

УДК 524.57+524.66

**Структура области звездообразования W3/W4****II. Исследование межзвездного поглощения**

Л. Н. Колесник, М. Д. Метревели

Исследование величины межзвездного поглощения и распределения пылевых облаков в площадке  $D=4^{\circ}50'$  с центром  $l=134.7^{\circ}$ ,  $b=+0.92^{\circ}$  проведено с использованием каталога BV-величин и спектральных классов 1150 O—B—A звезд. В исследованном направлении выявлена Местная пылевая спиральная ветвь, состоящая из плотных пылевых облаков, совпадающая с Местной звездной спиральной ветвью ( $r=70\div 900$  пс). Большая часть пылевого вещества сконцентрирована на внутренней части Местной спиральной ветви ( $70\div 450$  пс), где  $A_V$  составляет  $1.3^m\div 2.1^m$ , по сравнению с наружной частью ( $700\div 900$  пс), где  $A_V=0.30^m\div 1.0^m$ . Пространство между Местной спиральной ветвью и ветвью Персея практически свободно от плотных пылевых облаков. Область звездообразования W3/W4 расположена на внутренней части спиральной ветви Персея. Вблизи осей спиральных ветвей заметно понижение плотности пылевых облаков по сравнению с наружными частями.

*THE STRUCTURE OF THE REGION OF STAR FORMATION W3/W4 II. A STUDY OF THE INTERSTELLAR ABSORPTION, by Kolesnik L. N., Metreveli M. D.— V and B magnitudes and spectral types have been obtained for 1150 stars of spectral classes O to A 9 in the 18 square degree region at  $l=134.7^{\circ}$ ,  $b=+0.92^{\circ}$  ( $\alpha_{1950}=2^h28.9^m$ ,  $\delta_{1950}=+61^{\circ}14'$ ). The interstellar absorption has been investigated by means of colour excesses. Analysis of these data indicates an absorption complex between 70 and 900 pc from the Sun (Figs 3,5). The dust concentrations coincide with the local spiral arm as it is defined by associations and young open clusters (Fig 6). Most of the reddening occurs on the inner side of the local spiral arm:  $r=70\div 450$  pc,  $A_V=1.3\text{—}2.1^m$ . The interarm region between the local and Perseus spiral arms is relatively free from dense dust clouds. Another region of absorption coincides with the Perseus spiral arm:  $r\approx 1.7\text{—}3.0$  kpc. The internal structure of the spiral arms delineated by dust clouds is revealed. It is of interest that dense dust complexes lie at the outer sides of the spiral arms, and the density of dust clouds is lower at the axes of the arms. The region of star formation W3/W4 is located on the inner side of the Perseus spiral arm at the distance of about 2 kpc.*

**Введение.** Цель данной работы — исследовать распределение межзвездной пыли в площадке, содержащей область звездообразования W3/W4 (2 Cas, согласно [8], и 133.7,+1.2, согласно [1]).

Исследованная площадка размером около 18 кв. град., расположенная в направлении

$$l = 134.7^{\circ}, \quad b = +0.92^{\circ},$$

$$\alpha = 2^h28.9^m, \quad \delta = +61^{\circ}14' (1950),$$

представлена на рис. 1.

В области находятся эмиссионные туманности IC 1795/IC 1805, впервые наблюдавшиеся Вестерхаутом в радиодиапазоне в 1958 г. как источники непрерывного радиоизлучения W3/W4 [30]. Свечение эмиссионной туманности IC 1805 вызывается звездами молодого рассеянного скопления IC 1805, которое входит в ассоциацию Cas OB6 (Ass 43) [9]. В восточной части области расположено рассеянное звездное скопление NGC 1027.

С запада к эмиссионной туманности IC 1805 примыкает молекулярное облако, наблюдаемое по эмиссии оксида углерода. Наиболее плотные фрагменты этого облака окаймляют западную границу туманности. Эти уплотнения находятся, вероятно, в стадии гравитационного коллапса и образования массивных звезд [16]. В плотной восточной части молекулярного облака расположена компактная эмиссионная туманность IC 1795 (W3). Это самая молодая часть области звездообразования.

По-видимому, мы являемся свидетелями рождения в области W3 скопления звезд высоких светимостей, которые еще не видны в оптическом диапазоне длин волн, но уже наблюдаются как источники инфракрасного излучения.

Северо-западнее области звездообразования W3/W4 находится остаток вспышки сверхновой SNRestHB3, возраст которой  $10^5$  лет [11].

Комплекс гигантских газо-пылевых облаков и эмиссионных туманностей W3/W4 расположен в спиральной ветви Персея, причем процесс

