

## МЕЖЗВЕЗДНАЯ ПОЛЯРИЗАЦИЯ В ЭПОХУ GAIA

Варивода В.В.<sup>1</sup>, Ильин В.Б.<sup>2,3,4</sup>, Прокопьева М.С.<sup>2</sup>, Сен А.К.<sup>5</sup>, Гупта Р.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>ВАС им. Буденного, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>ГАО РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup>СПбГУАП, Санкт-Петербург, Россия

<sup>5</sup>Университет Ассам, Силчар, Индия

<sup>6</sup>IUSAA, Пуне, Индия

*Межзвездная поляризация, вызванная взаимодействием космического излучения с межзвездной пылью, является важным источником информации о пыли и магнитных полях. Параллаксы звезд, появившиеся недавно в Gaia DR2, позволяют извлекать из поляризационных данных более полную информацию. Современное использование таких данных для исследования пыли во внешних частях плотных облаков мы иллюстрируем на примере глобулы B5. На примере рассмотрения поляризационных карт окрестностей глобулы B227 с учетом фотометрических данных и параллаксов Gaia мы обсуждаем новый подход к изучению крупномасштабных магнитных полей.*

### 1. Введение

Межзвездная поляризация, т.е. поляризация излучения далеких объектов межзвездной пылью на луче зрения, – важный источник информации, который, с одной стороны, существенно дополняет сведения о космических пылинках, даваемые межзвездным поглощением, с другой – дает сведения о межзвездных магнитных полях.

В первом случае наблюдаемая волновая зависимость поглощения  $A(\lambda)$  с ключевым параметром  $R_V$  дополняется волновой зависимостью степени поляризации  $P(\lambda)$  с параметрами  $\lambda_{max}$  и  $K$ , характеризующими положение максимума и ширину кривой  $P(\lambda)$ . Одновременное рассмотрение этих трех параметров существенно сужает область значений основных модельных параметров ансамбля пылевых частиц (см., например, [1]), хотя некоторую неопределенность вносит не совсем пока понятный механизм ориентации космических пылинок магнитным полем [2].

Во втором случае, поскольку, по-видимому, обычно ориентация межзвездных пылинок происходит так, что направление линейной поляризации прямо прошедшего через них излучения параллельно направлению магнитного поля, межзвездная поляризация используется для картографирования полей, а дисперсия векторов поляризации – для оценки силы полей [3].

В данной работе мы иллюстрируем современное использование межзвездной поляризации в обоих случаях: при исследовании пыли во внешних частях плотных облаков на примере глобулы Barnard 5 (B5) и при рассмотрении межзвездных магнитных полей на примере наблюдений поляризации в направлении глобулы B227. В п.2 мы резюмируем имеющиеся сведения о пылевой составляющей глобул и обсуждаем результаты нашего поляриметрического исследования пыли во внешних частях глобулы B5. В п.3 рассматриваются имеющиеся детальные поляризационные карты небольших областей неба и обсуждаются результаты картографирования области вокруг глобулы B227, дающие с учетом параллаксов Gaia DR2 новые сведения о галактическом магнитном поле. В заключении резюмируются полученные результаты.

## **2. Исследование пыли во внешних частях плотных облаков**

### **2.1. Глобулы Бока и их пылевая составляющая**

Глобулы Бока – маломассивные, компактные, сравнительно изолированные молекулярные облака, которые являются местом образования звёзд солнечной массы. Поскольку ряд важных аспектов процесса звездообразования всё ещё не ясен, такие глобулы представляют собой удобные лаборатории для детального изучения данного процесса.

Исследования глобул проводились разными методами: газовая составляющая изучалась посредством наблюдений в различных молекулярных линиях и линии HI, пылевая составляющая – посредством наблюдений поглощения и поляризации излучения фоновых звёзд, теплового (поляризованного) излучения пыли в далёкой инфракрасной и субмиллиметровой областях, а также рассеянного пылью излучения.

Несмотря на полученные таким образом данные, для решения проблемы звездообразования требуются более детальные сведения о геометрии и силе магнитных полей в окрестности и внутри глобул и, особенно, о свойствах пыли в них. Поскольку пыль тесно связана с другими компонентами межзвёздной среды, изучение её свойств даёт информацию о физических условиях в глобулах и их эволюции.

