

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА В ТУМАННОСТИ ПЛЕЯД

Е. К. ХАРАДЗЕ

Исследованию поглощения света в межзвездном пространстве посвящаются многочисленные работы, причем, для этой цели, как известно, прибегают к различным методам и средствам. В частности, нередко исследуют распределение звезд по видимым величинам в таких областях неба, где предполагается поглощение света, или же в областях, занятых т. н. темными туманностями, где поглощение света представляется несомненным, и сравнивают это распределение с распределением звезд в областях, для которых заведомо известно отсутствие поглощающей материи.

Подобное изучение распределения звезд по видимым величинам известно под названием способа *Wolfa*<sup>1</sup>. Этот способ состоит в том, что определяется число звезд  $N(m)$  до видимой яркости  $m$  на равных площадях, расположенных в исследуемой (с наличием поглощения или подозреваемым поглощением) и в т. н. нормальной (т. е. свободной от поглощения) областях, причем  $N(m)$  определяется для разных  $m$ ; после этого, строят кривые  $[\log N(m), m]$  для исследуемой и нормальной площадок и сравнивают их между собой. При отсутствии поглощения кривые эти должны совпадать, но, при наличии поглощения в исследуемой области, на кривой, соответствующей последней, намечается излом, что означает начало поглощения; кривые идут расходясь между собой до некоторой величины, после которой они вновь следуют параллельно, что указывает на то, что на некотором расстоянии от нас поглощение прекратилось, т. е. оно имело место лишь в определенном слое пространства, занятом поглощающей материей. Пользуясь данными о статистической зависимости средних расстояний звезд от видимых величин, определяют не только расстояние до слоя поглощающей материи (туманности), но и толщину этого слоя, и величину вызываемого им поглощения света звезд.

Впервые подобное исследование поглощения в туманностях произвел автор этого метода *Wolf*<sup>2</sup>. После автора его способом пользовались неоднократно и, хотя этот метод получил критическую оценку за его неточность и другие недостатки, однако, в ряде случаев он все же остается одним из немногих средств исследования вопроса.

Очевидно, применение его в случае светлых диффузных туманностей, представляющих собой массы космической пыли, светящиеся отраженным светом расположенных вблизи звезд, является тем более целесообразным, что результаты применения его могут быть контролируемы данными количественного исследования отражательной способности этих туманностей.

В этом смысле значительный интерес представляет изучение туманности Плеяд, которой вообще посвящено немало других разнообразных работ и про которую известно, что она, давая непрерывный спектр с линиями поглощения, представляет собой массы космической пыли, светящиеся отраженным светом звезд.

Настоящая статья содержит данные и результаты исследования пространственного поглощения света в туманности Плеяд путем применения метода Wolfa.

Как известно, туманность Плеяд концентрируется вокруг звездного скопления Плеяд, расположенного на краю Млечного Пути в направлении противоположном центру Галактики.

За центр туманности можно принять центр скопления, имеющий следующие экваториальные и галактические координаты:

$$\begin{aligned} \alpha &= 3^{\text{h}} 45^{\text{m}} & l &= 136^{\circ} \\ \delta &= +24^{\circ} & b &= -22^{\circ} \end{aligned}$$

На пластинке, снятой с двухчасовой экспозицией, туманность видна охватывающей все яркие звезды скопления и простирающейся, грубо говоря, треугольником, вытянутым вдоль направления прямых восхождений. Высота треугольника около  $1\frac{1}{2}^{\circ}$ , основание — до  $1^{\circ}$ . Видимый контур туманности представлен на черт. 1 пунктирной линией, проектирующейся на исследованную нами область, разделенную на тридцать равных площадок. Внутри пунктирной линии отмечены наиболее яркие звезды скопления.

Следует помнить, что данная туманность расположена в обширной области, известной пониженным количеством звезд (пониженной прозрачностью), очевидно, занятой массами темной поглощающей материи. Правда, собственно туманность Плеяд и окружающее ее поле занимают в этой области место более однородное и более прозрачное, чем другие участки области. В этом отношении интересно рассмотреть карту поверхностного распределения поглощающей материи в созвездии Гельца, приводимую в исследовании S. W. Mc. Cuskey<sup>2</sup>. Исследованная нами область, а равно и площадки, взятые для сравнения («нормальные» области), расположены на отличающемся однородностью участке карты со средней характеристикой поглощения: «величина поглощения  $< 0.5^{\text{m}}\zeta$ ».

Снимок, использованный в нашем исследовании, получен на одной из 8" камер Обсерватории на пластинке Imperial «1200», экспонированной в

ясную и высоко прозрачную ночь с 7-го на 8-е января 1939 года с двухчасовой продолжительностью при  $t = -6^{\circ}$ . При масштабе нашей камеры одному миллиметру на пластинке соответствует три с половиной минуты дуги на сфере. Размер пластинки  $18 \times 24$  см.

Центр снятой пластинки совпадал с центром Плеяд ( $\alpha = 3^{\text{h}} 45^{\text{m}}$ ,  $\delta = +24^{\circ}$ ).

Пластинка была покрыта для подсчетов сеткой  $5 \times 5$  мм.

Подсчетом охвачена площадь, окружающая Плеяды и равная  $5 \times 6\frac{1}{2}$  см, что приблизительно означает:  $3^{\circ} \times 4^{\circ}$ .