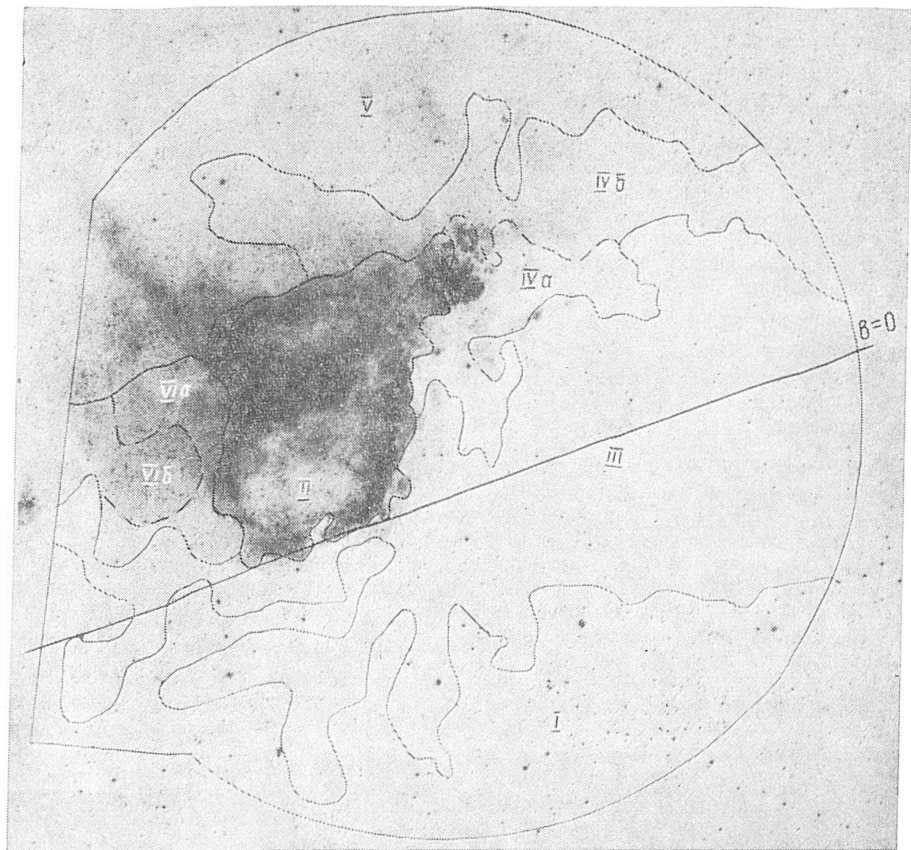


Рис. 1. Область вокруг W3/W4 с контурами участков с одинаковым поглощением (отпечаток с карты Паломарского атласа)

звездообразования распространяется с юго-востока на северо-запад, от W4 к W3 [17], почти параллельно галактическому экватору.

**Обработка наблюдательного материала.** Для исследования распределения пылевого вещества и величины межзвездного поглощения был использован каталог BV-величин и спектральных классов 1150 звезд O—B—A (предельная величина каталога  $V_{lim} \approx 13^m$  [6]). Использована также проведенная В. И. Кузнецовым спектральная классификация 90 слабых O—B звезд, выполненная по нерасширенным спектрам [7].

Во всех случаях, когда в литературе имелись определения спектральных классов в системе МК, полученные с помощью щелевых спектрографов, при вычислении избытков цвета и модулей расстояний звезд предпочтение отдавалось им.

По мнению многих авторов, для исследования межзвездного поглощения предпочтительнее использовать звезды спектральных классов O—B—A, поскольку на кривых межзвездного поглощения они обнаруживают значительно меньшую дисперсию по сравнению с более поздними звездами. Одной из причин этого считают трудности классифика-

ции спектров звезд F—M, полученных с помощью объективной призмы [18].

По нашему мнению, причина большей дисперсии точек на кривых межзвездного поглощения для звезд поздних спектральных классов заключается также в следующем: при изменении на один спектральный подкласс или при переходе от V класса светимости к III нормальные цвета ранних звезд различаются всего на  $0.01^m$ — $0.02^m$  и, таким образом, даже ошибаясь в спектральном подклассе звезды или классе ее светимости, мы все же почти не ошибаемся в ее избытке цвета. Этого нельзя сказать о звездах поздних спектральных классов: к примеру, разность  $\Delta(B-V)_0$  для звезд K5 V и K6 V составляет  $0.11^m$ , а для K5 V и K5 III —  $0.35^m$ , т. е. ошибка в спектральном подклассе, или классе светимости, ведет в случае звезд поздних спектральных классов к большим ошибкам в избытках цвета.

При детальном исследовании межзвездного поглощения методом избытков цвета большое значение имеет тщательное разделение площадки на участки с одинаковым поглощением. Эту часть работы мы выполнили следующими методами:

1. Традиционно площадка была разделена на небольшие участки площадью в 1 кв. град., для каждого из которых строилась кривая зависимости избытков цвета звезд от их модулей расстояний. Затем участки с одинаковым поглощением объединялись.

2. Площадка была разделена на участки с одинаковой поверхностной плотностью звезд на картах Паломарского атласа.

3. Поскольку карты Паломарского атласа содержат большое количество слабых звезд-карликов поздних спектральных классов, имелось опасение, что поверхностная плотность звезд, по которой пытаются судить о величине межзвездного поглощения, не всегда дает основание для таких выводов, так как в некоторых случаях, например при наличии очень близких плотных пылевых облаков, она отражает распределение пылевого вещества только на близких к Солнцу расстояниях. Поэтому для разделения площадки на участки с одинаковым поглощением мы использовали также карты, на которых были обозначены звезды спектральных классов O—B—A, содержащиеся в нашем каталоге.

Первый из перечисленных способов разбиения площадки на участки с одинаковым поглощением кажется нам самым неудачным. В площадках, лежащих вблизи плоскости галактического экватора, пылевая материя во многих направлениях расположена столь неравномерно, что формальное разделение площадки на градусные участки не дает возможности выделять отдельные пылевые облака. Это хорошо видно на рис. 1, где показаны границы участков с одинаковым поглощением, выделенные нами по поверхностной плотности звезд на картах с различным пределом проникновения (способы 2-й и 3-й) и по кривым  $E_{B-V}/(V-M_V)$ . Нормальные цвета  $(B-V)_0$  и абсолютные величины  $M_V$  взяты из [28]. Вычисления цветов  $B-V$ , избытков цвета  $E_{B-V}$  и их средних квадратичных ошибок  $\sigma_E$ , величины межзвездного поглощения  $A_V$ , модулей расстояний, не исправленных за поглощение  $V-M_V$  и исправленных  $(V-M_V)_0$ , а также расстояний звезд  $r$  проведены на ЭВМ ЕС-1022. Использование ЭВМ позволило просчитать большое количество различных вариантов разделения площадки и выбрать оптимальный. В результате было выделено восемь участков, контуры которых, а также положение галактического экватора видны на рис. 1. Участки II и IV а выделены по контурам эмиссионной туманности IC 1805 и молекулярного облака соответственно.