На сегодняшний день есть много свидетельств того, что пылевые частицы в плотных облаках, включая глобулы, значительно отличаются от тех, которые находятся в диффузной межзвёздной среде. Например, Foster и др. [4] обнаружили связь между параметром  $R_V$  и поглощением  $A_V$  для умеренных оптических толщин и интерпретировали её как следствие роста пылинок в облаках. В работах [5, 6] показано, что рассеянный свет и субмиллиметровое излучение пыли свидетельствуют об изменении её свойств (включая увеличение среднего размера частиц) с растущей оптической толщиной внутри молекулярного облака. Также на относительно большие частицы указывает альbedo, наблюдавшееся в полосах от U до I в [7]. Поляризация излучения звёзд, расположенных за облаком IC 5146 и наблюдавшихся в ближнем ИК диапазоне, предполагает значительный рост частиц в слоях с  $A_V > 2.5$  зв. вел. [8]. Fanciullo и др. [9] показали, что эволюция пылинок в молекулярных облаках необходима и для объяснения поляризации, наблюдаемой в видимом и субмиллиметровом диапазонах. Эти и подобные им наблюдательные свидетельства эволюции пыли в плотных облаках дополняются сегодня теоретическими расчетами такой эволюции (например, [10, 11]).

Отметим, что все эти наблюдаемые эффекты зависят не только от распределения пылевых частиц по размеру, а средний размер частиц, хотя и является основным параметром, но не единственен – другие параметры задачи могут играть существенную роль. Поэтому для понимания свойств пыли в облаках требуются дополнительные наблюдательные данные, например, сведения о длине волны максимума поляризации  $\lambda_{max}$ , которая может дать важную дополнительную информацию о среднем размере пылевых частиц.

Однако за последнее десятилетие было сделано крайне мало новых измерений этого параметра в направлении молекулярных облаков. Например, Fanciullo и др. [9] рассматривали поляриметрические данные из работы 2007 г. [12], в которой, в свою очередь, в основном использовались более ранние наблюдения других авторов. Такая ситуация складывается, главным образом, из-за того, что  $\lambda_{max}$  может быть надёжно определено только для звёзд с не очень большим поглощением  $A_V$  в облаке, т.е. это не даёт информации о более плотных областях, которые казались единственно интересными. Однако, ранее параметр  $\lambda_{max}$  был определен для примерно сотни лучей зрения, проходящих через различные молекулярные облака или диффузную межзвёздную среду (см., например, [13]). Полученные значения показали некоторую корреляцию с оп-

тической толщиной внутри облака ( $A_V$ ), но зависимости для разных облаков оказалась несколько сдвинутыми вертикально друг относительно друга [14].

Отметим, что рассмотренные молекулярные облака отличаются от глобул тем, что последние являются более изолированными, компактными и образующими только маломассивные звезды. Пока параметр  $\lambda_{max}$  был оценен лишь для одной глобулы В5, но с большими ошибками (см. подробнее [15, 16]). Заметим, что этот параметр может быть надёжно определен лишь для гало и внешних слоёв глобул (центральные их части слишком малы и непрозрачны), но есть признаки того, что свойства пыли в этих слоях должны быть также специфическими (см., например, [7, 10]).

Ниже, используя многоцветную поляриметрию звезд в направлении В5 и данные астрометрических, фотометрических и спектральных обзоров неба, мы обсудим структуру межзвездной среды в данном направлении и получим новое свидетельство того, что пылевые частицы во внешних частях этой глобулы имеют специфические свойства.

## 2.2. Результаты наблюдений и их обсуждение

Мы выполнили поляриметрические наблюдения нескольких десятков звезд в окрестности глобулы В5 на 2.6-м ЗТШ и 1.25-м АЗТ-11 КрАО в полосах UBVR (см. подробнее [17]). Полученные результаты были дополнены данными из других работ для более надежного определения зависимости  $P(\lambda)$  и ее параметра  $\lambda_{max}$ . Окончательные результаты для иллюстрации приведены на рис. 1, где показаны нормированные степени поляризации для всех звезд в зависимости от нормированной длины волны и аппроксимирующая кривая Серковского для ее параметра  $K = 1$  (точки), 1.2 (пунктир), 1.5 (штрих-пунктир).