Единичной площадкой служили 4 вместе взятые клетки сетки, т. е. участки  $10 \times 10$  мм, что равно  $0.35$  кв. град. Исследованная область содержала 30 таких перенумерованных клеток (черт. 1). Углы исследованного четырехугольника имеют следующие экваториальные координаты:

$$\begin{aligned} \alpha &= 3^{\text{h}} 50^{\text{m}} & 3^{\text{h}} 35^{\text{m}} & 3^{\text{h}} 50^{\text{m}} & 3^{\text{h}} 35^{\text{m}} \\ \delta &= +25^{\circ} 5' & +25^{\circ} 5' & +22^{\circ} 10' & +22^{\circ} 10' \end{aligned}$$

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30

Черт. 1 Fig.

Звездами сравнения при определении  $m$  при подсчетах по способу Wolfa служили несколько звезд, взятых из звездной последовательности в Плеядах, для которых величины даны в работе H. S. Leavitt<sup>4</sup>. Эти звезды представлены нами в табл. 1.

Кроме подсчетов  $N(m)$  для данных в этом снимке  $m$ , проводились подсчеты всех звезд различных на нашей пластинке, причем для этого случая  $m$  условно принималось равным 16.

Звезды сравнения находились вблизи центра пластинки и непосредственно среди звезд, подлежащих подсчету, так, что, учитывая при этом

ТАБЛИЦА I TABLE

№	№ по каталогу Leavitt Des. by Leavitt	R. A. <sub>1900</sub>			Dec. <sub>1900</sub>	m
		h	m	s		
1	16	3	43	58	+24° 2'.7	7.6
2	19	3	41	28	+24 20,8	8.7
3	25	3	42	10	+23 50.0	9.6
4	28	3	43	45	+24 20.0	10.8
5	30	3	44	50	+24 7.8	11.6
6	32	3	43	39	+24 6.0	12.6
7	34	3	43	37	+23 57.1	13.6
8	36	3	43	38	+24 1.4	14.8

относительно малую точность метода, коррекциями за счет ошибки поля было возможно пренебречь.

Выбор площадки сравнения («нормальной» площадки) всегда сопряжен со значительными трудностями. В нашем случае это также оказалось затруднительным: более или менее значительный отход от исследуемой области мог потребовать введения коррекции за разность в широтах в силу галактической концентрации, а также и за ошибку поля, а выбор площадки в непосредственной близости от туманности Плеяд мог внести ошибки и неуверенность по той причине, что туманность Плеяд, очевидно, простирается темной, неосвещенной частью за пределы ее освещенного и различимого на пластинке контура. Это последнее обстоятельство подтверждается приведенными ниже данными.

Так или иначе, мы наметили в качестве «нормальных» три следующие площадки:

	$\alpha$	$\delta$	l	b
I	3 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup>	+26° 30'	133°	-20°
II	3 32	+26 40	131	-21
III	3 51	+20 40	139	-23

Как видно, площадки выбраны так, чтобы они располагались по возможности менее рассеянно по галактическим широтам. Табл. II содержит значения  $N(m)$  и  $\log N(m)$  для этих площадок сравнения.

ТАБЛИЦА II TABLE

Area	m									
	7.6	8.7	9.6	10.8	11.6	12.6	13.6	14.8	16	
I	—	—	—	—	—	4; 0.60	68; 1.83	172; 2.24	312; 2.49	
II	2; 0.30	3; 0.48	4; 0.60	8; 0.90	16; 0.20	18; 1.26	39; 1.59	55; 1.74	126; 2.10	
III	2; 0.30	4; 0.60	4; 0.60	4; 0.60	8; 0.90	14; 1.15	21; 1.32	54; 1.73	—	

Мы не ограничились выбором «нормальных» площадок и подсчетом звезд в них, но, для большей уверенности, составили также «теоретическую нормальную» кривую  $\log N(m)$  на основе хорошо известных данных Seares'a и van Rhijn'a, касающихся распределения звезд данной видимой величины на 1 кв. град. для различных галактических широт.

За окончательную кривую сравнения мы приняли среднюю, выведенную из трех «нормальных» и одной «теоретической» кривой. Предварительное сопоставление их убедило нас в возможности и справедливости подобного осреднения.

Окончательно принятая нами нормальная кривая характеризуется следующей таблицей:

$$\log N(m) \begin{matrix} 8^m & 9^m & 10^m & 11^m & 12^m & 13^m & 14^m & 15^m & 16^m \\ 0.18 & 0.36 & 0.58 & 0.80 & 1.10 & 1.40 & 1.76 & 2.07 & 2.36 \end{matrix}$$

Данные подсчетов распределения звезд по видимым величинам во всех 30 клетках исследованной области приводятся в табл. III, которая содержит значения числа звезд и логарифма числа  $[N(m); \log N(m)]$ , расположенные в таблице по № клетки и по величинам  $m$ .

Диаграммы Wolfa мы строили для каждой клетки в отдельности. Оказалось, что, судя по характеру этих диаграмм, 30 клеток исследованной области можно разбить на 3 группы.

К первой группе относятся площадки №№ 4, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 22, 23, 26, 27, 28, проектирующиеся на область, занятую сравнительно яркими звездами и, вообще, собственно звездным скоплением Плеяд.