**Результаты.** Кривые межзвездного поглощения и ошибки определения  $E_{B-V}$  и  $V-M_V$ . Кривые зависимости избытков цвета  $E_{B-V}$  от не исправленных модулей расстояний  $V-M_V$ , построенные с помощью ЭВМ ЕС-1022, представлены на рис. 2. Концы кривых, относящиеся к

большим объемам пространства и построенные по небольшому количеству звезд, — неуверенные и обозначены прерывистой линией.

На дисперсию точек на графиках оказывает влияние множество факторов: ошибки фотометрии, нормальных цветов, абсолютных величин и множителя  $R$  для перехода от селективного поглощения к полно-

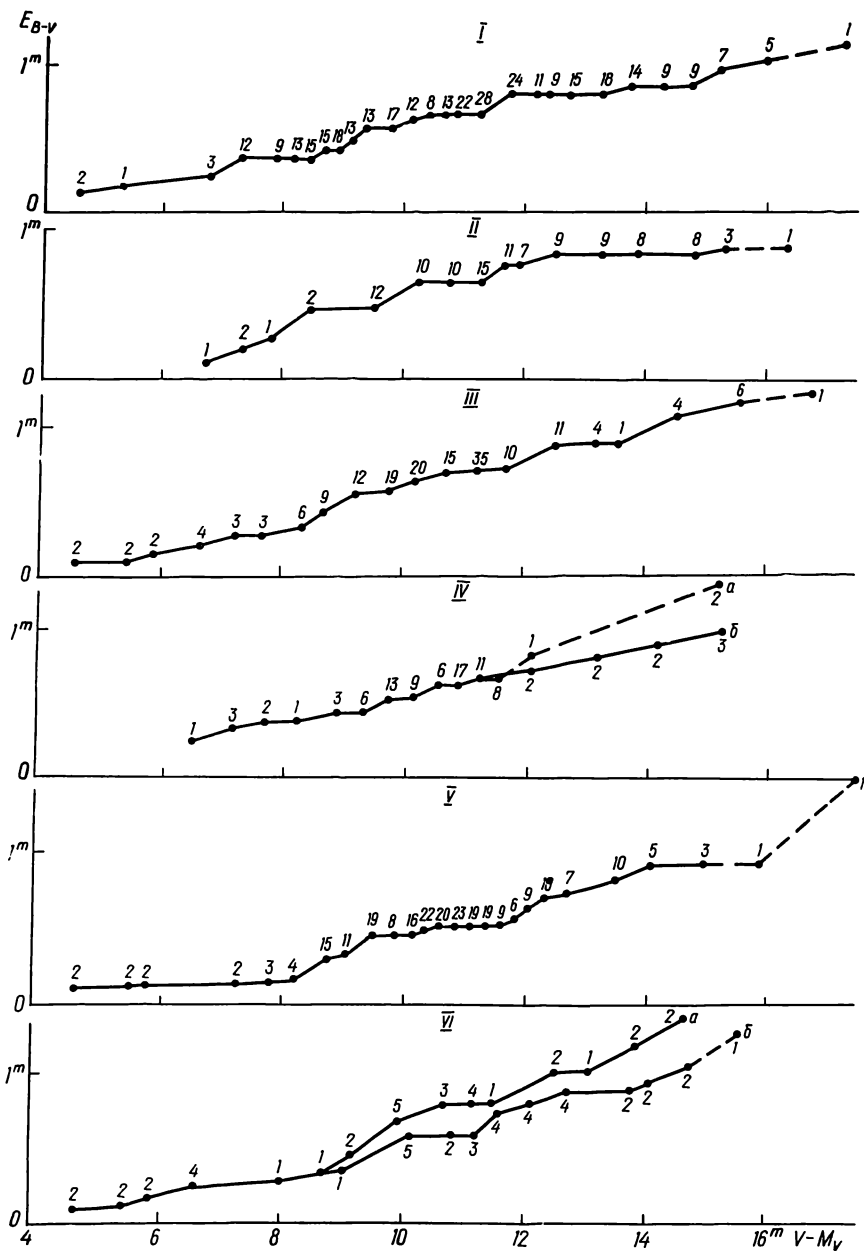


Рис. 2. Кривые зависимости избытков цвета звезд  $E_{B-V}$  от неисправленных модулей расстояний  $V-M_V$  для восьми участков площадки

му, наличие пекулярных звезд и др., однако наибольший вклад вносят ошибки спектральной классификации, особенно классов светимости, анизотропия в распределении пылевого вещества в пределах выделенных участков и нераспознанные двойные звезды.

Средние значения и соответствующие средние ошибки избытков цвета определялись в большинстве случаев для интервалов модулей расстояний  $0.25^m \leq V-M_V \leq 0.50^m$ . Средние квадратичные ошибки опре-

деления средних избытков цвета колеблются в зависимости от участка (неоднородности распределения межзвездной пыли в нем), расстояний звезд от Солнца и количества звезд, по которым построена каждая средняя точка, в пределах от  $\pm 0.04$  до  $\pm 0.16^m$ , т.е. не превышают  $3\sigma$  нашей фотометрии. Над каждой точкой указано количество звезд, по которым вычислялось среднее  $E_{B-V}$ .