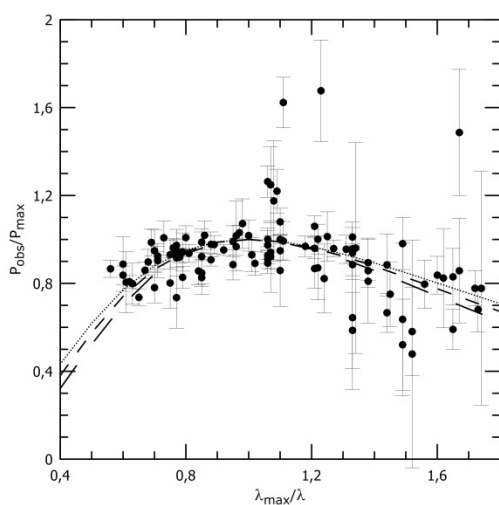


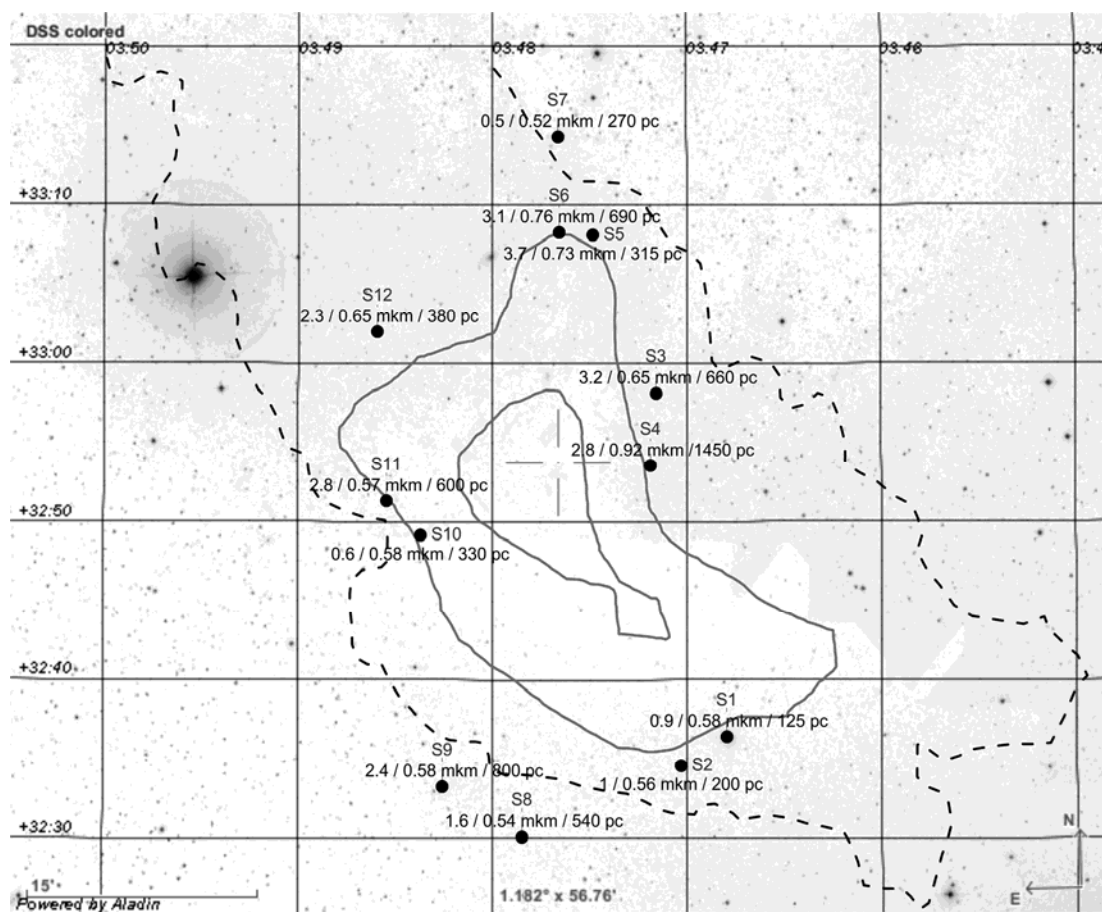
Рис. 1. Все данные для В5 и аппроксимирующие кривые Серковского (см. текст).

распределение поглощения  $A_V$  и векторов поляризации  $\mathbf{P}$  как в картинной плоскости, так и с расстоянием  $d$ . Наш анализ показал, что для относительно высокоширотной глобулы В5 ( $l = 161^\circ$ ,  $b = -17^\circ$ ) следует принимать во внимание лишь 2 слоя: ближайший ( $d \sim 150$  пк), являющийся продолжением комплекса облаков в Тельце, и более удаленный ( $d \sim 300$  пк), принадлежащий комплексу облаков в Персее и включающий глобулу В5 (см. подробнее [17]). При этом можно считать первый слой однородным с  $A_V \approx 0.8^m$ ,  $P_V \approx 0.8\%$ ,  $\theta \approx 50^\circ$  и зависимостью  $P(\lambda)$ , описываемой кривой Серковского с  $\lambda_{max} \approx 0.56$  мкм. Используя эти результаты и данные для звезд, расположенных за глобулой В5, соответствующим вычитанием вклада первого слоя мы определили  $A_V$ ,  $\theta_V$  и

Спектральные классы наблюдавшихся звезд принимались согласно HDE [18], LAMOST DR2 [19] и работе [20], основанной на наблюдениях в Вильнюсской фотометрической системе. Параллаксы определялись из данных Gaia [21]. Согласно [22], видимое поглощение оценивалось из соотношения  $A_V = 1.1 E(V - K_s)$ , где  $V$  и  $K_s$  брались из разных обзоров неба, а соответствующие истинные цвета – из работы [23].

