

Е. К. ХАРАДЗЕ

ИЗУЧЕНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА В ГАЛАКТИКЕ ПО ИЗБЫТКАМ ЦВЕТА СЛАБЫХ ЗВЕЗД

(Представлено академиком Г. А. Шайном 10 I 1950)

В настоящее время не подлежит уже сомнениям утверждение о том, что основная задача звездной астрономии — выяснение строения Галактики — не может быть решена, если не изучить предварительно, по возможности подробно, поглощение света звезд в межзвездном пространстве и не использовать результаты этого изучения для исправления видимой картины пространственного распределения звезд.

Прежде при изучении проблемы строения Галактики основное внимание уделялось общей форме и размерам, в последнее же время интерес переместился к точному изучению отдельных структурных характеристик, что требует ведения исследования в индивидуальных направлениях и в отдельных участках. Но, если нам неведомо поглощение в последних, мы не можем знать и действительного пространственного строения Галактики.

Задача детального исследования строения Галактики неотделима от задачи подробного изучения пространственного распространения галактического межзвездного вещества в отдельных направлениях. Изучение поглощения должно служить не только двум общепризнанным целям — введению поправок в видимое пространственное распределение звезд и выяснению физической природы поглощающего вещества, но и более непосредственной задаче — исследованию пространственного строения всей материальной Галактики, поскольку межзвездное вещество представляет собой значительную, хотя и преимущественно темную, невидимую, составляющую Вселенной.

Исследование галактического поглощения может быть основано на массовых определениях ряда величин: видимых звездных величин, спектральных классов и показателей цвета слабых звезд и других небесных объектов. Материал должен быть однороден для различных галактических направлений и в смысле характера и количества объектов и с точки зрения точности. Можно признать, что многие вопросы не решены не из-за принципиальных трудностей, а лишь в связи с тем, что мы были вынуждены пользоваться неоднородным материалом, который к тому же был недостаточен в смысле охвата различных галактических направлений и глубин.

Этот пробел до некоторой степени восполняется наблюдениями и исследованиями Абастуманской астрофизической обсерватории, где составлен обширный каталог однородной точности для показателей цвета более 14 000 звезд (работа автора) и каталог более 500 внегалактических туманностей и 125 долгопериодических цефеид (работа М. А. Вашикидзе). Метод цветовых избытков, примененный нами в качестве

основного метода исследования поглощения, имеет ряд преимуществ. С помощью этого метода относительно легко изучать межзвездную пыль. Хотя последняя — лишь одна составляющая межзвездного вещества, но результаты исследования можно распространить и на другие составляющие (газ). Методу доступны, правда, относительно близкие пространства (если дело касается звезд), но зато нет эффекта селекции наблюдательного материала, из-за чего заметно страдают определения общего фотографического поглощения. Последняя задача может надежнее решаться, исходя из определений избирательного поглощения и редукции последнего к общему поглощению с помощью фактора, выводимого из принимаемого закона зависимости поглощения от длины волны.

Автор посвятил 7 лет (1939—1945) астрономических наблюдений накоплению фотографического материала, в результате обработки которого им составлен каталог показателей цвета 14 000 звезд от 10.3 до 13.3 зв. величины в 43 площадках Каптейна (№№ 1—43). Каталог публиковался отдельными частями (1). Каталог исследован, определены точность и другие его характеристики, выведена формула приведения к так называемой международной системе величин.

На основе избытков цвета звезд, выведенных из сопоставлений данных нашего каталога со спектральными данными двух первых томов «Бергдорфского спектрального обозрения» (2), исследовано поглощение света в Галактике. Построены кривые зависимости избытка цвета от расстояния для 43 направлений, из которых 5 совпадают с галактической плоскостью, 5 близки к ней (средняя широта $6^\circ.5$), 12 умеренно отдалены ($16^\circ.5$), а остальные лежат на средних (34°) и высоких ($58^\circ.5$) галактических широтах. Галактические глубины, которых мы достигли, 2—2,5 кпс в среднем. Эти расстояния (истинные, исправленные за поглощение) можно считать отвечающими требованиям, вытекающим из нынешнего состояния проблемы.

Величина избытка цвета на расстоянии одного первого килопарсека оказалась весьма зависящей от галактической широты. Ее значение колеблется от 0.52 зв. величины в галактической плоскости до 0.06 в среднем для широты в 58° . Прирост избытка цвета на второй килопарсек принимает среднее значение в 0.30 и 0.06, соответственно. Относительно малое приращение цвета на отрезке второго килопарсека даже в галактической плоскости можно объяснить нахождением Солнца в области, для которой характерна повышенная средняя плотность межзвездного вещества. Иное объяснение, в частности, как следствия систематической ошибки, зависящей от видимой яркости звезд, исключается в результате специального исследования. Отдельные направления обнаруживают всякие неожиданности, впрочем, вполне совместимые с клочковатым строением межзвездного вещества. Рассмотрение приращения цвета вдоль координаты z показывает, что в отдельных случаях довольно плотные, локализованные массы рассеивающего вещества сосредоточены и на таких расстояниях z , где поглощения не следовало ожидать (на основе уже отживающего, но все еще часто применяемого понятия «галактического слоя»). Можно утверждать, что в Галактике поглощающее вещество сосредоточено не исключительно около плоскости симметрии.

