

К ИЗУЧЕНИЮ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА ЗВЕЗД В МЕСТНОЙ СИСТЕМЕ

Е. К. ХАРАДЗЕ

В литературе до сих пор встречаются указания на то, что явление Местной Системы, представляющее собой некоторый «пояс» ярких звезд, наклонно расположенный по отношению к галактическому экватору, допустимо считать иллюзорным: облака поглощающей материи, расположенные симметрично поясу ярких звезд, — по другую сторону галактического экватора, — могли бы создать кажущийся наклон этого пояса. В таком случае необходимо было бы предположить, в частности, наличие подобных облаков в области, заключенной между галактическими широтами 0° — $+11^{\circ}$ и долготами 140° — 190° .

Поэтому, естественно, не лишено интереса изучение пространственного поглощения света звезд в этой области и в симметрично ей расположенном участке Местной Системы.

Если удалось бы доказать, что в указанных местах межзвездное пространство одинаково прозрачно, тогда можно было бы меньше сомневаться в реальности сгущения ярких звезд, действительно образующих некоторую «местную» звездную систему, являющуюся структурной деталью Млечного Пути.

М. А. Вашакидзе¹ исследовал селективное поглощение в указанных выше областях и пришел к выводу, что достаточно резко выраженной разницы в селективной прозрачности пространства в них не наблюдается.

Это побудило нас изучать в тех же областях общее поглощение, привлекая для этой цели различный материал.

Прежде всего, прибегая к некоторой модификации известного способа Wolfa, мы проанализировали фотографический материал, специально подготовленный нами для поставленной цели. Этот материал содержит 8 снимков интересующих нас площадок; снимки получены с помощью одной из 8" камер нашей Обсерватории.

Данные относительно негативов приводятся в табл. I.

ТАБЛИЦА I TABLE

| Пара Pair of plates | № пара-ны No of plate | Дата Date | Центр пластинки The center of the plate | | KSA содерж. на пластинке No of KSA | Сорт пластинки Emulsion | Продолж. экспозиции Expos. time |
|---------------------------|--------------------------|--------------|--|----------------------------|---|----------------------------|---------------------------------------|
| | | | $\alpha; \delta$ | $l; b$ | | | |
| I | 227 | 23.II.1939 | $\delta^{h_2} 28^m; +29^{\circ} 5$ | $152^{\circ}; +11^{\circ}$ | 50 | Imperial «1200» | 2^h |
| | 238 | 14.III.1939 | $5^h 11; +16.0$ | $155; -11$ | 73 | " | 2 |
| II | 225 | 22.II.1939 | $7^h 11; +13.8$ | $171; +13$ | 75 | " | $1^h 50^m$ |
| | 226 | 23.II.1939 | $5^h 47; +1.7$ | $172; -11$ | 97 | " | 1 50 |
| III | 239 | 14.III.1939 | $7^h 43; -1.2$ | $189; +13$ | 99 | Ilford Gold. Iso-Zenith | 1 30 |
| | 250 | 20.III.1939 | $6^h 14; -14.0$ | $189; -12$ | 122 | " | 1 30 |
| IV | 224 | 22.II.1939 | $5^h 40; +44.9$ | $134; +10$ | 25 | Imperial «1200» | 2 |
| | 223 | 22.II.1939 | $4^h 21; +31.3$ | $136; -11$ | 48 | " | 2 |

Фотографический материал подбирался с тем расчетом, чтобы площадки, подлежащие подсчету, расположились вдоль осей $b = +11^{\circ}$ и $b = -11^{\circ}$, от $l = 150^{\circ}$ до $l = 190^{\circ}$.

Каждая пластинка содержала одну площадку Картеуя (KSA) и, при этом, достаточно близко расположенную к центру пластинки; эти площадки служили шкалами величин при подсчетах—методом Wolfa—числа звезд ярче некоторой определенной величины.

Парные снимки (снимки симметричных участков) по возможности производились на приблизительно одинаковых зенитных расстояниях. Парные снимки проявлялись в одинаковых условиях. Последние два обстоятельства дали нам возможность в большинстве случаев пользоваться одними и теми же звездами сравнения или одной и той же звездной шкалой при подсчетах обеих пластинок пары.