Поскольку не только пыль во внешних слоях облака может давать значимый вклад в наблюдаемое межзвездное поглощение и поляризацию, рассматривалось

$P(\lambda)$ , связанные только с глобулой. Полагая, как обычно, что в глобуле  $\theta(\lambda) = \text{const}$ , мы рассчитали модельные зависимости  $\theta(\lambda)$  для звезд за глобулой. Они оказались в согласии с наблюдаемыми, что подтвердило нашу двухслойную модель среды в направлении В5.



**Рис. 2.** Распределение поглощения в области В5 (внешний контур –  $A_V = 3^m$ , внутренний –  $A_V = 5^m$ ) и наблюдавшиеся звезды S1–12 (точки). Числа около точек – найденные значения  $A_V$  и  $\lambda_{max}$ , а также расстояние до звезды.

Полученные результаты показали корреляцию значений  $\lambda_{max}$ , связанных с пылью в глобуле, с оптической толщиной ( $A_V$ ) просвечиваемой части глобулы (см. рис. 2). Кроме этого, мы нашли, что слои с  $A_V \approx 2\text{--}3$  зв. вел. характеризуются значениями  $\lambda_{max} \approx 0.6\text{--}0.8$  мкм, в то время как для диффузной межзвездной среды в направлении на В5 и в стороне от нее по данным для нескольких звезд мы получили  $\lambda_{max} = 0.52\text{--}0.58$  мкм. Таким образом, значения  $\lambda_{max}$ , найденные нами для глобулы В5, свидетельствуют о специфических свойствах пылинок во внешних слоях глобул и согласуются с данными, полученными другими способами для более массивных молекулярных облаков.

### 3. Вариации межзвездной поляризации в картинной плоскости и с расстоянием

#### 3.1. Поляризационные карты и Gaia DR2

Первый достаточно большой обзор межзвездной поляризации, включавший около 1800 звезд, позволил построить поляризационную карту нашей Галактики (распределение векторов межзвездной поляризации в картинной плоскости) [24]. Карта выявила области неба, характеризующиеся регулярной ориентацией поляризационных векторов, и нерегулярную ориентацию во многих областях в галактической плоскости. Более

поздняя компиляция поляризационных данных для 5500 звезд в [25] дала более упорядоченную карту, особенно для звезд на расстоянии  $d > 1$  кпк [26].

Аналогичный эффект прослеживается для поляризационных карт меньших областей неба. Например, для окрестностей глобулы B227 ( $l = 191^\circ$ ,  $b = -0.5^\circ$ ) данные для 21 звезды [27] показывают большую дисперсию поляризационных векторов, тогда как наблюдения около 120 звезд в [28] дают практически гауссово распределение позиционных углов со средним значением  $\theta \approx 170^\circ$  (в галактических координатах  $\theta_G \approx 20^\circ$ ) и небольшим среднеквадратическим отклонением  $\sigma(\theta) \approx 8^\circ$ .

Уникальная коллекция детальных поляризационных карт небольших частей неба получена в диссертации [29] (см. также [30]). Она включает карты размером  $20' \times 20'$  вокруг  $\sim 20$  темных облаков из каталога BHR [31] в области  $l = 255\text{--}350^\circ$  и  $|b| < 5^\circ$ . Карты в полосе  $I_c$  включали от 100 до 1000 звезд и в основном (более 80%!) показывали регулярное поведение поляризационных векторов (гауссово распределением со среднеквадратическим отклонением порядка 5–13°). Поляризационные карты, полученные другими исследователями (например, индийскими астрономами в [32,33]) менее детальны (обычно существенно меньше 100 звезд).

Очевидно, что часть очень слабых звезд, наблюдавшихся в [29], должна быть очень удаленной. Поскольку во внутренней части (плоскости) Галактики поглощение быстро возрастает с расстоянием и, соответственно, вклад в наблюдаемую поляризацию далеких звезд, как кажется, должна давать пыль на больших расстояниях, явно выраженная регулярность карт [29] представляется трудно объяснимой.

Ниже мы дополним поляриметрические данные, полученные в [28] для большого числа звезд в окрестности глобулы B227, результатами наших фотометрических наблюдений и данными Gaia и сделаем на основании этого выводы о пылевой составляющей этой глобулы и о поведении крупномасштабного магнитного поля в этом направлении.

### **3.2. Результаты наблюдений и их обсуждение**

Фотометрические наблюдения нескольких сотен звезд в окрестности глобулы B227 были произведены на 2-м телескопе IUSAA в Индии в полосах BVR и обработаны по стандартной методике. Полученные результаты были дополнены данными из различных фотометрических обзоров неба.

Для оценки поглощения  $A_V$  до звезд мы выполнили их фотометрическую (спектральную) классификацию. Потоки излучения, наблюдаемые в полосах систем Johnson, Sloan, 2MASS и др., и параллаксы Gaia подгонялись с учетом ошибок наблюдений вариациями двух параметров – поглощения  $A_V$  и спектрального класса  $S_p$ , минимизируя невязку. Разделение на звезды главной последовательности и гиганты в большинстве случаев удалось провести, используя поляриметрические данные и сведения о среднем законе межзвездного поглощения в данном направлении (см. подробнее [34]). Применение подхода к звездам с известными  $A_V$  и  $S_p$  показало, что погрешность получаемой оценки  $A_V$  обычно составляет порядка 0.3 зв. вел.