Первый излом кривых, соответствующих этим клеткам, следует объяснить не только началом поглощения, но и фактическим уменьшением числа близких звезд, т. е. эффектом скопления близко расположенных звезд. Последним эффектом именно и следует объяснить расположение кривой над нормальной для ярких звезд. Однако, имея в виду отражение, одновременно следует допустить и наличие поглощающей материи.

Еще в конце прошлого столетия W. Elkin'y<sup>5</sup> удалось отделить звезды, принадлежащие скоплению Плеяд, от остальных. При этом он опирался на анализ собственных движений звезд. Подобное отделение звезд скопления сумели проделать позднее R. Trumpler<sup>6</sup> и F. Haug<sup>7</sup>. Подробные данные, касающиеся этого вопроса, содержатся в известной Дарвиновской лекции E. Hertzsprung'a<sup>8</sup>, давшего интересные диаграммы распределения собственных движений по звездным величинам.

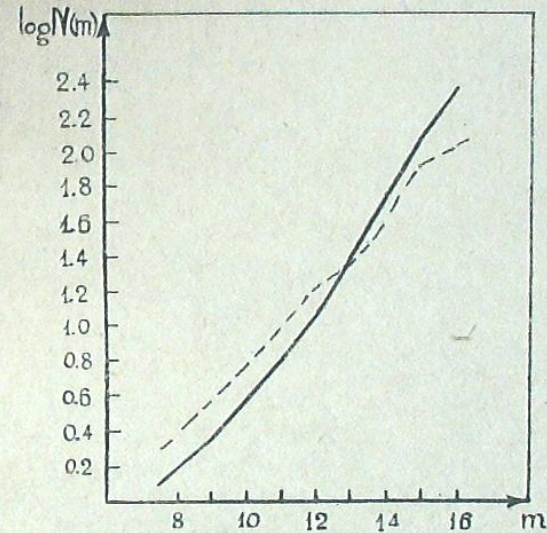
Простейший анализ этих диаграмм показывает, что из 89 звезд Плеяд в пределах от 2<sup>m</sup> до 11<sup>m</sup> включительно 70, т. е. 73%, имеют очень близкие и по величине и по направлению собственные движения, и лишь 19—случайные и более рассеянные значения. Стало быть, звезды до 11<sup>m</sup>

ТАБЛИЦА III TABLE

Area	m									
	7.6	8.7	9.6	10.8	11.6	12.6	13.6	14.8	16	
1		1; 0.00	2; 0.30	6; 0.78	8; 0.90	23; 1.36	41; 1.61	99; 2.00	124; 2.09	
2	2; 0.30	—	1; 0.00	2 <sup>1/2</sup> ; 0.40	7; 0.85	19; 1.28	47; 1.67	89; 1.95	108; 2.03	
3	1; 0.00	1; 0.00	1; 0.00	4; 0.60	6; 0.78	13; 1.11	38; 1.58	96; 1.98	137; 2.14	
4	—	4; 0.60	7; 0.85	11; 1.04	15; 1.18	29; 1.46	49 <sup>1/2</sup> ; 1.69	94; 1.97	131; 2.12	
5	1; 0.00	1; 0.00	2; 0.30	8; 0.90	13; 1.08	17; 1.23	35; 1.54	45; 1.65	93; 1.97	
6	1; 0.00	2; 0.30	2; 0.30	4; 0.60	8; 0.90	12; 1.08	24; 1.38	58; 1.76	94; 2.00	
7	—	—	1; 0.00	1; 0.00	5; 0.70	15; 1.18	33; 1.72	102; 2.01	166; 2.22	
8	1; 0.00	—	2; 0.30	4 <sup>1/2</sup> ; 1.65	7; 0.85	18; 1.26	62 <sup>1/2</sup> ; 1.80	118; 2.07	149; 2.17	
9	—	4; 0.60	6; 0.78	8; 0.90	22; 1.34	31; 1.49	61; 1.78	107; 2.03	133; 2.12	
10	4; 0.60	5; 0.70	7; 0.85	11; 1.04	14; 1.15	20; 1.30	33; 1.52	65; 1.81	98; 1.99	
11	—	3; 0.48	4; 0.60	11; 1.04	14; 1.15	17; 1.23	37; 1.57	67; 1.83	121; 2.08	
12	—	1; 0.00	1; 0.00	8; 0.90	14; 1.15	21; 1.32	34; 1.53	67; 1.83	125; 2.10	
13	—	—	3; 0.48	3; 0.48	10; 1.00	35; 1.54	68; 1.83	122; 2.09	180; 2.26	
14	1; 0.00	1; 0.00	2; 0.30	4; 0.60	11; 1.04	26; 1.42	81; 1.91	102; 2.01	123; 2.09	
15	8; 0.90	11; 1.04	15; 1.18	20; 1.30	26; 1.42	46; 1.66	70; 1.85	124; 2.09	147; 2.17	
16	7; 0.85	11; 1.04	16; 1.20	24; 1.38	26; 1.42	33; 1.52	47; 1.67	82; 1.91	101; 2.00	
17	3; 0.48	4; 0.60	5; 0.70	17; 1.23	20; 1.30	23; 1.36	34; 1.53	55; 1.74	101; 2.00	
18	—	—	—	4; 0.60	8; 0.90	15; 1.18	35; 1.54	63; 1.80	91; 1.96	
19	—	—	1; 0.00	3 <sup>1/2</sup> ; 0.54	16; 1.20	37; 1.57	79; 1.90	144; 2.16	213; 2.33	
20	—	1; 0.00	3; 0.48	6 <sup>1/2</sup> ; 0.81	15; 1.18	31; 1.49	90; 1.95	150; 2.18	175; 2.24	
21	2; 0.30	—	1; 0.00	6; 0.78	10; 1.00	16; 1.20	47; 1.67	110; 2.04	157; 2.20	
22	2; 0.30	9; 0.95	12; 1.08	17; 1.23	25; 1.40	36; 1.56	49 <sup>1/2</sup> ; 1.69	96; 1.98	107; 2.03	
23	—	4; 0.60	7; 0.85	10; 1.20	24; 1.38	27; 1.43	46; 1.66	74; 1.87	118; 2.07	
24	—	—	3; 0.48	5; 0.70	10; 1.00	15; 1.18	37; 1.57	68; 1.83	94; 1.97	
25	1; 0.00	2; 0.30	3; 0.48	4; 0.60	7; 0.85	19; 1.28	52; 1.72	142; 2.15	221; 2.34	
26	—	3; 0.48	7; 0.85	8; 0.90	18; 1.26	34; 1.53	65; 1.81	112; 2.05	160; 2.20	
27	—	4; 0.60	5; 0.70	8; 0.90	15; 1.18	31; 1.49	52; 1.72	104; 2.02	176; 2.25	
28	1; 0.00	1; 0.00	6; 0.78	10; 1.00	19; 1.28	28; 1.45	53; 1.72	107; 2.03	109; 2.04	
29	—	1; 0.00	3; 0.48	7 <sup>1/2</sup> ; 0.88	12; 1.08	18; 1.26	41; 1.61	83; 1.92	126; 2.10	
30	1; 0.00	4; 0.60	4; 0.60	5; 0.70	11; 1.04	14; 1.15	43; 1.63	79; 1.90	119; 2.08	