Ряд кривых, выражающих зависимость избытка цвета от расстояния, отмечен изломами, реальность которых подтверждается большим числом звезд (например, в площадке № 8 82 звезды группируются около точки $r = 250$ пс и $SE = 0.1$ и 77 звезд около $r = 400$ пс, $SE = 0.3$). Изломы свидетельствуют о неравномерности и дискретности распределения поглощающего вещества даже в некоторых из тех направлений, которые лежат в галактической плоскости. Ряд кривых, например для площадок № 11 ($b = +27^\circ$), № 28 ($b = +39^\circ$), обнаруживает прирост

цвета лишь на больших расстояниях. Избыток цвета велик и дискретность характерна и для некоторых таких участков, которые не несут явных следов «обскурации» (например, площадки №№ 8, 17, 39, 41). Преувеличенно большие избытки цвета на малых расстояниях в площадках №№ 2, 7 и пониженные значения их в площадке № 38 отражают «разбухание» и «сужение» зоны избегания, отмеченное ранее Б. В. Кукаркиным ⁽³⁾. Сравнение хода кривых с ходом, получающимися по теории П. П. Паренаго ⁽⁴⁾, и определение параметров a_0 и β дает хорошее согласие. В некоторых случаях по изломам на кривых делается возможной довольно надежная оценка расстояния облака рассеивающего вещества, его размера, поглощающей способности и др. Для некоторых направлений возможно оценить количество облаков, пересекаемых лучом зрения на отрезке 1 кпс в окрестностях Солнца. Это число равно 4—5 при диаметре одного облака не менее 60—90 пс.

Что можно сказать в связи с тем, что, по П. П. Паренаго ⁽⁴⁾, диаметры облаков порядка до 15 пс? Следует принять такое представление, согласно которому более мелкие облака некоторым образом объединяются в системы облаков, которые в связи с примененным нами методом или на используемом нами материале выявляются легче. Отдельные же мелкие облака «сглаживаются», особенно на больших расстояниях. Такое посистемное строение межзвездных облаков не может противоречить взглядам на характер строения всей материальной Вселенной. Число же 4—5 следует увеличить, если относить их к «элементарным» облакам. На один куб. кпс вблизи Солнца приходится не менее 10^3 — 10^4 облаков.

Несмотря на недостатки теории Ми как метода определения размеров межзвездных рассеивающих частиц, применение его имеет смысл, когда можно получить оценки, делаемые на однородном материале одновременно для различных галактических направлений. Неизбежные неопределенности и неточности входят в вычисления одинаково для всех направлений, и можно выявить хотя бы средний дифференциальный эффект. Средний размер частиц около галактической плоскости на $\sim 10\%$ больше среднего размера, соответствующего направлениям 27 — 72° галактической широты. Вместе с тем, на высоких галактических широтах частички расположены в поглощающей среде в ~ 2 раза реже. Исходя из общего объема Галактики и рассматривая в отдельности части пространства, относящиеся к низким и высоким широтам, мы получили для всей массы межзвездной пыли в Галактике следующую, более точную, как нам кажется, оценку: $M = 2.8 \times 10^6$ солнечных масс. Дифференцированные оценки в единицах объема, относящихся к разным галактическим широтам (что до сих пор не делалось), понижают значение общей массы против того, что получено было В. Г. Фесенковым ⁽⁵⁾ и П. П. Паренаго ⁽⁶⁾.

Анализ материала дает указание на асимметрию в распределении величин покраснения по отношению к галактическому экватору; покраснение больше к северу от последнего. Это заставляет нас попытаться определить плоскость Галактики впервые по невидимой межзвездной материи, в отличие от светящихся объектов, которые использовались до сих пор для этой цели. Если будет подтверждено расхождение этой плоскости с плоскостью, вычисленной по светящимся объектам, то этот вывод большого значения потребует пересмотра ряда установленных общих заключений или исправления результатов некоторых вычислений. Но для полного решения этой важной задачи необходимо привлечение возможно более обширного материала, в частности, определений показателей цвета звезд последующих площадок. Кстати отметим, что мы приступили к последней работе, накопляя колориметрический материал для площадок Каптейна №№ 44—67, содержащихся

в недавно опубликованном томе III «Бергдорфского спектрального обозрения».

Абастуманская астрофизическая обсерватория
Академии наук Груз.ССР
гора Конобили

Поступило
12 XII 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. К. Харадзе, Бюлл. Абастуманск. обс., № 6, 17 (1942); № 7, 99 (1943); № 8, 71 (1945); № 10, 125 (1949). ² A. Schwassmann u. P. J. van Rhijn, Spektal-Durchmusterung der 115 nördlichen Kapteyn'schen Eichfelder, I, 1935; II, 1938. ³ Б. В. Кукаркин, Астр. журн., 17, № 1, 19 (1940). ⁴ П. П. Паренаго, Усп. астр. наук, 4, 112 (1948). ⁵ В. Г. Фесенков, ДАН, 28, № 7 (1940). ⁶ П. П. Паренаго, Астр. журн., 22, № 3, 129 (1945).