Ошибки определения среднего модуля расстояния определялись методом, описанным в [15], и находятся в пределах от 0.7 до 0.9 $^m$ .

Для перехода к полному поглощению использовано соотношение  $A_V = RE_{B-V}$ , в котором множитель  $R$  считался постоянным и равным 3.

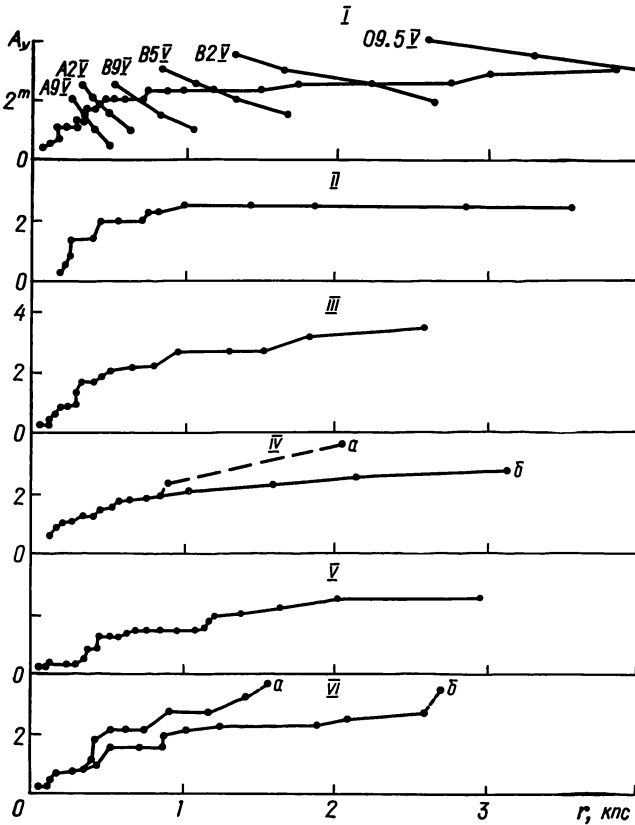


Рис. 3. Кривые зависимости полного поглощения  $A_V$  от расстояния от Солнца  $r$  для восьми участков площадки

Правомерность использования постоянного множителя  $R$  в звездно-статистических работах подтверждается многими исследованиями, выполненными в последнее десятилетие, в частности, очень убедительны результаты, полученные в работах [14, 20, 25, 27, 29].

На рис. 3 представлены зависимости полного поглощения  $A_V$  от расстояния  $r$  для восьми выделенных участков площадки. Данные о величине поглощения в отдельных участках площадки приведены в табл. 1 для расстояний  $0.5 \leq r \leq 4$  кпс.

**Расстояния полного охвата.** Расстояния полного охвата звезд различных спектральных классов определялись с помощью зависимости количества  $N$  звезд каталога от звездной величины  $V$  по прекращению нарастания кривой (рис. 4). Из рис. 4 видно, что каталог можно считать полным до  $V = 11.6^m$ , хотя в нем содержится значительное количество более слабых звезд до  $V_{lim} \approx 13.0^m$ .

Исходя из значения  $V = 11.6^m$ , были вычислены расстояния полного охвата звезд O9.5, B2, B5, B9, A2, A9, III и V классов светимости при

разных значениях  $A_V$ , приведенные на рис. 3 и в табл. 2. Пределы полного охвата свидетельствуют о том, что наиболее уверенные результаты относительно распределения поглощающего вещества, полученные по достаточно большому количеству звезд, относятся к расстояниям  $r < 1$  кпс (звезды до B5V). На больших расстояниях для многих звезд, за исключением звезд самых высоких светимостей, вступает в действие эффект селекции — мы видим звезды, находящиеся в «окнах прозрачности». В свете этих данных уже не вызывает удивления полученный многими исследователями результат, что основная масса пылевой материи находится вблизи Солнца до  $r < 1$  кпс, а на больших расстояниях поглощение перестает нарастать: если спектральной классификацией

охвачены звезды до  $V \approx 11.5-12.5^m$ , судить о межзвездном поглощении вблизи галактической плоскости на расстояниях  $r < 1.5-2$  кпс мы можем только по звездам самых высоких светимостей, которые имеются не во всех направлениях. Но даже при наличии звезд ранних спектральных классов, если поглощение велико, мы можем охватить исследованиями расстояния, не превышающие 2.5—3.0 кпс.

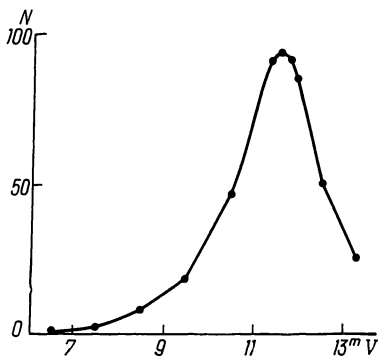


Рис. 4. Количество  $N$  звезд каталога в функции звездной величины  $V$

О выделении отдельных пылевых облаков на таких расстояниях не может быть и речи из-за больших объемов пространства и крайне низкой пространственной плотности звезд высоких светимостей, в редких случаях превышающей 1—2 звезды на  $10^6$  пс<sup>3</sup>. В лучшем случае мы можем судить о величине межзвездного поглощения в каком-либо направлении.