Объединение полученных нами результатов с данными детальных поляриметрических наблюдений, опубликованных в [28], позволило сделать 2 вывода.

Во-первых, мы обнаружили странное распределение значений параметра  $\lambda_{max}$  вокруг глобулы (см. рис. 3). Для нескольких звезд, расположенных в стороне от ядра B227 (например, около самой левой “петли” с  $\alpha \sim 6^h 7.9^m$ ,  $\delta \sim 19^\circ 35'$ ), получились неожиданно большие значения  $\lambda_{max} \sim 0.7$  мкм. И наоборот, для звезд, просвечивающих глобулу (например, в области  $\alpha \sim 6^h 7.4^m$ ,  $\delta \sim 19^\circ 30'$ ), наблюдаются обычные для диффузной межзвездной среды значения  $\lambda_{max} = 0.5\text{--}0.6$  мкм.

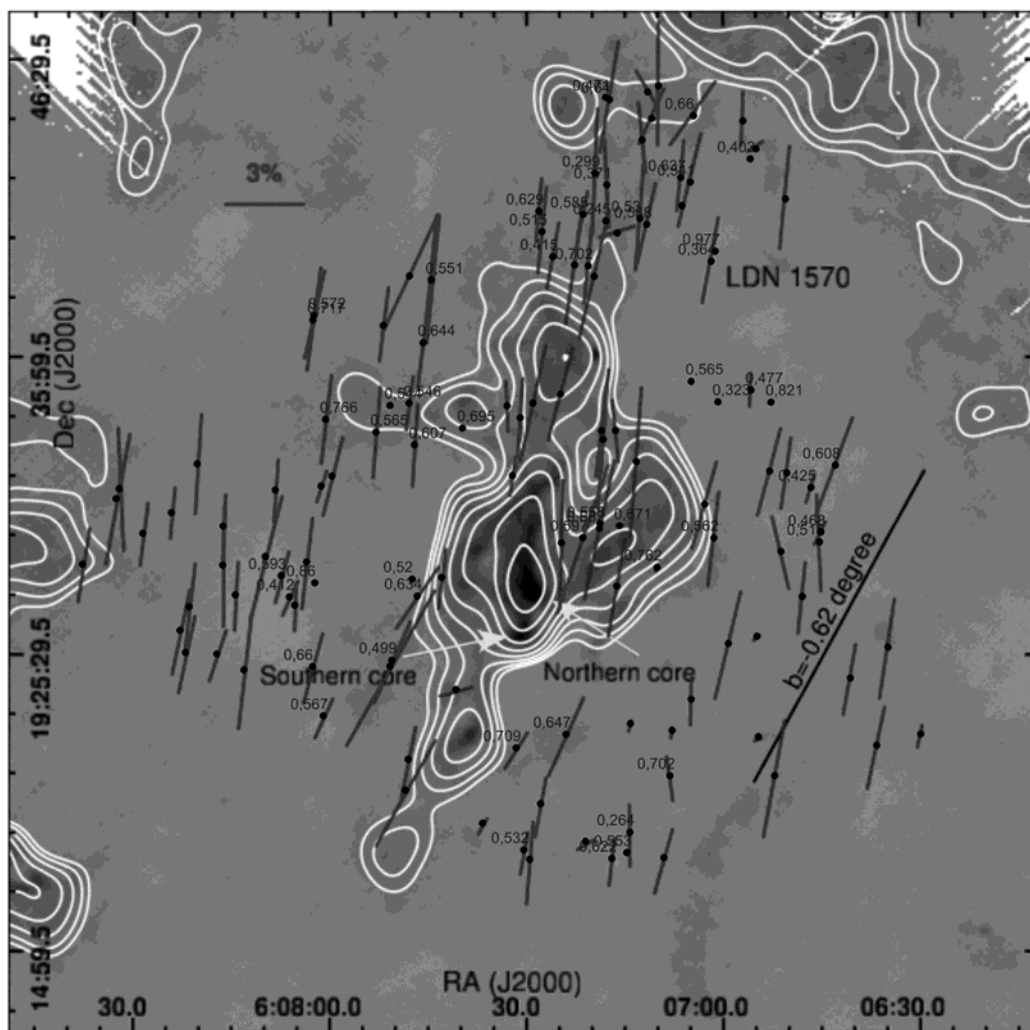


Рис. 3. Поляризация звезд в области B227 и контуры интенсивности теплового излучения пыли (по данным Herschel).

