследование радиальных скоростей глобул в туманности Гама показало, что основная часть этой скорости вызвана галактическим вращением и лишь остаточная часть скорости порядка 2 км/с может быть вызвана расширением системы глобул [21].

Таким образом получается, что из трех радиальных систем: в туманности Гама, системы *a* из ассоциации Сер OB2 и системы в туманности Розетка, в двух первых звездный ветер привел к расширению системы со скоростью ≈ 2 км/с (хотя это расширение может быть вызвано и иными

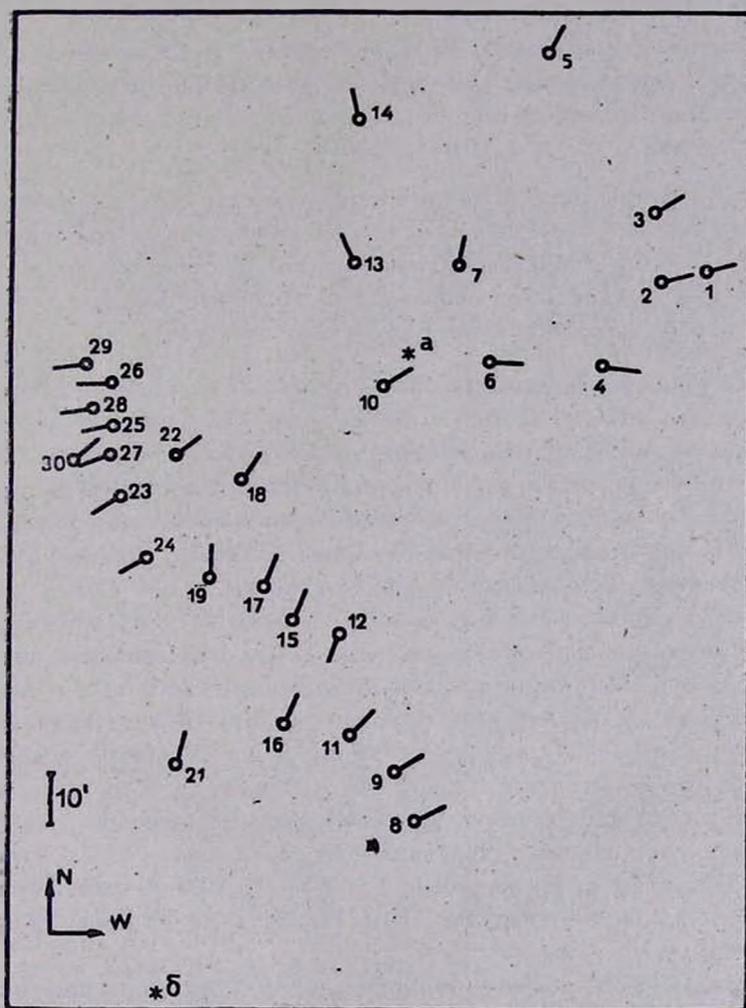


Рис. 1. Радиальные системы ассоциации Сер OB2. Кружки обозначают вершины глобул, а отрезки прямых—направление хвостов; а—звезда HD 206267, б—звезда BD + 542612.

причинами), а в третьей системе — 20 км/с. Это нам кажется маловероятным, тем более что центральные звезды туманности Розетка ничем не примечательны.

Из вышесказанного следует, что предположение о биполярном выбросе как будто лучше удовлетворяет результатам наблюдений, чем гипотеза о сообщении глобулам всей радиальной скорости звездным ветром. Не исключено, что подобные выбросы молекулярных облаков (но с большими скоростями) могут привести к образованию высокоширотных облаков.

8. *Основные результаты.* В работе сделана попытка объяснить происхождение изолированных глобул Бока. Для этой цели рассмотрены радиальные системы темных глобул и слоновых хоботов. Получены следующие результаты.

1. Радиальные системы темных глобул и слоновых хоботов имеют в центре как горячие звезды, так и звезды спектральных классов позднее, чем В. Приводятся примеры 3-х таких систем, расположенных в ассоциации Сер ОВ2. Предлагается использовать подобные системы для проверки теоретических эволюционных треков горячих звезд.