В случае пластинок №№ 227 и 238 для сравнения служили звезды, принадлежащие KSA50*:

| | № | m |
|---|-----|-------|
| 1 | 726 | 8.09 |
| 2 | 306 | 9.07 |
| 3 | 930 | 9.84 |
| 4 | 654 | 10.88 |
| 5 | 104 | 11.68 |
| 6 | 521 | 12.67 |
| 7 | 683 | 13.60 |
| 8 | 680 | 14.75 |

Звезды из KSA75 и KSA97 служили для пластинок №№ 225 и 226, соответственно:

| KSA75 | | | KSA97 | | |
|-------|-----|-------|-------|-----|-------|
| | № | m | | № | m |
| 1 | 626 | 8.20 | 1 | — | — |
| 2 | 294 | 9.37 | 2 | 230 | 9.55 |
| 3 | 639 | 10.07 | 3 | 346 | 9.94 |
| 4 | 669 | 10.96 | 4 | 368 | 10.98 |
| 5 | 572 | 11.94 | 5 | 319 | 11.96 |
| 6 | 519 | 12.93 | 6 | 270 | 13.07 |
| 7 | 337 | 13.81 | 7 | 259 | 13.82 |
| 8 | 525 | 14.88 | 8 | 3 | 14.88 |

В данном случае, для каждой пластинки пары бралась самостоятельная шкала звездных величин, так как пластинки были сняты на различных

* В нижеследующих трех таблицах звезд сравнения №№ звезд обозначены по Н. А. 101 («Durchmusterung of Selected Areas»), 1918; величины звезд взяты отсюда же.

зенитных расстояниях. Но для пластинок №№ 239 и 250 вновь оказалось достаточным пользоваться лишь одной областью сравнения, а именно, KSA99 со звездами:

| | № | m |
|---|-----|-------|
| 1 | 172 | 8.59 |
| 2 | 185 | 9.14 |
| 3 | 408 | 9.72 |
| 4 | 366 | 10.78 |
| 5 | 367 | 11.70 |
| 6 | 452 | 12.66 |
| 7 | 297 | 13.60 |
| 8 | 47 | 14.50 |

Пластинки №№ 224 и 223 мы исключили из материала при окончательной обработке, так как одна из этой пары оказалась со значительным дефектом гидрирования.

Ошибка фотометрического поля во внимание не принималась, что следует считать недостатком обработки; но, впрочем, как показывает опыт, это обстоятельство не может оказать заметного влияния на результаты, получаемые применением метода Wolfa, не отличающегося высокой точностью.

Подсчеты $\log N(m)$ велись в некоторой узкой зоне, простирающейся параллельно галактическому экватору. Одна зона каждой пластинки содержит пять площадок, каждую в 0.78 кв. град. На двух пластинках каждой сопряженной (симметричной) пары эти зоны расположены так, чтобы они мало отличались друг от друга по галактической долготе; по широте же отличались бы лишь знаками и очень незначительно абсолютными величинами. В этом можно убедиться если рассмотреть нижеследующую табличку, где даны галактические координаты центров всех площадок, расположенных на трех парах пластинок:

| | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------------------|--------|---------|
| l 151.3 | 152.2 | 153.3 | 154.4 | 155.6 | Пластинка № 227 | I пара | |
| b +11.6 | +11.3 | +11.1 | +10.8 | +10.5 | | | |
| l 151.1 | 152.2 | 153.4 | 154.6 | 155.9 | Пластинка № 238 | | |
| b -11.5 | -11.4 | -11.2 | -10.9 | -10.7 | | | |
| l 169.6 | 170.5 | 171.4 | 172.3 | 173.1 | Пластинка № 225 | | II пара |
| b +11.1 | +11.0 | +11.0 | +10.9 | +10.8 | | | |
| l 168.9 | 169.9 | 170.9 | 171.9 | 172.9 | Пластинка № 226 | | |
| b -11.0 | -11.0 | -11.0 | -11.0 | -10.9 | | | |

| | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|--------------------|----------|
| l 186.7 | 187.6 | 188.6 | 189.6 | 190.5 | Пластинка № 239 | III пара |
| b +11.2 | +11.2 | +11.2 | +11.2 | +11.2 | | |
| l 186.6 | 187.5 | 188.5 | 189.5 | 190.6 | Пластинка № 250 | |
| b -11.3 | -11.3 | -11.3 | -11.3 | -11.3 | | |