**Распределение пылевого вещества.** Ближайшее поглощающее свет вещества обнаружено нами в исследованном направлении на расстоянии  $r \approx 70$  пс, где  $A_V = 0.3^m$ . Это неплохо согласуется с полученным в работе [21] результатом, согласно которому Солнце расположено в свободной от межзвездного поглощения области, простирающейся примерно до расстояния 75 пс.

Из рис. 1 и 3 и табл. 1 видно, что поглощение максимально в участках, прилегающих к галактическому экватору (участки III, IV, VI). Исключение составляет область эмиссионной туманности вокруг скопления IC 1805 (участок II), где поглощение на первый килопарсек достигает  $2.5^m$  и больше не нарастает. Однако необходимо подчеркнуть, что в участках III и IV, а также на границе с ними участка II имеются небольшие области с низкой звездной плотностью, содержащие только

Таблица 1. Величина межзвездного поглощения  $A_V$  в функции расстояния от Солнца для восьми участков площадки

Уча- сток	$r$ , кпс							
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
I	$1.95^m$	$2.4^m$	$2.4^m$	$2.5^m$	$2.55^m$	$2.9^m$	$2.95^m$	$3.0^m$
II	1.95	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6:	—
III	2.1	2.7	2.7	3.2	3.45	3.5:	—	—
IV а	1.6	2.5:	3.1:	3.7:	—	—	—	—
IV б	1.6	2.1	2.25	2.5:	2.7:	2.8:	—	—
V	1.3	1.5	2.2	2.65	2.65	2.65:	—	—
VI а	2.1	2.55	3.6:	—	—	—	—	—
VI б	1.4	2.15	2.4	2.5	2.8:	—	—	—

звезды переднего фона. Очевидно, поглощение в этих областях более высокое, чем полученная нами средняя величина  $A_V$ .

Низкое значение величины межзвездного поглощения на близком к Солнцу расстоянии характерно для самого северного и наиболее удаленного от галактической плоскости V участка площадки (галактические широты от  $+1^{\circ}20'$  до  $+2^{\circ}40'$ ): на расстоянии  $r=1$  кпс  $A_V=1.5^m$ , достигает на расстоянии 2 кпс от Солнца значения  $2.6^m$  и больше не нарастает. Расстоянию  $r=2$  кпс соответствуют в этом участке расстояния от галактической плоскости  $46 \text{ пс} \leq z \leq 93 \text{ пс}$ .

Таблица 2. Расстояния (в пс) полного охвата звезд различных спектральных классов в зависимости от величины межзвездного поглощения  $A_V$

$A_V$	Sp											
	O9.5		B2		B5		B9		A2		A9	
	III	V	III	V	III	V	III	V	III	V	III	V
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	1200	800	870	500
1.0	—	—	—	—	—	—	1580	1050	960	630	690	400
1.5	—	—	—	—	2880	1660	1260	830	760	500	550	320
2.0	—	—	4360	2630	2290	1320	1000	660	600	400	440	250
2.5	—	5250	3470	2090	1820	1050	790	520	480	320	—	—
3.0	6000	4170	2760	1660	1445	830	—	—	—	—	—	—
3.5	5250	3300	2190	1320	—	—	—	—	—	—	—	—
4.0	4170	2600	1740	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Сравнение полученных результатов с данными других исследователей, а также вопросы о наличии пылевого вещества в области молекулярного облака CO и эмиссионных туманностей IC 1795/1805 [5] будут подробно рассмотрены в следующей статье.

*Размеры и плотности пылевых облаков.* Была сделана попытка оценить среднюю протяженность пылевого облака по лучу зрения и среднее поглощение в облаке. Для этой цели мы воспользовались данными о 14 облаках, находящихся на близких расстояниях ( $r \leq 0.5$  кпс), которые были выделены уверенно по достаточно большому количеству звезд. Среднее поглощение в облаке оказалось равным  $0.26^m$ , средний размер облака по лучу зрения — 23 пс, причем оценка эта вследствие ошибок в определении расстояний звезд, возможно, завышена.

Для сравнения приведем оценки, полученные другими исследователями. Пачинский [19], исследуя межзвездное поглощение на основании звездных подсчетов на картах Паломарского атласа, получил следующие значения: среднее поглощение в облаке  $0.36^m$ , средний радиус — 7 пс. Питерс [22] оценил средний размер облака в 10 пс, среднее поглощение в темном облаке —  $0.37^m$ . Типичным диаметром облака CO Бэртон и Гордон [12] считают 5—17 пс. Согласно Шеффлеру, большие межзвездные облака — это комплексы компактных уплотнений с диаметрами 20—30 пс [26]. По данным Кеш и др. [13] средний размер околосолнечного облака составляет 5—15 пс.

**Распределение пылевого вещества и спиральные ветви Галактики.** В связи с проблемой звездообразования большое значение приобретает выяснение вопроса о том, находится ли пылевое вещество преимущественно в спиральных ветвях Галактики, поскольку до настоящего времени некоторые авторы продолжают утверждать, что такой связи не существует.

Полученные нами плотности пылевых облаков  $\Delta A_V / \Delta r$  в звездных величинах на килопарсек представлены на рис. 5. Из рис. 3 и 5 видно, что комплекс плотных пылевых облаков в направлении  $l=134.7^\circ$ ,  $b=+0.92^\circ$  находится в интервале расстояний от 70 до 900 пс от Солнца.

Исключение составляет небольшой по размеру участок V, наиболее удаленный к северу от галактической плоскости, где пылевая материя обнаружена на расстоянии 1140—1200 пс.