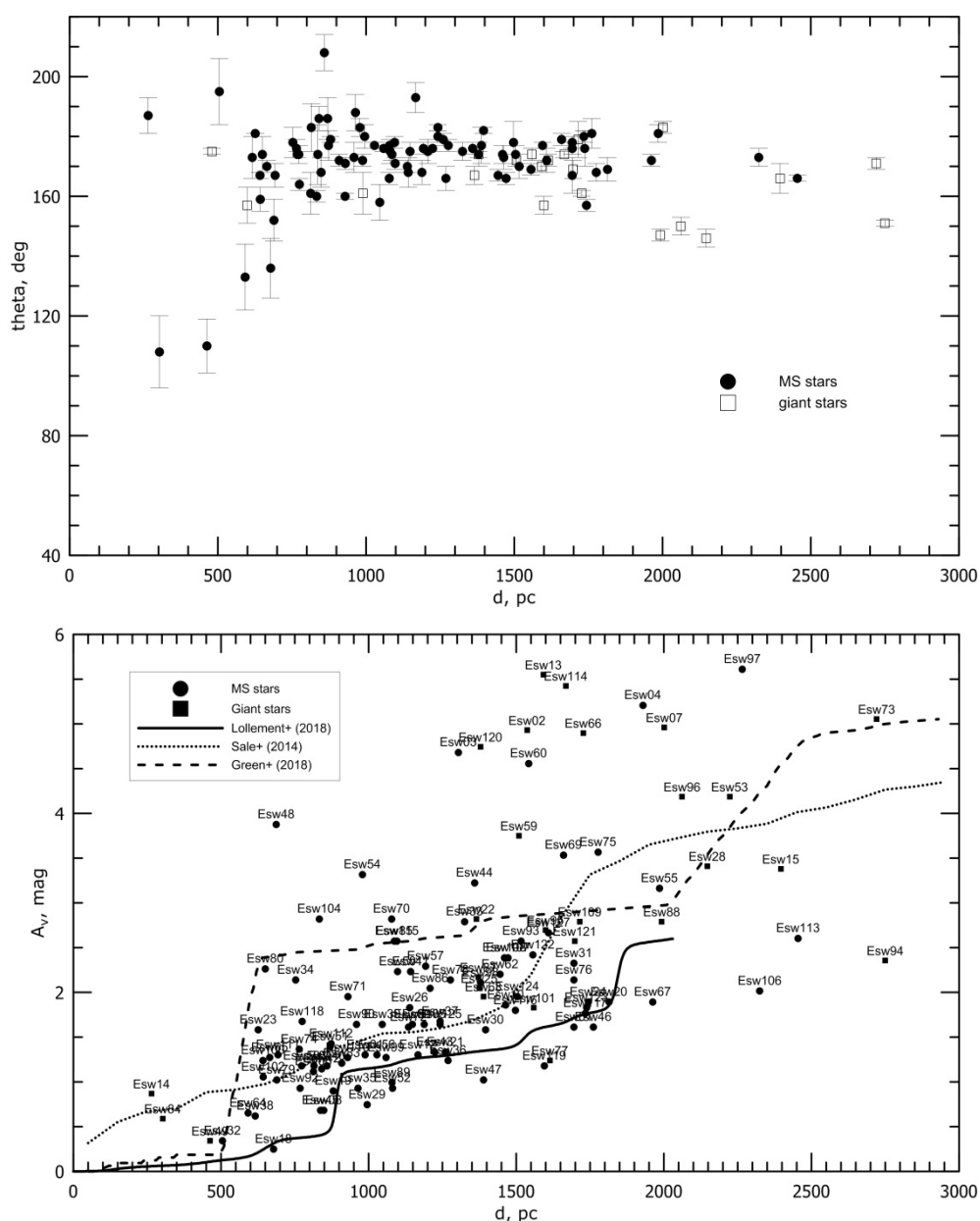
Возможное объяснение этому – заметная вариация свойств пыли в нейтральном гало глобулы. Важно отметить, что все наблюдавшиеся звезды расположены на расстоянии, большем расстояния до облака, которое равно  $\sim 400$  пк [28].

Во-вторых, мы нашли, что позиционный угол поляризации  $\theta$  почти не меняется в зависимости от расстояния  $d$  до звезды, хотя видимое поглощение с ростом  $d$  заметно возрастает. На верхней панели рис. 4 мы видим, что разброс  $\theta$  не велик ( $\sim 10^\circ$ ) и среднее значение  $\theta$  слабо меняется с ростом  $d$ , составляя  $\sim 170^\circ$  при  $d \sim 600$  пк,  $\sim 175^\circ$  при  $d \sim 1$  кпк и  $\sim 170^\circ$  при  $d > 1.5$  кпк. На нижней панели рис. 4 приведена зависимость поглощения  $A_V$  от расстояния  $d$  согласно нашим оценкам (точки) и недавним трехмерным картам распределения поглощения в Галактике [35–37] (кривые). Отметим общее согласие наших результатов с данными других авторов.