Таким образом, I пара пластинок характеризует симметричные области:

$$l=153\frac{1}{2}^{\circ}; b=+11^{\circ} \text{ и } l=153\frac{1}{2}^{\circ}; b=-11^{\circ}$$

II и III пары пластинок соответствуют двум следующим парам симметричных участков:

$$l=171^{\circ}; b=+11^{\circ} \text{ и } l=171^{\circ}; b=-11^{\circ}$$

$$\text{и } l=188\frac{1}{2}^{\circ}; b=+11^{\circ} \text{ и } l=188\frac{1}{2}^{\circ}; b=-11^{\circ}$$

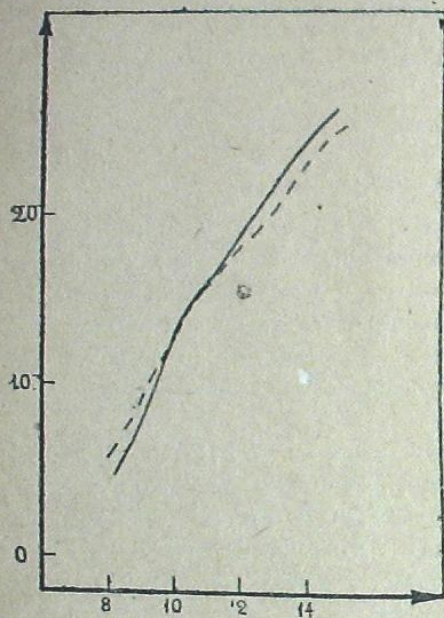
Модификацией способа Wolfa в данном случае мы называем следующий путь, по которому мы шли в нашей работе: мы не выводили, как обычно, кривые $\log N(m)$ для нормальной и исследуемой площадок, а строили их для двух симметричных площадок, расположенных в пределах Местной Системы и вне ее, но симметрично первой площадке по сторону положительных галактических широт и сравнивали пары кривых между собой.

Модифицированные таким образом диаграммы Wolfa были построены для всех 15 площадок, вошедших в окончательную обработку трех пар негативов. Сходство и одинаковый характер полученных нами кривых позволяет нам представить их в виде 3-х средних диаграмм, из которых каждая выражает 5 диаграмм, соответствующих данной паре пластинок.

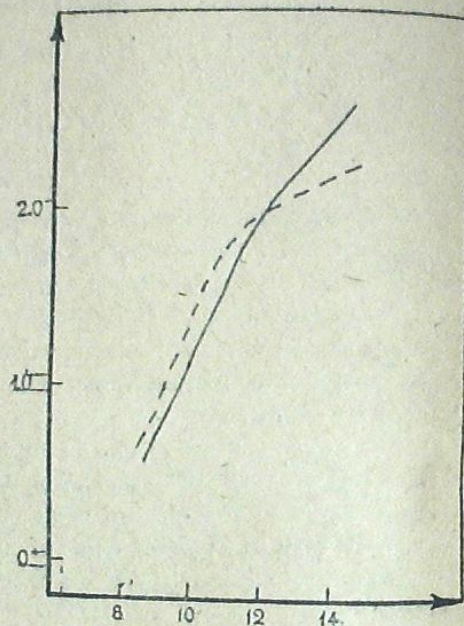
Эти средние кривые представлены на черт. 1, 2 и 3 для I, II и III пары пластинок, соответственно. По оси абсцисс, как обычно, отложены звездные величины, по оси ординат $-\log N(m)$, т. е. логарифмы чисел всех звезд до некоторой определенной звездной величины. Пунктирная линия соответствует области, расположенной в пределах Местной Системы, сплошная — симметричной последней.