включительно принадлежат в основном одному физическому скоплению. Для более слабых звезд эта группировка не столь отчетлива, хотя, видимо, даже звезды 13<sup>m</sup> имеют слабую тенденцию группироваться по собственным движениям.

Вообще, физически связанные звезды Плеяд расположены в круге радиусом в 1°, хотя не следует забывать, что Trumpler<sup>9</sup> усматривал вероятные члены скопления и на расстояниях до 3° от центра видимого скопления. Клетки, перечисленные выше и отнесенные нами к первой группе, находятся в круге диаметром приблизительно около 2°, что на известном среднем расстоянии Плеяд соответствует линейному диаметру более чем в три парсека.



Черт. 2 Fig.

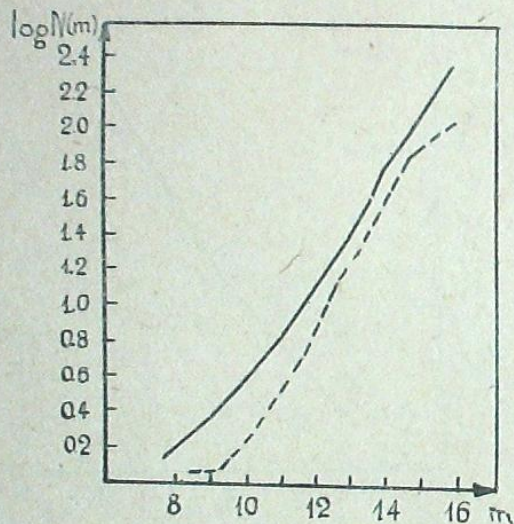
Кривые первой группы имеют также второй, далекий излом. Хотя к этому излому следует относиться с большой осторожностью из-за меньшей точности этой части диаграммы, все же можно допустить, что он вызван поглощением света. В площадках этой группы поглощение начинается от звезд 15<sup>m</sup> 0, 14<sup>m</sup> 5, 13<sup>m</sup> 5, 13<sup>m</sup> 5, 14<sup>m</sup> 5, 13<sup>m</sup> 0, 13<sup>m</sup> 0, 14<sup>m</sup> 0, 13<sup>m</sup> 5, 14<sup>m</sup> 5, 15<sup>m</sup> 0 и 14<sup>m</sup> 5, соответственно перечисленным выше номерам.

Общей характеристикой для рассматриваемой группы может служить типичная для данной группы кривая, относящаяся к площадке № 4 и представленная нами на черт. 2, на котором (также как и на черт. 3 и 4) сплошная кривая соответствует нормальной области, а пунктирная—данной исследуемой.

Ко второй группе относятся площадки №№ 1, 2, 3, 5, 7, 12, 13, 14, 19, 20, 21 и 29.

Эти площадки характеризуются тем, что поглощение имеет место на близких расстояниях, и уже самые близкие звезды погружены в темную материю. Однако, кривая дает весьма большое поглощение для такого сравнительно малого расстояния; поэтому одновременно здесь надо полагать наличие эффекта случайного распределения звезд. На расстоянии, соответствующем приблизительно звездам  $14^m 5 - 15^m 0$ , как-будто бы вновь наблюдается поглощение.

Вторая группа площадок может быть охарактеризована одной диаграммой, относящейся собственно к площадке № 3, но являющейся типичной для всей группы (черт. 3).