Заметим, что более детальное рассмотрение распределения поглощения в направлении B227 по данным последней работы Lallement и др. [37] показывает существование 4-х поглощающих слоев: 1) продолжения комплекса облаков в Тельце ( $d \sim 100$  пк,  $A_V \sim 0.6^m$ ); 2) вещества, связанного с ассоциацией  $\lambda$  Ori, вкл. B227 ( $d \sim 400$  пк,  $A_V \sim 0.3^m$ ); 3) вещества, связанного с ассоциацией Mon OB2 ( $d \sim 900$  пк,  $A_V \sim 0.7^m$ ); 4) вещества, связанного с ассоциацией Mon OB2 ( $d \sim 1.5$  кпк,  $A_V \sim 1.5^m$ ).

Таким образом, несмотря на заметный рост  $A_V$  от 0.5 до 3 зв. вел. с ростом расстояния в интервале  $d$  от 600 до 2000 пк, позиционный угол варьируется лишь в пределах

от 160 до 180 град. Из возможных объяснений этого наблюдательного факта наиболее вероятным кажется специфическая ориентация крупномасштабного (регулярного) галактического магнитного поля в направлении анти-центра Галактики на расстояниях  $d < 500$  пк и  $d > 1$  кпк. Например, в ближней зоне поле примерно перпендикулярно лучу зрения, а в дальней – примерно параллельно ему. Менее вероятным объяснением представляется предположение об очень слабых систематических изменениях направления этого поля на масштабах  $\sim 0.5$ – $1$  кпк, поскольку луч зрения в сторону В227 пересекает поглощающее вещество, связанное с разными ассоциациями и, следовательно, скорее всего, подвергнувшееся их воздействию. Последнее обычно приводит к образованию нелинейных протяженных структур поля, подобных Loop I, поляризационную карту которой можно найти в [38].



**Рис. 4.** Верхняя панель – зависимость позиционного угла  $\theta$  от расстояния до звезды  $d$ . Нижняя панель – зависимость поглощения  $A_V$  от расстояния: точки – наши оценки, кривые – данные из работ [35–37].

Заметим, что прояснить ситуацию, т.е. дать объяснение часто наблюдаемым регулярным поляризационным картам, возможно, способен анализ наиболее детальных из них, приведенных в диссертации [29]. Во-первых, часть VHR-облаков расположена в плоскости Галактики, в хорошо изученном направлении почти на ее центр. Во-вторых, наиболее подробные карты из [29] включают сотни звезд и, следовательно, должно быть возможным надежно проследить вариации позиционного угла для далеких звезд со значительным покраснением.

#### 4. Заключение

Параллаксы, представленные в Gaia DR2, позволяют более полно использовать наблюдения межзвездной поляризации для диагностики космической пыли и магнитных полей. Многоцветные поляриметрические наблюдения звезд в направлении глобулы Бока В5, дополненные данными обзоров неба, включая Gaia, позволили определить вклад глобулы в наблюдаемую поляризацию и сделать вывод об относительно большом размере пылевых частиц уже во внешних слоях В5, что пока не имеет теоретического объяснения. Фотометрические и поляриметрические наблюдения более сотни звезд в направлении глобулы В227 показали, что позиционный угол не меняется с ростом расстояния до звезд, вплоть до 2 кпк, и, соответственно, с ростом поглощения  $A_V$  до 3 зв. вел. Этот наблюдательный факт дает информацию об ориентации регулярного магнитного поля Галактики.

#### Благодарности

Работа была частично поддержана грантом СПбГУАП и грантами РФФИ 16-52-45005, 16-02-00194 и 18-52-52006.