По приводимым диаграммам можно заключить, что в области, где — на основе гипотезы об иллюзорности Местной Системы, — должно существовать облако поглощающей материи, на самом деле нет поглощения [отсутствует характерный для поглощения излом кривой $\log N(m)$] и, следовательно, пространство тут «достаточно» прозрачно, что является подтверждением реальности Местной Системы и, стало быть, отрицает предположение об иллюзорности ее в результате аномально пониженной прозрачности пространства в области $l=150-190^{\circ}; b=+11^{\circ}$. Больше того, если на наших диаграммах можно усмотреть поглощение, то

скорее всего именно в самой Местной Системе; действительно, на черт. 3 пунктирная линия, соответствующая Местной Системе, имеет характерный излом. В точках, соответствующих ярким звездам, пунктирная линия всюду выше сплошной, что и естественно было ожидать вследствие явного и очевидного преобладания ярких звезд в поясе Местной Системы.



Черт. 1 Fig.



Черт. 2 Fig.

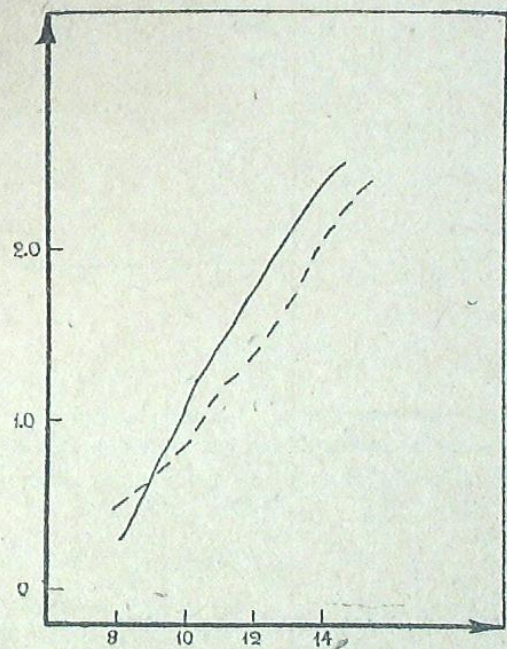
Результаты наших подсчетов по специально накопленному фотографическому материалу мы смогли проверить анализом других, литературных материалов. Так, например, мы воспользовались таблицами чисел звезд разной величины, приведенными в первых двух томах Бергедорфского Каталога² и построили аналогичные диаграммы для KSA25 и KSA23, расположенных вблизи интересующих нас участков.

Тут же приводим табличку, где для этих площадок даны $N(m)$, подсчитанные по каталогу и приведенные к площади в один квадратный градус $\log N(m)$ и $[\log N(m)]_{\text{cor}}$, означающие исправленные значения $\log N(m)$, при этом исправление производилось за счет галактической концентрации (данные KSA25 редуцировались к положению KSA23).

Для редукиции мы воспользовались известными таблицами van Rhijn'a²

| KSA25 | | | | KSA23 | | |
|-------|--------|-------------|----------------------------|-------|--------|-------------|
| m | $N(m)$ | $\log N(m)$ | $[\log N(m)]_{\text{cor}}$ | m | $N(m)$ | $\log N(m)$ |
| 8.5 | 1.9 | 0.28 | 0.33 | 8.5 | 2.6 | 0.42 |
| 9.5 | 3.8 | 0.58 | 0.63 | 9.5 | 4.7 | 0.68 |
| 10.5 | 10.3 | 1.01 | 1.08 | 10.5 | 11.6 | 1.06 |
| 11.5 | 12.0 | 1.08 | 1.16 | 11.5 | 29.1 | 1.46 |
| 12.5 | 52.7 | 1.72 | 1.80 | 12.5 | 56.2 | 1.75 |
| 13.5 | 109.2 | 2.04 | 2.13 | 13.5 | 141.5 | 2.15 |

Эти данные представлены на черт. 4 в виде диаграммы. Точки соответствуют звездам KSA25, крестики—KSA23 (в Местной Системе).

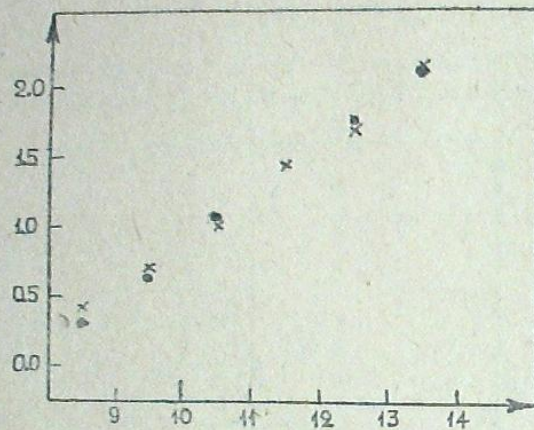


Черт. 3 Fig.