Черт. 3 Fig.

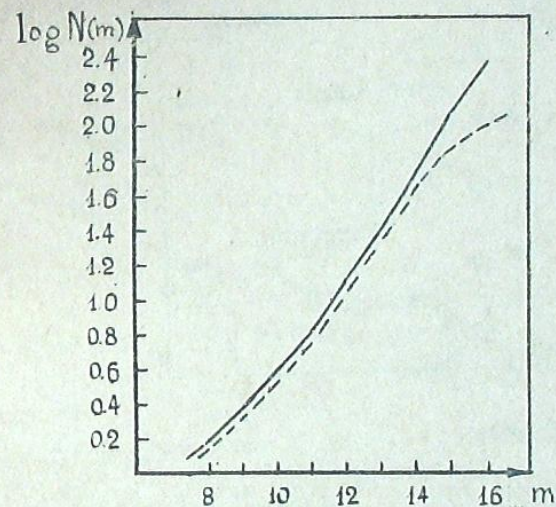
В площадках данной группы главный слой поглощающего облака расположен на расстояниях, соответствующих звездам  $15^m 0$ ,  $14^m 5$ ,  $15^m 0$ ,  $13^m 5$ ,  $15^m 0$ ,  $13^m 5$ ,  $14^m 5$ ,  $13^m 5$ ,  $14^m 5$ ,  $14^m 0$ ,  $14^m 5$  и  $14^m 5$ , соответственно.

Заметим, что к первой группе площадок относится также площадка № 28, которая, однако, отличается от прочих площадок первой группы тем, что в ней сгущение близко расположенной материи не отражает света из-за бедности области яркими звездами; так или иначе, кривая, соответствующая ей, указывает, во-первых, на наличие близкого поглощения, во-вторых, — на наличие скопления звезд и, наконец, на поглощение в далеком

слое поглощающего облака. В таком смысле с площадкой № 28 несколько сходна и площадка № 29 из второй группы.

Третья группа состоит из площадок №№ 6, 8, 18, 24, 25 и 30. Эти площадки, очевидно, находятся вне области скопления. Они свободны и от близлежащих слоев поглощающей материи. Для них поглощение можно подметить лишь на таких расстояниях, которые соответствуют звездам  $14^m 5$ ,  $14^m 5$ ,  $14^m 5$ ,  $14^m 0$ ,  $15^m 0$  и  $14^m 5$ , соответственно.

В качестве типичной кривой для этой группы может служить кривая, относящаяся к площадке № 24 (черт. 4).



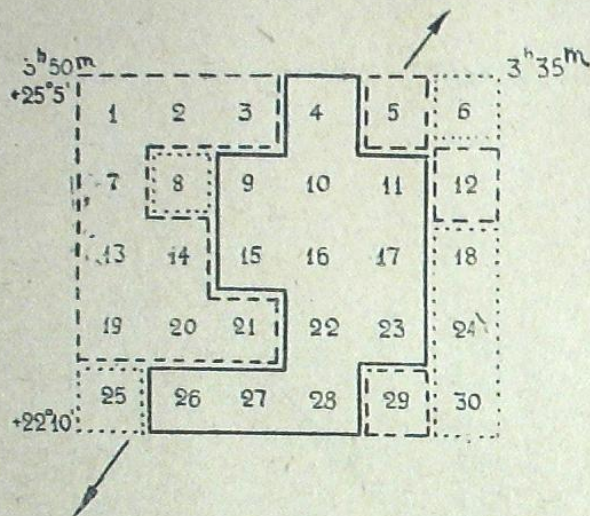
Черт. 4 Fig.

Заметим, что несколько из построенных нами тридцати диаграмм обнаруживали некоторую волнообразность кривых, однако мы не придали ей значения, относя ее к ошибкам подсчетов, и не строили на ней каких-либо выводов, имея в виду, что Р. В. Куницкий показал, что волнообразность кривых распределения звезд не должна неминуемо приводить к гипотезе о существовании двух или нескольких темных туманностей, расположенных в одном направлении по лучу зрения<sup>10</sup>.

На черт. 5 представлена исследованная область, разделенная на 30 отдельных перенумерованных площадок аналогично черт. 1, но с тем отличием от последнего, что на этом чертеже выделены области, заключающие площадки одинаковых характеристик. Так, сплошная линия выделяет

область первой группы, прерывистая линия служит контуром площадок второй группы, а пунктирная линия охватывает площадки третьей группы. На чертеже, вместе с тем, обозначены координаты углов четырехугольника, а стрелами отмечено направление, параллельное галактическому экватору.

Таким образом, строение облака поглощающей материи в исследованной области мы должны представить себе в нижеописанном виде. Облако состоит, главным образом, из основного сплошного слоя, удаленного от нас расстоянием, соответствующим звездам преимущественно 14.5 величины, что означает среднее расстояние, равное 1100 парсекам. Основной



Черт. 5 Fig.

слой облака имеет выступы (кочки), приближающиеся к нам до расстояний в 700—600 парсеков ( $13^m 0 - 12^m 5$ ) и ближе. Эти выступы или ответвления поглощающего облака имеют место не только собственно в области скопления Плеяд, но и за ее пределами (в площадках второй группы), но там они не являются видимыми из-за отсутствия звезд достаточной яркости для их освещения, вопреки тому, что наблюдается в самом скоплении Плеяд.