2. На основе исследования ряда радиальных систем, содержащих в центре горячие звезды, а также систем, уже не содержащих горячих звезд, предлагается следующая схема образования глобул Бока. Они образуются из уплотнений, существующих в темных молекулярных облаках. При ионизации молекулярного облака горячими звездами эти уплотнения получают вид темных глобул или слоновых хоботов с ободком (если комплексы расположены недалеко от нас, то глобулы видны в виде так называемых «кометарных глобул»), причем глобулы составляют радиальную систему относительно центральных звезд. После выветривания ионизованного вещества и ослабления яркости звезд темные глобулы и слоновые хоботы получают вид изолированных темных глобул (или же комплекса темных глобул и облаков), ничем не отличающихся от глобул Бока. За это время глобулы не успевают существенно изменить свою форму и радиальная система сохраняется некоторое время, хотя в центре системы уже нет горячих звезд. И, наконец, следует распад радиальных систем темных глобул под действием дифференциального вращения Галактики. Глобулы на этой стадии принимают вид отдельных компактных облаков, часто удлиненной формы.

3. Приведены примеры глобул, связанных с нестационарными звездными объектами (звездами типа Т Тельца, объектами Жербига—Аро).

4. Рассмотрены два молекулярных облака около туманности Розетка, которые имеют скорости, отличающиеся от скоростей звезд в центре туманности на ~ 20 км/с. Приведены доводы в пользу того, что оба облака были выброшены в двух противоположных направлениях из центра ионизации туманности Розетка.

Автор выражает благодарность академику В. А. Амбарцумяну за постоянный интерес к работе, а также А. В. Осканияну мл. за помощь при наблюдениях.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

ON THE RADIAL SYSTEMS OF DARK GLOBULES

A. L. GYULBUDAGHIAN

The examples of radial systems consisting of dark globules and elephant trunks are given. Except for already known systems, in the centre of which the hot stars are situated, data on three new type radial systems are given. In their centre the stars of spectral types later than B are situated. Data on 32 globules of radial systems of Cep OB2 association are given. Due to the observational data a hypothesis is suggested about the origin of at least a part of isolated Bok globules: from elephant trunks and dark globules, composing radial systems around bright stars. The possibility of ejection in two opposite directions of two molecular clouds situated near the Rosette nebula is also discussed. The velocities of these clouds differ from the mean velocity of Rosette nebula by ~ 20 km/s. One of these clouds consists of dark globules from which the radial system of Rosette nebula is composed.

ЛИТЕРАТУРА

1. B. Bok, *The Milky Way*, Harvard Univ. Press, 1981.
2. R. L. Snell, *Ap. J. Suppl. ser.*, 45, 121, 1981.
3. H. Undersichts, C. M. Walmsley, G. Winnewisser, *Astron. Astrophys.*, 111, 339, 1982.
4. G. H. Herbig, *P. A. S. P.*, 86, 604, 1974.
5. T. G. Hawarden, P. W. Brand, *M. N. RAS*, 175, 19P, 1976.
6. A. Sandqvist, *M. N. RAS*, 177, 69P, 1976.
7. Bo Reipurth, *Astron. Astrophys.*, 117, 183, 1983.
8. *SAO Star Catalog*, Smithsonian Institution, Washington, D. C., 1966.
9. К. У. Аллен, *Астрофизические величины*, Мир, Москва, 1977.
10. B. Bok, *P. A. S. P.*, 90, 489, 1978.
11. M. Cohen, L. Kuhn, *Ap. J. Suppl. ser.*, 41, 743, 1979.
12. А. Л. Гюльбудагян, *Астрон. цирк.*, № 1224, 1982.
13. А. Л. Гюльбудагян, *Письма АЖ*, 8, 232, 1982.
14. А. Л. Гюльбудагян, Т. Ю. Мацакян, *Астрон. цирк.*, № 953, 1977.

15. *L. Blitz, P. Thaddeus, Ap. J., 241, 676, 1980.*
16. *M. Schneps, P. Ho, A. Barrett, Ap. J., 240, 84, 1980.*
17. *A. Wootten, A. Sargent, G. Knapp, P. Huggins, Ap. J., 269, 174, 1983.*
18. *А. Л. Гольбудагян, Л. Ф. Родригес, Х. Канто, Астрофизика (в печати).*
19. *Н. М. Артюхина, Труды ГАИШ, 27, 303, 1956.*
20. *A. Abt, E. Biggs, Bibliography of Stellar Radial Velocities, New York, 1972.*
21. *W. J. Zealey et al., Ap. Letters, 23, 119, 1983.*