Легко обнаружить согласие последней диаграммы с данными наших подсчетов.

С другой стороны, если взять, для примера, две такие симметричные по отношению к галактическому экватору области, из которых ни одна не лежит в поясе Местной Системы, тогда кривые $\log N(m)$ для них должны совпадать. В качестве такого примера нам могут послужить KSA18 и

KSA4I ($l=68^\circ$; $b=+7^\circ$ и $l=61^\circ$; $b=-8^\circ$), для которых аналогичная диаграмма представлена на черт. 5. Диаграмма не обнаруживает различия между двумя кривыми; небольшие отклонения могут быть отнесены за счет неточности редукции за галактическую концентрацию; в столь близких к галактической плоскости областях редукция, естественно, затруднена; кроме того, подобные отклонения всегда допустимы, если иметь в виду, что и галактическая плоскость не может быть проведена совершенно точно.



Черт. 4 Fig.

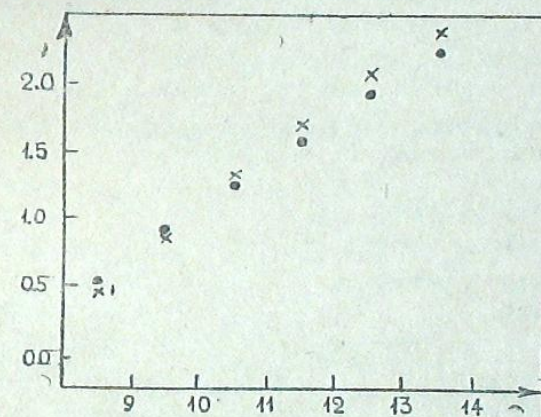
Не ограничивая контроль наших результатов данными одного Бергдорфского Каталога, мы воспользовались также материалом van Rijn'a⁴:— таблицами $\log N(m, b, l)$, выбрав из них данные, относящиеся к следующим участкам:

| N | l | b | N | l | b |
|-----|-------------|-------------|-----|-------------|------------------|
| 1 | 150° | $+15^\circ$ | 4 | 180° | $+15^\circ$ |
| 1' | 150 | -15 | 4' | 180 | -15 |
| 2 | 160 | $+15$ | 5 | 190 | $+12\frac{1}{2}$ |
| 2' | 160 | -15 | 5' | 190 | $-12\frac{1}{2}$ |
| 3 | 170 | $+15$ | | | |
| 3' | 170 | -15 | | | |

Не будет излишним выписать тут же эти данные, не ограничиваясь одной ссылкой на них. При этом, для краткости можно выписать $\log N(m, b, l)$ лишь для четных значений m , опуская промежуточные.

| N | l | b | 6^m_0 | 8^m_0 | 10^m_0 | 10^m_0 | 11^m_0 | 16^m_0 | 12^m_0 |
|-----|-------------|------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 150° | $+15^\circ$ | 8.89 | 9.79 | 0.70 | 1.49 | 2.23 | 2.94 | 3.44 |
| 1' | 150 | -15 | 9.05 | 9.82 | 0.67 | 1.34 | 1.95 | 2.69 | 3.45 |
| 2 | 160 | $+15$ | 8.89 | 9.78 | 0.74 | 1.54 | 2.29 | 3.00 | 3.50 |
| 2' | 160 | -15 | 9.13 | 9.86 | 0.74 | 1.42 | 2.04 | 2.76 | 3.48 |
| 3 | 170 | $+15$ | 8.86 | 9.78 | 0.80 | 1.60 | 2.36 | 3.08 | 3.58 |
| 3' | 170 | -15 | 9.18 | 9.90 | 0.80 | 1.53 | 2.17 | 2.88 | 3.56 |
| 4 | 180 | $+15$ | 8.82 | 9.78 | 0.84 | 1.66 | 2.43 | 3.16 | 3.69 |
| 4' | 180 | -15 | 9.21 | 9.93 | 0.86 | 1.63 | 2.34 | 3.02 | 3.67 |
| 5 | 190 | $+12\frac{1}{2}$ | 8.80 | 9.80 | 0.82 | 1.71 | 2.50 | 3.22 | 3.83 |
| 5' | 190 | $-12\frac{1}{2}$ | 9.22 | 9.99 | 0.92 | 1.75 | 2.52 | 3.19 | 3.77 |