Исследуя более подробно именно светлую часть туманности, мы разбили ее на 4 элемента: А, В, С и D.

Элемент А состоит из площадки № 15. Элемент В—из нижней половины площадки № 10 и верхней половины площадки № 16. В элемент С входят нижняя и верхняя половины площадок №№ 16 и 22, соответственно. Наконец, площадка № 17 является элементом D.

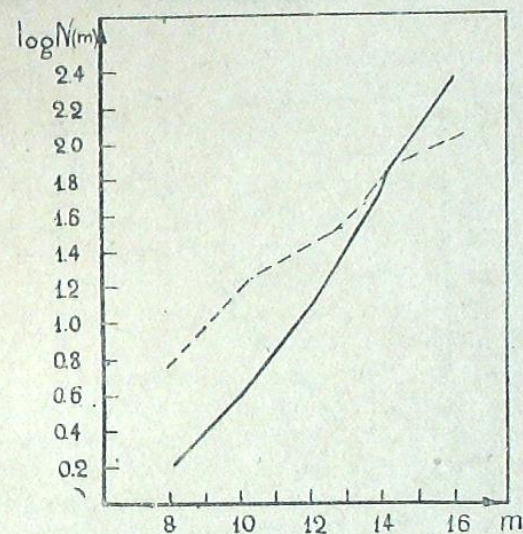
Таким образом, А, В, С и D почти полностью покрывают всю светлую туманность Плеяд.

Распределение звезд по видимым величинам было исследовано и соответствующие диаграммы Волфа были построены для каждого из этих элементов и, затем, для всей площадки А+В+С+D в целом.

Из рассмотрения диаграмм можно было убедиться, что в области А звезды до  $12^m$  находятся перед туманностью. Поглощающий слой начинает сказываться на расстоянии звезд  $14^m$  и до расстояния звезд  $16^m$  он поглощает свет, соответствующий разности в 2 звездные величины.

Область В также является областью скопления.

В области С можно проследить принадлежащие скоплению звезды до  $13^m$ .



Черт. 6 Fig.

К области D относятся звезды скопления до  $12^m 5$ . Здесь поглощающий слой расположен сравнительно близко от нас. При этом в этой области, в отличие от остальных, можно проследить всю толщу поглощающего облака, она превышает две с половиной звездные величины.

Всю область А+В+С+D, занятую светлой частью туманности, характеризует в среднем диаграмма черт. 6.

Облако поглощающей материи простирается гораздо дальше, чем область, исследованная нами. Это явствует даже из предварительного рассмотрения распределения звезд в соседних с исследованной областью уча-

стках. Но, весьма ярко сказывается это, например, на площадке, находящейся от туманности Плеяд в направлении SW и имеющей координаты:

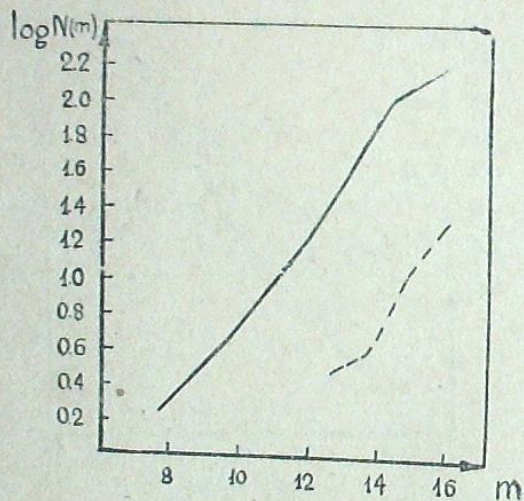
$$\alpha = 3^{\text{h}} 37^{\text{m}} \quad l = 136^{\circ}$$

$$\delta = +21^{\circ} 20' \quad b = -25^{\circ}$$

Поглощение иллюстрируется диаграммой черт. 7.

Несомненно, что для более полного изучения поглощающего облака в Плеядах исследование функции  $N(m)$  следовало распространить на более обширную область.

Вместе с тем, для проверки селективного поглощения интересно исследовать также колор-индексы звезд, проектирующихся на туманность и колор-ин-



Черт. 7 Fig.

дексы звезд, находящихся вне области, занятой туманностью. Мы попытались провести такое исследование, определив колор-индексы свыше 55 звезд, расположенных в области скопления Плеяд и в смежной. Не имея возможности классифицировать спектры звезд и, стало быть, выводить значения колор-экспессов, мы избрали для опыта статистический путь, определив «средний» колор-индекс для каждой области. Эти средние колор-индексы оказались равными  $+0^{\text{m}}.43$  и  $+0^{\text{m}}.37$  соответственно для области, занятой светлой туманностью и для области, свободной от нее. Нечего и говорить,

что это определение надо рассматривать лишь как опыт и основывать заключение только на этом результате нельзя из-за недостаточности материала. Но, следует отметить, что этот результат вновь указывает на то обстоятельство, что темная материя, освещенная звездами Плеяд, не находится в динамической связи со скоплением Плеяд; она лишь «случайно» оказалась на пути скопления.

Анализ построенных диаграмм в совокупности с отдельными характеристиками, изложенными выше, приводит нас к следующим выводам.

