

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 9

МАЙ, 1973

ВЫПУСК 2

О СВЯЗИ ЯВЛЕНИЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ГАЗОВОЙ И ПЫЛЕВОЙ СОСТАВЛЯЮЩИМИ МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЫ

А. Н. ГЕРАЩЕНКО

Поступила 26 марта 1973

Соотношения между эквивалентными ширинами W межзвездных линий ($K\text{ CaII}$ и $D\text{ NaI}$) и соответствующими избытками цвета E получены по литературным данным для более чем 500 звезд. Показано, что однородные ряды представляют наблюдения звезд только ранних спектральных классов (до B8), разделенные на две группы в зависимости от галактической долготы: группа I — $|\sin 2l| > 0.3$, группа II — $|\sin 2l| < 0.3$. В группе I корреляция более сильная (корреляционное отношение 0.7—0.8). Наблюдения соответствуют выводу Спитцера об идентичности распределения облаков газа и пыли. Рассеяние точек на диаграммах W — E обусловлено совместным действием насыщения линий, дисперсии скоростей облаков и галактического вращения. Для малых избытков цвета существенное влияние на рассеяние оказывает непрерывно распределенная газовая среда.

Рассмотрим вопрос о связи явлений, обусловленных межзвездными газом и пылью. При этом газовая составляющая характеризуется интенсивностью оптических линий $K\text{ CaII}$ и $D_1, D_2\text{ NaI}$, пылевая — избытками цвета E_{B-V} в системе U, B, V [1]. В качестве интенсивностей межзвездных линий использовались только измерения эквивалентных ширин [2—17], сведенные в одну систему [4]. По этим данным были построены соотношения между эквивалентными ширинами межзвездных линий W_K и W_D , с одной стороны, и избытками цвета звезд, в которых наблюдаются эти линии, с другой (рис. 1а, б). Рассеяние точек на них велико, поэтому была проведена статистическая обработка материала с целью выявления его однородности. Оказалось, что эквивалентные ширины межзвездных линий в звездах спектральных классов позднее B8 отличаются от аналогичных величин в более ранних звездах (достоверность $> 99\%$). Такое различие эквивалентных ширин вызвано, по-видимому, неточностью их определений

10—234

из-за блендирования звездными линиями. Поэтому из дальнейшего анализа эти значения были исключены. Различными оказались также эквивалентные ширины в звездах с большим (группа I) и малым (группа II) галактическим вращением. В качестве критерия малости принималось условие $|\sin 2l| < 0.3$ (l — галактическая долгота). При этом галактическое вращение влияет на интенсивность линий в сторону увеличения с достоверностью $> 99\%$ для D-линий и $> 95\%$ для K-линий.

В дальнейшем соотношения W—E изучались отдельно для I и II групп. Вид соотношений изучался по статистическому критерию Фишера T_η . Для определения последнего вычислены коэффициенты корреляции (r) и корреляционные отношения (η) (табл. 1). В этой таблице приведены также дисперсия (σ) и число звезд в каждой группе (N).

Таблица 1

	D ₂		D ₁		K	
	I	II	I	II	I	II
r	0.70	0.64	0.75	0.61	0.69	0.58
η	0.74	0.71	0.80	0.71	0.75	0.62
T_η	2.4	1.1	4.0	1.2	2.6	1.2
σ	0.29	0.21	0.28	0.18	0.19	0.12
N	228	61	228	61	366	97

Из табл. 1 видно, что связь между изучаемыми характеристиками существует, причем более сильная в группе I. Для нее достоверно (на уровне 0.95) получена криволинейная зависимость. Таковая для группы II проводится неуверенно, что связано с малым числом звезд с большими избытками, межзвездные линии в которых безусловно показывают эффект насыщения.

Таким образом, следуя Спитцеру [3], можно предположить, что межзвездные линии образуются в тех же облаках, что и покраснение звезд. Рассеяние же точек на соотношениях W—E обусловлено совместным действием эффектов насыщения линий, дисперсии скоростей облаков и галактического вращения. Влияние галактического вращения видно из сравнения дисперсий для групп I и II (табл. 1). С достоверностью $> 95\%$ это различие следует считать реальным. Поэтому звезды группы I, разбитые на подгруппы по расстоянию, должны показывать уменьшение рассеяния точек на диаграммах W—E. Средняя же интенсивность межзвездных линий, соответствующая данному E, увеличивается с увеличением расстояния. Такое увеличение наблю-