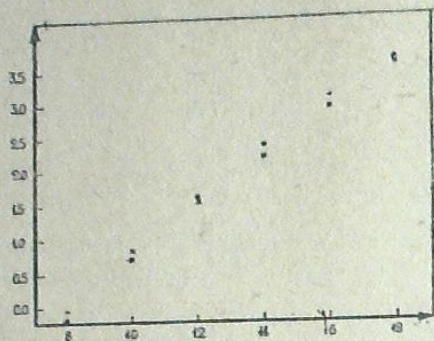
Данные этой таблички или построенная на основании их средняя диаграмма (черт. 6) также подкрепляют результаты наших подсчетов.



Черт. 5 Fig.

Изучение поглощения можно не ограничивать построением и анализом диаграмм Wolf'a, а дополнить его исследованием других характеристик, как, например, собственных движений звезд. Известно, ведь, что по сравнению собственных движений звезд в темных туманностях и в нормальных областях удается даже определять расстояния до темных туманностей⁵. Этот метод основан на сравнении распределения параллаксов звезд в светлых и темных областях, причем параллаксы выводятся из статистической кривой зависимости их от собственных движений (B. Hipstra⁶).

Мы же поступили следующим образом: в нескольких симметричных участках выбрали звезды равной величины с известными собственными движениями и сопоставили среднее значение собственных движений для участков Местной Системы со средним значением, соответствующим симметричным по отношению к последним участкам.



Черт. 6 Fig.

Избранные нами участки имеют следующие центры:

| N | l | b | N | l | b |
|-----|-------------|-------------|-----|----------------|-------------|
| a | 125° | $+10^\circ$ | c | $151^\circ 5'$ | $+10^\circ$ |
| a' | 125 | -10 | c' | $156\ 3$ | -11 |
| b | 145 | $+15$ | d | $188\ 4$ | $+15$ |
| b' | 145 | -15 | d' | $190\ 2$ | -13 |

Звезды подбирались в пределах не далее $1-1\frac{1}{2}^\circ$ от центра, причем по величине они были ограничены $\pm 0^m 3$ (средняя звездная величина $8^m 5$). Всего было выбрано 133 звезды (64+69), собственные движения для которых были взяты из Бергедорфского Каталога собственных движений⁷.

Но мы не отбирали звезды по спектральным признакам, и не выделяли из них карликов и гигантов, что, безусловно, должно было повлиять на результат. Результат же таков:

для участков расположенных в Местной Системе $\mu^2 = 5''.7$ (100),
для участков симметричных Местной Системе $\mu^2 = 4''.3$ (100).

Само собой разумеется, что подобный анализ собственных движений далеко не полон и не свободен от некоторых неучтенных влияний, но как опыт он, может быть, и не лишен интереса и если все-таки делать из него выводы, мы вновь приходим к заключению об отсутствии аномально большого пространственного поглощения в области $l=120-190^\circ$ и

$b=+10-+15^\circ$ и, если разность в полученных значениях собственных движений следует приписать разности в прозрачности пространства, то, очевидно, именно Местную Систему надо считать менее прозрачной, так как звезды данной видимой величины обнаруживают в ней большие собственные движения, чем звезды той же величины, но расположенные в симметричных участках; следовательно, эти «преувеличенные» значения собственных движений присущи, на самом деле, более ярким звездам, однако вследствие поглощения последние представляются нам с «преуменьшенной» яркостью.

Настоящая работа не претендует на полноту исследования данного вопроса, но, вместе с тем, нельзя отрицать, что результаты, выводимые здесь из различных данных, получаются довольно согласными между собой, что придает им уверенность и, потому, с тем большим основанием можно считать явление Местной Системы реальным, а не иллюзорным. Но изучение этого вопроса можно и следует расширить как путем привлечения изложенных здесь способов, так и некоторых других.