Собственно скопление Плеяд должно кончатся в основном со звездами, примерно, 12.5—13.0 величины (600—700 парсеков); дальнейший наклон кривой на диаграмме Wolf'a следует отнести почти целиком за счет пространственного поглощения света, которое начинается раньше, на что указывает факт отражения туманностью света звезд. Наклон кривой по отношению к нормальной за звездами 13<sup>m</sup>.0 почти отсутствует или, во всяком случае, весьма умеренный, и можно предположить, что в промежутке от звезд 13<sup>m</sup>.0 до звезд 14<sup>m</sup>.0—14<sup>m</sup>.5 (700—1100 парсеков) поглощение либо вовсе не имеет места, что привело бы нас к констатированию наличия двух слоев туманности: близкого и далекого, либо оно (поглощение) хотя и имеется, но очень небольшое, что означало бы связь близкого клочка поглощающего облака с далее расположенным основным слоем посредством менее плотной поглощающей среды.

Наконец, от расстояния, соответствующего звездам 14<sup>m</sup>.0—14<sup>m</sup>.2 (1000 парсеков), поглощение резко усиливается и в промежутке, соответствующем разности 14<sup>m</sup>.5—16<sup>m</sup>.0, оно превышает одну звездную величину. Поглощающая материя простирается дальше по лучу зрения. В этом отношении было бы интересно распространить исследование на более слабые звезды.

Могло, конечно, возникнуть сомнение относительно точности конечной части нормальной кривой, поскольку при подсчете  $N(m)$  допускалось, что  $m=16$  и соответствует всем видимым на пластинке звездам; если это допущение было бы неправильно, картина в отношении далеких расстояний и выводы о соответствующем поглощении могли бы резко измениться. Но, конечную часть кривой мы тщательно проверяли, сопоставляли с ходом теоретической кривой  $\log N(m)$  и сравнивали нашу пластинку со звездными картами Franklin—Adams, пока не убедились в справедливости нашего допущения. Но это отнюдь не означает, что дальнейшая проверка этого именно участка является излишней; совсем напротив: желательно, как отмечалось и выше, распространить исследование и продолжать диаграмму Wolf'a дальше по лучу зрения, уточнив ее характер в участке от 15<sup>m</sup> до 16<sup>m</sup>. Что же касается близких расстояний, то здесь в отношении Плеяд всегда будут возникать трудности в более или менее точном ооконтуривании поглощающей материи из-за наличия звездного скопления, если прибегать лишь к одному методу Wolf'a. Но количественное ис-

следование отражения света звезд туманностью, чем, по сути дела, весьма целесообразно дополнить настоящую работу, внесет больше ясности и в этот вопрос\*.

Сентябрь, 1939.

Литература: Literature:

- |  |  |
|--|--|
| 1. B. J. Bok, «The distribution of the stars in space», 1937; p. 40. | 5. A. O. Trans. Yale Univ. 1, p. 1, 1887.  |
| П. П. Паренаго, «Курс звездной астрономии», 1938; p. 258.            | 6. A. N. 200, 1914.                        |
| 2. A. N. 219, p. 109, 1923; 223, p. 89, 1924.                        | 7. A. N. 198, 1911; 211, 1920.             |
| 3. A. p. h. J. 89, p. 578, 1939.                                     | 8. M. N. 89, p. 660, 1929.                 |
| 4. H. A. 71, p. 53.  | 9. L. O. B. p. 333, 1921.                  |
|  | 10. Труды ГАИШ. XI, вып. 1, стр. 89, 1937. |

### THE SPACE ABSORPTION OF LIGHT IN THE NEBULA OF THE PLEIADES

E. K. KHARADSE

(Summary)

This article contains the results of an investigation of the space absorption of light in the nebula of the Pleiades by the well known method of Wolf.

The photographic plate has been taken with one of 8" cameras of our observatory with two hour exposure. On this plate the bright, illuminated part of nebula is visible as covering an area  $1\frac{1}{2} \times 1^\circ$ . We have studied not only this area but the adjacent regions, as well. Fig. 1 represents the investigated surface of the sky.

The coordinates of its centre are:

$$\begin{aligned} \alpha &= 3^h 45^m & l &= 136^\circ \\ \delta &= +24^\circ & b &= -22^\circ \end{aligned}$$

The coordinates of the four angles of the surface are:

$$\begin{aligned} \alpha &= 3^h 50^m & 3^h 35^m & 3^h 50^m & 3^h 35^m \\ \delta &= +25^\circ 5' & +25^\circ 5' & +22^\circ 10' & +22^\circ 10' \end{aligned}$$

The area is divided into 30 equal parts having their designations from No 1 to No 30. Each of these parts is 0.35 square degree. The whole area is  $3 \times 4^\circ$ .

\* Настоящая работа была закончена, когда на Обсерваторию поступило интересное исследование Livio Gratton'a «A spectrophotometric study of faint stars in the region of the Pleiades» (Stockholms Observatoriums Annaler, Band 13, No 3, 1939). Ряд замечаний Gratton'a подтверждает некоторые наши выводы.

The dotted line shows the boundaries of the visible part of the nebula.

The Pleiades sequence studied by Henrietta S. Leavitt<sup>4</sup> has been taken as a scale of the magnitudes.

Table I lists the comparison stars.