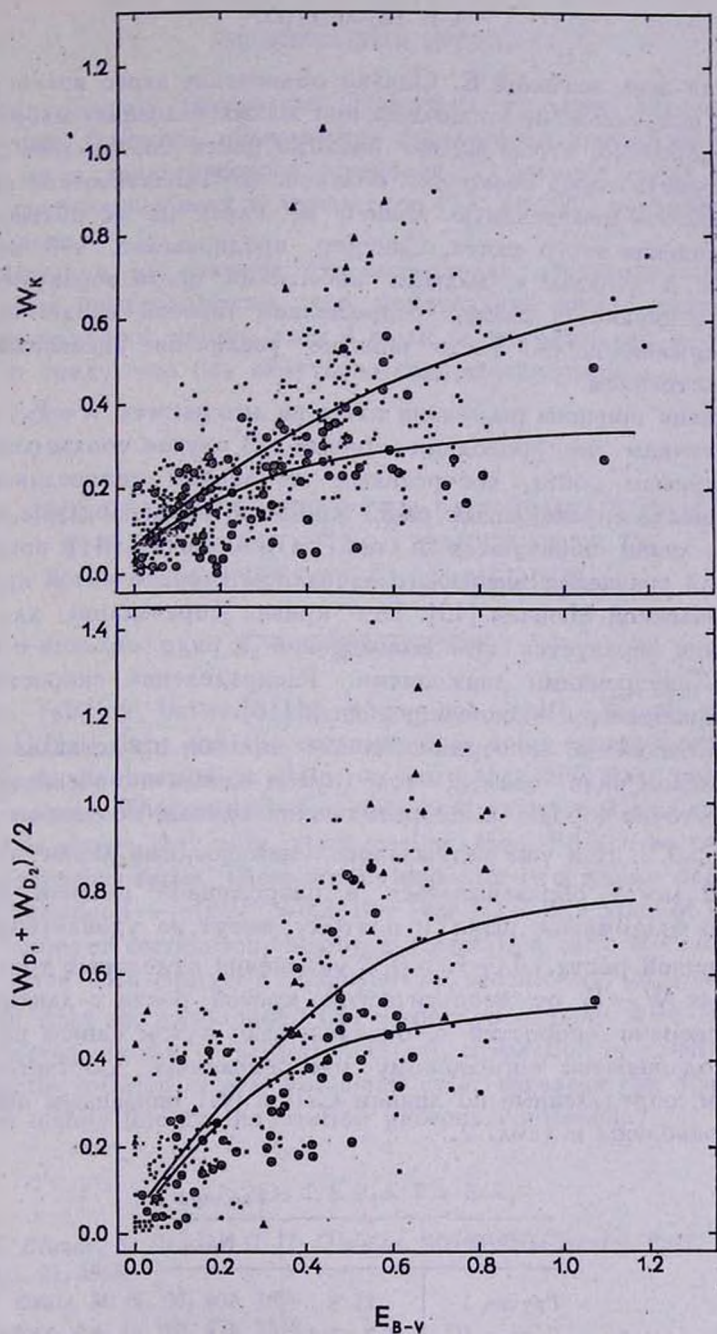


Рис. 1. Зависимости между эквивалентными ширинами межзвездных линий и избытками цвета для линий а) K CaII, б) D₁, D₂, NaI (в среднем). Непрерывные кривые проведены через средние точки для звезд группы I (кривая I) и группы II (кривая II).
 Обозначения: звезды группы I спектральных классов позднее B8—▲, до B8—●, звезды группы II—○, △.

дается для всех значений E . Однако объяснение этого явления галактическим вращением не приемлемо при малых значениях избытка. Так как маловероятно, чтобы малые избытки цвета создавались при прохождении света через несколько облаков, то галактическое вращение будет сдвигать межзвездную линию, не влияя на ее интенсивность. Для объяснения этого факта, Спитцер предполагает, что межзвездные линии в звездах с малыми избытками цвета образуются иным образом, а именно, в сильно разреженной газовой среде без заметного содержания пыли. Тогда понятно увеличение интенсивности линий с расстоянием.

Выяснив причины рассеяния точек на диаграммах $W-E$, по усредненным точкам мы проводили кривые. В случае соответствия этих кривых кривым роста, построенным по линиям межзвездного газа, можно считать справедливым ранее принятое предположение, что межзвездные линии образуются в тех же облаках, что и покраснение звезд. Для сравнения мы воспользовались теоретической кривой роста, вычисленной Мюнчем [13]. Эта кривая справедлива для случая, когда линия образуется при поглощении в ряде облаков с незначительными внутренними движениями. Распределение скоростей самих облаков принимается экспоненциальным [18].