Положение спиральных ветвей Галактики в окрестностях Солнца, согласно данным Беккера и Фенкарта [10] о распределении рассеянных звездных скоплений, содержащих звезды спектральных типов O—B

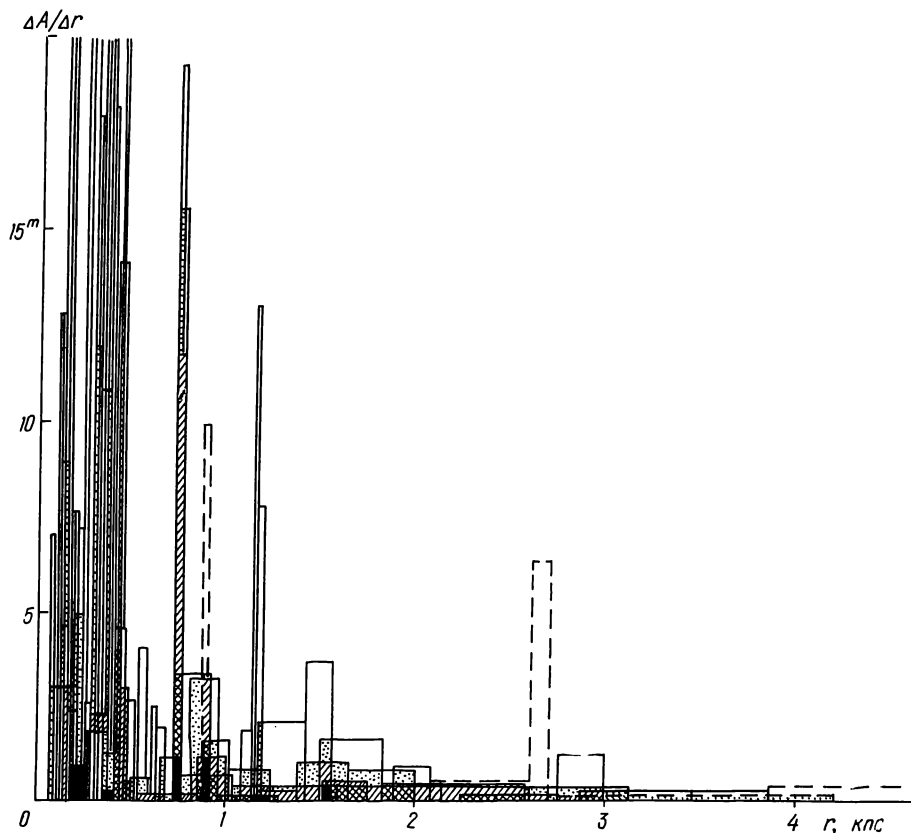


Рис. 5. Плотности пылевых облаков  $\Delta A_V/\Delta r$  (в звездных величинах на килопарсек) в функции расстояния от Солнца  $r$

2/3, представлено на рис. 6. Различной штриховкой показаны полученные нами средние плотности пылевого вещества, выраженные в звездных величинах на килопарсек ( $\Delta A_V/\Delta r$ ) для всех участков, кроме наиболее удаленного от галактической плоскости V (северного) участка площадки.

Вне всякого сомнения, описанный выше комплекс пылевых облаков принадлежит Местной спиральной ветви и в исследованном направлении существует тесная корреляция в распределении пылевых облаков со звездной спиральной ветвью. Межзвездная пыль в исследованном направлении образует «пылевую спиральную ветвь» протяженностью по лучу зрения от 70 до 900 пс.

Интересна структура Местной «пылевой спиральной ветви»: комплекс наиболее плотных пылевых облаков находится в непосредственной близости от Солнца на расстоянии 70—450 пс (рис. 5). Как видно из рис. 3 и табл. 1, здесь поглощается от 1.3 до 2.1<sup>m</sup>. Далее до расстояния  $r=700$  пс пространство относительно свободно от поглощающего свет вещества, имеется лишь несколько облаков низкой плотности. Плотные пылевые облака появляются вновь в большей части площадки на расстоянии 700—900 пс. Однако количество поглощающего свет вещества в этой внешней части спиральной ветви меньше, чем во внут-



ренней: в зависимости от участка площадки здесь поглощается 0.3—1.0<sup>m</sup>. Всего в исследованном поперечном сечении Местной спиральной ветви поглощается от 2 (участок V) до 2.7<sup>m</sup> (участок III). Такое расположение пылевых облаков в Местной спиральной ветви можно интерпретировать двояко:

1) плотные пылевые облака в интервале расстояний 70—450 пс можно рассматривать как пылевое вещество, окаймляющее Местную