#### Литература

1. *Voshchinnikov N.V.* // J. Quant. Spectrosc. Rad. Transf., 2012, **113**, 2334.
2. *Papoular, R.* // Month. Not. Roy. Astron. Soc., 2018, **475**, 3273.
3. *Crutcher R.M.* // Ann. Rev. Astron. Astrophys., 2012, **50**, 29.
4. *Foster J.B., Mandel K.S., Pineda J.E., et al.* // Month. Not. Roy. Astron. Soc., 2013, **428**, 1606.
5. *Lefevre C. et al.* // Astron. Astrophys., 2014, **572**, A20.
6. *Chen M. C.-Y. et al.* // Astrophys. J., 2016, **826**, 95.
7. *Togi A., Witt A.N., St. John D.* // Astron. Astrophys., 2017, **605**, A99.
8. *Wang J.-W., Lai S.-P., Eswaraiah C., et al.* // Astrophys. J., 2017, **849**, 157.
9. *Fanciullo L., Guillet V., Boulanger F., Jones A.P.* // Astron. Astrophys., 2017, **602**, A7.
10. *Wong Y.H.V., Hirashita H., Li Z.-Y.* // Publ. Astron. Soc. Japan., 2016, **68**, 67.
11. *Ysard N., Kohler M., Jones A., et al.* // Astron. Astrophys., 2016, **591**, A44.
12. *Andersson B.-G., Potter S.B.* // Astrophys. J., 2007, **665**, 369.
13. *Voshchinnikov N.V., Il'in V.B., Das H.K.* // Month. Not. Roy. Astron. Soc., 2016, **462**, 2343.
14. *Andersson B.-G., Lazarian A., Vaillancourt J.E.* // Ann. Rev. Astron. Astrophys., 2015, **53**, 501.
15. *Bhatt H.C.* // Month. Not. Roy. Astron. Soc., 1986, **222**, 383.
16. *Il'in V.B., Khudyakova T.N., Reshetnikov V.P.* // Astron. Rep., 1994, **38**, 214.
17. *Il'in V.B., Efimov Yu.S., Khudyakova T.N., et al.* // Month. Not. Roy. Astron. Soc., 2018, **475**, 5535.
18. *Nesterov V.V., Kuzmin A.V., Ashimbaeva N.T., et al.* Astron. Astrophys. Suppl., 1995, **110**, 367.
19. *Luo A.-L. et al.* VizieR On-line Data Catalog: V/149 (2016).
20. *Cernis K.* // Balt. Astron., 1993, **2**, 214.
21. *Gaia collaboration.* // Astron. Astrophys., 2016, **595**, A1.
22. *Voshchinnikov N.V., Il'in V.B.* // Sov. Astron. Lett., 1987, **13**, 157.
23. *Straizys V.* Multicolor Stellar Photometry. Pachart Publ. House, Tucson. 1992.
24. *Mathewson D.S., Ford, V.L.* // Mem. Roy. Astron. Soc., 1970, **74**, 139.
25. *Heiles C.* // Astron. J., 2000, **119**, 923.
26. *Fosalba P., Lazarian A., Prunet S., Tauber J.A.* // Astrophys. J., 2002, **564**, 762.
27. *Bhatt H.C., Jain, S.K.* // Astron. Astrophys., 1993, **276**, 507.



28. *Eswaraiah C., Maheswar G., Pandey A.K., et al.* // *Astron. Astrophys.*, 2013, **556**, A65.
29. *Magalhaes V.S.* Ph.D. thesis, INPE, 2012.
30. *Rodrigues C.V., Magalhães V.S., Vilas-Boas J.W., et al.* / *Proc. IAU Symp.* **302**, 21. 2014.
31. *Bourke T.L., Hyland A.R., Robinson G.* // *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 1995, **276**, 1052.
32. *Sen A.K., Gupta R., Ramprakash A.N., Tandon S.N.* // *Astron. Astrophys. Suppl.*, 2000, **141**, 175.
33. *Chakraborty A., Das H.S., Paul D.* // *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 2014, **442**, 479.
34. *Il'in V.B. et al.* // *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 2018, in preparation.
35. *Sale S.E., Drew J.E., Barentsen G., et al.* // *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 2014, **443**, 2907.
36. *Green G.M., Schlafly E.F., Finkbeiner D., et al.* // *Month. Not. Roy. Astron. Soc.*, 2018, **478**, 651.
37. *Lallement R., Capitanio L., Ruiz-Dern L., et al.* // *Astron. Astrophys.*, 2018, in press, arXiv: 1804.06060.
38. *Santos F.P., Corradi W., Reis W.* // *Astrophys. J.*, 2011, **728**, 104.

### INTERSTELLAR POLARIZATION IN GAIA EPOCH

**Varivoda V.V.<sup>1</sup>, Il'in V.B.<sup>2,3,4</sup>, Prokopjeva M.S.<sup>2</sup>, Sen A.K.<sup>5</sup>, Gupta R.<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>*Budyonny Military Academy of the Signal Corps, St. Petersburg, Russia*

<sup>2</sup>*St. Petersburg University, St. Petersburg, Russia*

<sup>3</sup>*Main (Pulkovo) Astronomical Observatory, St. Petersburg, Russia*

<sup>4</sup>*University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, Russia*

<sup>5</sup>*Assam University, Silchar, India*

<sup>6</sup>*IUCAA, Pune, India*

The interstellar polarization phenomenon arisen due to interaction of cosmic radiation with interstellar dust is an important source of information on dust grains and the magnetic fields. The stellar parallaxes recently presented in Gaia DR2 allow one to extract now more detailed information from the polarization data. A contemporary usage of such data to study the dust grains in outer regions of dense clouds is illustrated on the example of the globule B5. Consideration of the polarization map of a field around the globule B227 with taking into account various photometric data and Gaia parallaxes is used to discuss a new approach to study large-scale magnetic fields.