Действительно, экспериментальная кривая, представленная в логарифмическом виде, создается (путем сдвига по обеим координатам) достаточно хорошо с теоретической кривой, но только для значений $E > 0^m2$. Как уже указывалось, межзвездные линии в звездах с $E < 0^m2$ могут образовываться в разреженной газовой среде без заметного содержания пыли и поэтому могут не удовлетворять указанной кривой роста. Для $E > 0^m2$ отклонения отдельных точек на зависимостях $W-E$ от теоретической кривой роста с данным значением дисперсии скоростей σ , определенным путем сдвига по оси ординат, подчиняются нормальному распределению. Соответствующие дисперсии, определенные по линиям CaII и NaI описанным выше способом, приведены в табл. 2.

Таблица 2

σ (км/сек)	CaII	NaI
Группа I	11.8	8.9
Группа II	4.7—7.4	5.1

Для группы I проведение кривой через средние точки соответствует как бы приведению интенсивностей межзвездных линий к не-

которому среднему расстоянию (1.3 клс). Большие значения σ для этой группы, вероятно, объясняются увеличением дисперсии скоростей облаков из-за галактического вращения. Сравнение наших определений σ с опубликованными в литературе [13, 18—20] показывает хорошее согласие.

Резюмируя, мы считаем, что наблюдения достаточно хорошо соответствуют предположению, что межзвездная среда состоит из облаков, содержащих атомы газа и пыли и погруженных в более разреженную среду газа без заметного содержания пыли.

ГАО АН СССР

ON THE RELATION BETWEEN PHENOMENA DUE TO THE DUST AND GAS COMPONENTS OF THE INTERSTELLAR MEDIUM

A. N. GERASHCHENKO

The relation between the equivalent width W of interstellar (K Call, D Nal) lines and the corresponding color excess E are obtained on the basis of observation data on more than 500 stars published by various authors. The results of a statistical analysis of this relation are given. It is shown that only stars earlier than B8 can be represented by a homogeneous series. These are divided into two groups depending on galactic latitude: I — $|\sin 2l| > 0.3$, II — $|\sin 2l| < 0.3$. Stars of the group I show a stronger correlation, having a correlation ratio 0.7—0.8. Observations agree with Spitzer's conclusion on the identity of spatial distribution of dust and gas clouds. The dispersion of point with $E > 0.2$ on W — E diagrams is due to saturation effect, dispersion in cloud velocities and galactic rotation effect. For small color excesses the dispersion of points is mainly due to the rarefied gaseous continuum.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. V. M. Blanco, S. Demers, G. G. Douglas, M. P. Fitz-Gerald, Publ. U. S. Naval Obs., 21, 1968.
2. C. S. Beals, M. N., 96, 661, 1936.
3. L. Spitzer, Ap. J., 108, 276, 1948.
4. P. W. Merrill, R. F. Sanford, O. C. Wilson, C. Burwell, Ap. J., 86, 274, 1937.
5. E. G. Williams, Ap. J., 79, 280, 1934.
6. R. F. Sanford, O. C. Wilson, Ap. J., 90, 235, 1939.
7. P. W. Merrill, O. C. Wilson, P.A.S.P., 59, 132, 1947.
8. R. F. Sanford, Ap. J., 110, 117, 1949.

9. *L. Spitzer, I. Epstein, Li-Hen*, Ann. Astrophys., 13, 147, 1950.
10. *C. S. Beals*, M. N., 113, 530, 1953.
11. *P. McRae Routly, L. Spitzer*, Ap. J., 115, 227, 1952.
12. *H. H. Voigt*, Contr. Lick Obs., ser. II, No. 60, 1956.
13. *G. Münch*, Ap. J., 125, 42, 1957.
14. *G. Münch, H. Zirin*, Ap. J., 133, 11, 1962.
15. *G. Münch, A. Unsold*, Ap. J., 135, 711, 1962.
16. *G. Münch*, P.A.S.P., 78, 305, 1966.
17. *W. Buscombe, P. M. Kennedy*, M. N., 139, 417, 1968.
18. *A. Blaauw*, B.A.N., 11, 458, 1952.
19. *О. А. Мельников*, Астрон. ж., 24, 73, 1947.
20. *O. C. Wilson*, Ap. J., 90, 244, 1939.