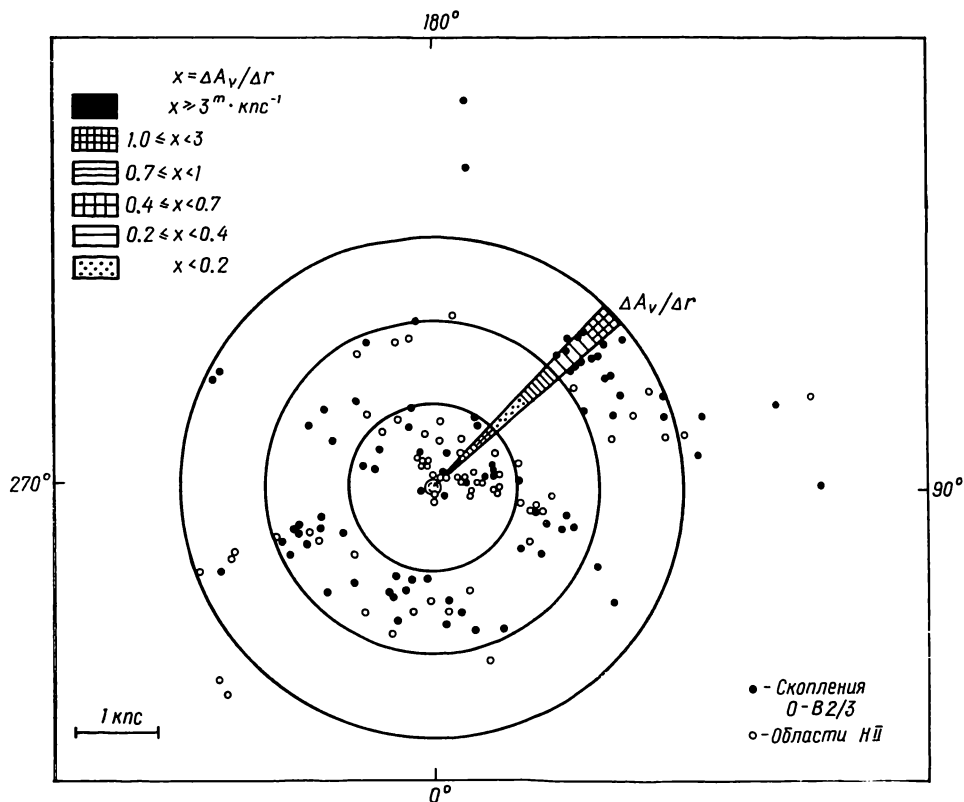


Рис. 6. Положение спиральных ветвей Галактики [10]

спиральную ветвь изнутри, на что указывали многие авторы вслед за Бааде, впервые обратившим внимание на эту особенность в распределении пыли при исследовании галактики M 31;

2) местная «пылевая спиральная ветвь» в исследованном направлении имеет форму сплюсненного цилиндра, плотность пылевого вещества вблизи оси которого значительно ниже, чем во внешних частях. Область пониженной плотности имеет протяженность около 300 пс при ширине пылевой спиральной ветви около 1 кпс.

Следует отметить, что такой же «провал» наблюдается в Местной спиральной ветви и в других направлениях: например, в направлении  $l=77^\circ$ ,  $b=0.6^\circ$  (рис. 4 [2]) протяженность Местной «пылевой спиральной ветви» составляет около 1 кпс, а свободного от плотных пылевых облаков промежутка  $\sim 200$  пс; в направлении на антицентр Галактики ( $l=187^\circ$ ,  $b=0.1^\circ$ ) также заметна область пониженной плотности пыли в центре Местной спиральной ветви (рис. 5 [3] и рис. 3 [4]). Если допустить, что окоლოსолнечный участок спиральной ветви вращается, то такая интерпретация не кажется маловероятной. Конечно, этот вывод еще нельзя считать окончательным, необходима проверка дальнейшими наблюдениями в различных направлениях в Галактике.

Что можно сказать о распределении пылевого вещества в спиральной ветви Персея? Прежде всего необходимо подчеркнуть, что расстоя-

ния этих далеких облаков определены по небольшому количеству звезд самых высоких светимостей, поскольку, как следует из табл. 2, на расстоянии ветви Персея (2—3 кпс) полностью охвачены исследованиями только звезды спектрального класса О и сверхгиганты других классов светимости. Точность определения расстояний этих далеких облаков ниже, вследствие чего полученная нами протяженность облаков по лучу зрения оказалась больше. Это хорошо заметно на рис. 5: чем облака ближе, тем они тоньше, на больших расстояниях облака протяженнее. Учитывая все сказанное, а также действие эффекта селекции, с определенной степенью осторожности можно заключить, что на рис. 5 заметны пылевые облака, концентрирующиеся к спиральной ветви Персея. Они находятся примерно в интервале расстояний 1.7—3 кпс, причем, как и в случае Местной ветви, плотность их минимальна вблизи оси спиральной ветви Персея около  $r \approx 2.3$  кпс.

Область звездообразования W3/W4 находится на внутренней части спиральной ветви Персея (по данным Сато [23, 24], IC 1795 находится в центре этой ветви).

**Заключение.** 1. В исследованном поперечном сечении выявлена местная пылевая спиральная ветвь, состоящая из плотных пылевых облаков и совпадающая по своему положению с Местной звездной спиральной ветвью. Протяженность пылевой спиральной ветви — от 70 до 900 пс. Возможно, ветвь имеет форму сплющенного цилиндра, плотность пылевого вещества на оси которого ниже, чем во внешних частях. Большая часть пылевого вещества сконцентрирована на внутренней части спиральной ветви ( $A_V$  находится в пределах от 1.3 до  $2.1^m$  по сравнению с наружной частью, где  $A_V = 0.30—1.0^m$ ).

2. Пространство между Местной спиральной ветвью и ветвью Персея практически свободно от плотных пылевых облаков.

3. Область звездообразования W3/W4 расположена во внутренней части спиральной ветви Персея на расстоянии  $r \approx 2$  кпс.

4. Межзвездная пыль почти полностью сосредоточена в облаках. В межоблачном пространстве количество пыли минимально.