The star counts in three «normal» areas and one «theoretical» curve served for drawing the «normal» curve for comparisons in Wolf's diagrams.

The equatorial and galactic coordinates of the centers of the normal areas are:

	$\alpha$	$\delta$	$l$	$b$
I	$3^h 43^m$	$+26^\circ 30'$	$133^\circ$	$-20^\circ$
II	$3 32$	$+26 40$	$131$	$-21$
III	$3 51$	$+20 40$	$139$	$-23$

The ultimate normal curve is characterised by the following data:

	$8^m$	$9^m$	$10^m$	$11^m$	$12^m$	$13^m$	$14^m$	$15^m$	$16^m$
$\log N(m)$	0.18	0.36	0.58	0.80	1.10	1.40	1.76	2.07	2.36

The results of the star counts in all 30 areas of investigated surface are given in Table III, which contains  $N(m)$  as well as  $\log N(m)$  tabulated against the areas and the magnitudes  $m$ .

All the 30 areas can be divided into three groups. The first of them contains areas No No 4, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 22, 23, 26, 27 and 28.

The curve given in Fig. 2, referring to the area No 4 can serve as a typical one for the whole group. The dotted lines of the Fig. Fig. 2, 3, 4 denote the curves  $[\log N(m), m]$  related to the obscured areas, the continuous line representing the normal curve.

The second group contains the areas No No 1, 2, 3, 5, 7, 12, 13, 14, 19, 20, 21 and 29 and the corresponding typical diagram is represented by Fig. 3.

The areas No No 6, 8, 18, 24, 25 and 30 form the third group characterised by the diagram in Fig. 4.

Fig. 5 represents the investigated region divided into different groups: the continuous line encompasses the areas of the first group, the broken line—the areas of the second group and the dotted one those of the third group. The arrows show the direction parallel to the galactic equator.

The physical members of the Pleiades cluster are situated in front of the absorbing cloud and the break of the curve shows not only the beginning of the absorption but also the effect of the cluster.

In the case of the areas of the second group the stars are imbedded in clouds of absorbing matter at very moderate distances, but at the distance of



stars of  $14^m_5$  it seems to set the effect of the main layer of absorbing matter.

As regards the areas of the third group the absorbing cloud seems to be very far affecting only the faintest stars.

The diagram of Fig. 6 relates to the area covered with the illuminated part of the nebula only.

Fig. 7 refers to the area situated toward SW from the centre of the Pleiades (coordinates of its centre are:  $\alpha = 3^h 37^m$ ,  $\delta = +21^\circ 20'$ ) and it shows that the absorbing cloud extends rather far.

It will always be difficult to come to more or less definite conclusions concerning the character of the absorption in the Pleiades cluster if we use only Wolf's method. This difficulty will arise from the uncertainty of defining the real boundaries of the cluster; it is not always easy to know the real cause of the bending of the curve in Wolf's diagram.

But the quantitative investigation of the reflected light by the nebula, which must be the second part of the study of the problem of the space absorption in the Pleiades, can bring more certainty and clearness into the question, being at the same time a check for the results obtained by using Wolf's method.

September, 1939.

## РАЗНОСТЬ КОЛОРО-ЭКСПЕССОВ СКОПЛЕНИЙ $\eta$ и $\chi$ PERSEI

А. М. ДОМБРОВСКАЯ

Известно, что некоторые звезды обладают цветом, отличным от того, который можно было бы ожидать на основании их спектрального типа, а именно, они обнаруживают избыток красных лучей (кolor-экспесс). Это покраснение звезд в среднем увеличивается с возрастанием расстояния. Причиной такого явления считают наличие селективно-поглощающей материи, состоящей из мельчайших частиц космической пыли, размерами меньше  $1 \mu$ .

В разных участках неба величина избытка красного цвета различна, что приводит к мысли о неравномерности распределения селективно-поглощающей материи в пространстве.

Исследования ряда авторов показали наличие значительного покраснения для звезд области двойного скопления  $\eta$  и  $\chi$  Persei.

Скопление  $\eta$  и  $\chi$  Persei представляет собой два скопления, расположенные в пространстве близко друг от друга. Интересно исследование избытка цвета одного скопления по отношению к другому. Так как расстояния от нас до скоплений  $\eta$  и  $\chi$  приблизительно одинаковы, то относительное покраснение может быть только следствием неравномерности распределения поглощающей материи<sup>1</sup>.

Настоящая работа посвящена рассмотрению этого вопроса. Для исследования был принят метод спектрофотометрических градиентов, причем, поскольку мы интересовались лишь относительным избытком цвета, все градиенты даны относительно произвольно выбранного нуля-пункта и не привязаны к известной Гринвичской системе градиентов.

Выводу результатов данной работы материалом послужило измерение трех спектрограмм из пяти полученных мною в сентябре 1938 г. на Абастуманской Обсерватории. Спектрограммы были сняты на 8" камере (объектив № 2; фок. расст. = 1 м) с объективной призмой, имеющей преломляющий угол, равный  $5^\circ 30'$ . Линейная дисперсия была такова, что расстояние от  $H_2$  до  $H_3$  равнялось 3 мм. Экспозиции делались различные — от  $20^m$  до  $1^h 30^m$ . На каждой пластинке получались снимки обоих скоплений, причем при наибольших экспозициях на пластинках выходили спектры звезд слабее