Так, именно, следует исследовать тем же способом Wolfa область $l=330-360^\circ$; $b=-12^\circ$, где пояс ярких звезд располагается уже к северу от галактической плоскости; при этом при выборе сопряженных площадок надо решительно избегать областей, на которые видимо проектируются яркие или темные облака (путем изучения звездной карты).

Вместе с тем следует применять способ Wolfa и в непосредственном виде, сравнивая кривую $\log N(m)$ для данной области с нормальной. И в данном исследовании приходилось в некоторых случаях контролировать видоизмененные диаграммы Wolfa путем сравнения кривых $\log N(m)$ с «теоретической».

Прибегая к методу собственных движений, необходимо с большей осторожностью подойти к вопросу и не ограничиться простым анализом собственных движений, а вести его наряду с исследованием динамических характеристик всей Местной Системы в целом, так как динамические свойства ее могут влиять на собственные движения звезд, расположенных в ней, и простая интерпретация их введет исследователя в заблуждение.

Следует, вместе с тем, расширить и исследование селективного поглощения, для чего можно было бы анализировать линии междузвездного кальция в звездных спектрах, или воспользоваться теми же данными из Бергедорфского Каталога, где $N(m)$ могут быть подсчитаны для разных спектральных классов в отдельности, но система расположения площадок Картеун'а по зонам, параллельным экватору (а не галактическому поясу), не сделает возможным идеальным—в смысле симметрии—выбор участков для сравнения между собой, и учет галактической концентрации по отдельным спектральным классам будет неизбежен. Мы попытались использовать данные, содержащиеся в опубликованных к настоящему времени

первых двух томах Бергедорфского Каталога, но они оказались чрезвычайно скудными.

Наконец, селективное поглощение в Местной Системе можно проследить и путем анализа цветовых эквивалентов звезд. Воспользовавшись «Предварительным Каталогом Средних Цветовых Эквивалентов 1207 звезд», составленным Б. В. Кукаркиным⁸, мы попытались сделать подобный анализ, который в отношении площадок:

$$\begin{array}{l} l=153-189^\circ; \quad b=+11^\circ \\ \text{и} \\ l=153-189^\circ; \quad b=-11^\circ \end{array}$$

дал результат, в общем согласный с результатом М. А. Вашакидзе⁹, хотя в материале, подвергнутом анализу, участвовало всего лишь около 20 звезд.

Настоящая работа должна рассматриваться как совместная работа Абастуманской Обсерватории и Кафедры Астрономии Тбилисского Гос. Университета им. Сталина. В обработке части материала участвовали бывшие сотрудники Кафедры Астрономии Н. Л. Магалашвили и Т. А. Маруашвили.

М. А. Вашакидзе, проявляя интерес к данной работе, обсуждал с автором некоторые вопросы, связанные с ней.

Декабрь, 1939.

Литература: Literature:

1. Bull. Abast. Obs. No 4, p. 27, 1940.
2. Bergedorfer Spektral-Durchmusterung, B. V. 1, 2.
3. Publ. Kart. Astr. Lab. Groningen, No 43.
4. Op. cit.
5. П. П. Паренаго. «Курс Звездной Астрономии», 1938.
6. Publ. Kart. Astr. Lab. Groningen, No 48.
7. Bergedorfer Eigenbewegungs-Lexikon, 2. Ausgabe, 1936.
8. Труды ГАИШ, X, вып. 2, 1937.
9. Loc. cit.

ON THE SPACE ABSORPTION OF LIGHT IN THE LOCAL SYSTEM

E. K. KHARADSE

(Summary)

The paper deals with the study of the space absorption of light in the area $l=140-190^\circ$ and $b=0\pm 11^\circ$ (gal. coord.).

Table I represents the description of the photographic material which has been used for this investigation.

The results obtained by using a modification of Wolf's method are represented in Fig. Fig. 1, 2 and 3.

Some supplementary data and an analysis of the star proper motions have been used as a check of the results.

It is shown that there exists no anomaly in the space absorption in the area $l=140-190^\circ$; $b=+11^\circ$ responsible for phenomena of the Local System.

December, 1939.