1. *Аведисова В. С.* Каталог областей звездообразования в Галактике.— Рига : Зинатне, 1981.—139 с.
2. *Каландадзе Н. Б., Колесник Л. Н.* Пространственное распределение звезд и межзвездного вещества в направлении  $l=76.9^\circ$ ,  $b=+0.6^\circ$ .— *Астрометрия и астрофизика*, 1977, вып. 32, с. 57—66.
3. *Каландадзе Н. Б., Колесник Л. Н.* Пространственное распределение звезд и межзвездной пыли в направлении на антицентр Галактики.— *Астрометрия и астрофизика*, 1978, вып. 34, с. 19—29.
4. *Каландадзе Н. Б., Колесник Л. Н., Кузнецов В. И.* Строение звездного поля в направлении на скопление NGC 2129.— *Бюл. Абастум. астрофиз. обсерватории*, 1971, 40, с. 39—54.
5. *Колесник Л. Н., Метревели М. Д.* Пространственное распределение пылевого вещества в направлении на область звездообразования W3/W4.— Киев, 1983.—38 с.— (Препринт / АН УССР, Ин-т теорет. физики; ИТФ—83—92Р).
6. *Колесник Л. Н., Метревели М. Д.* Структура области звездообразования W3/W4. I. Исследование каталога BV-величин и спектральных классов 1150 звезд.— *Астрометрия и астрофизика*, 1984, вып. 51, с. 3—7.
7. *Кузнецов В. И.* Спектральная классификация слабых О—В звезд вокруг скопления IC 1805.— *Астрометрия и астрофизика*, 1984, вып. 53, с. 34—36.
8. *Шевченко В. С.* Структура областей звездообразования.— *Астрон. журн.*, 1979, 56, с. 297—312.
9. *Alter G., Ruprecht J., Vanysek V.* Catalogue of star clusters and associations.— Budapest : Akad. Kiado, 1970.—3086 p.
10. *Becker W., Fenkart R.* Catalogue of galactic star clusters observed in three colours.— *Astron. and Astrophys., Suppl. Ser.*, 1971, 4, p. 241—252.
11. *Braunsfurth E.* Neutraler Wasserstoff in der Cas OB 6 Association.— *Mit. Astron. Ges.*, 1982, 55, S. 128—129.
12. *Burton W. B., Gordon M. A.* Carbon monoxide in the Galaxy.— *Astron. and Astrophys.*, 1978, 63, p. 7—27.
13. *Cash W., Bowyer S., Lampton M.* Interstellar absorption of the extreme ultraviolet flux from two hot white dwarfs.— *Astron. and Astrophys.*, 1979, 80, p. 67—70.

14. *Isobe S.* The ratio of total absorption to selective absorption in the interstellar space.—Publ. Astron. Soc. Jap., 1968, 20, p. 52—58.
15. *Kolesnik L. N.* Die Entfernungen der hellen Sterne im Sternring 274.—Astron. and Astrophys., 1972, 16, p. 155—157.
16. *Lada C. J., Elmegreen B. G., Cong H. I., Thaddeus P.* Molecular clouds in the vicinity of W3, W4 and W5.—Astrophys. J., 1978, 226, p. L39—L42.
17. *Mezger P. G., Smith L. F.* Radio observations related to star formation.—In: Star Formation, IAU Symp. N 75. Dordrecht: Reidel Publ. Co., 1977, p. 133—177.
18. *Mikolajewska J., Mikolajewski M.* Interstellar extinction in the direction of CI Cyg.—Acta Astron., 1980, 30, p. 347—358.
19. *Paczynski B.* Fluctuations in interstellar absorption from star counts in the Milky Way.—Acta Astron., 1964, 14, p. 157—192.
20. *Pecker J.-C.* Evolution galactique. II. Pourquoi la loi de rougissement dans notre Galaxie est-elle unique? —Astron. and Astrophys., 1974, 35, p. 7—12.
21. *Perry C. L., Johnston L., Crawford D. L.* A photometric map of interstellar reddening within 100 pc.—Astron. J., 1982, 87, p. 1751—1774.
22. *Peters G.* Fluctuations in brightness of the Milky Way and interstellar clouds.—Astron. and Astrophys., 1970, 4, p. 134—143.
23. *Sato F.* A study of interstellar matter in the Cassiopeia—Perseus region. II. Structure of interstellar neutral hydrogen gas in the Perseus Arm.—Annals Tokyo Astron. Observ., Sec. Ser., 1970, 12, p. 1—33.
24. *Sato F.* A study of interstellar matter in the Cassiopeia—Perseus Region. III. A search for early type stars and a study of interstellar absorption in the region of emission nebula IC 1795.—Annals Tokyo Astron. Observ., Sec. Ser., 1970, 12, p. 34—50.
25. *Schalen C.* On the value of  $R=A_V/E_{B-V}$ .—Astron. and Astrophys., 1975, 42, p. 251—258.
26. *Scheffler H.* Über das Massenspektrum der interstellaren Wolken.—Z. Astrophys., 1967, 66, S. 33—44.
27. *Sherwood W. A.* On the ratio of the total to selective absorption.—Astrophys. Space Sci., 1975, 34, p. 1—10.
28. *Schmidt-Kaler Th.* Zustandsgrößen und Zustandsdiagramme der Sterne.—In: Landolt-Börnstein Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaften und Technik. Berlin etc: Springer, 1965, S. 284—315.
29. *Schultz G. V., Wiemer W.* Interstellar reddening and IR-excess of O and B stars.—Astron. and Astrophys., 1975, 43, p. 133—139.
30. *Westerhout G.* A survey of the continuous radiation from the galactic system at a frequency of 1390 Mc/s.—Bull. Astron. Inst. Netherlands, 1958, 14, p. 215—260.

Главная астрономическая обсерватория АН УССР,  
 Киев  
 Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГССР,  
 Абастумани

Поступила в редакцию  
 16.07.1984