

АСТРОФИЗИКА

В. А. Домбровский

О поляризации излучения звезд ранних спектральных типов

(Представлено В. А. Амбарцумяном 11 VII 1949)

В 1944 г. В. В. Соболев⁽¹⁾ показал, что в том случае, когда в атмосфере звезды рассеяние света обусловлено в основном свободными электронами, излучение, выходящее из звезды под углом Θ , должно быть поляризовано так, что плоскость поляризации будет совпадать с меридиональной плоскостью, а степень поляризации будет меняться, для случая чистого рассеяния, от 0 при $\Theta = 0^\circ$ до 12,5% при $\Theta = 90^\circ$. Благодаря этому, наблюдаемое нами излучение от разных частей звездного диска должно быть радиально поляризовано, с максимальной поляризацией на краю диска, хотя общее суммарное излучение звезды должно оставаться естественным. Подобное явление можно ожидать найти прежде всего у звезд ранних спектральных типов. К аналогичным выводам, но пользуясь иным, более сложным методом, в 1946 г. пришел Чандрасекар⁽²⁾.

После этого было сделано несколько попыток наблюдать существование предсказанного эффекта в профилях абсорбционных линий спектров быстро вращающихся звезд и, затем, в световых кривых затменных переменных звезд.

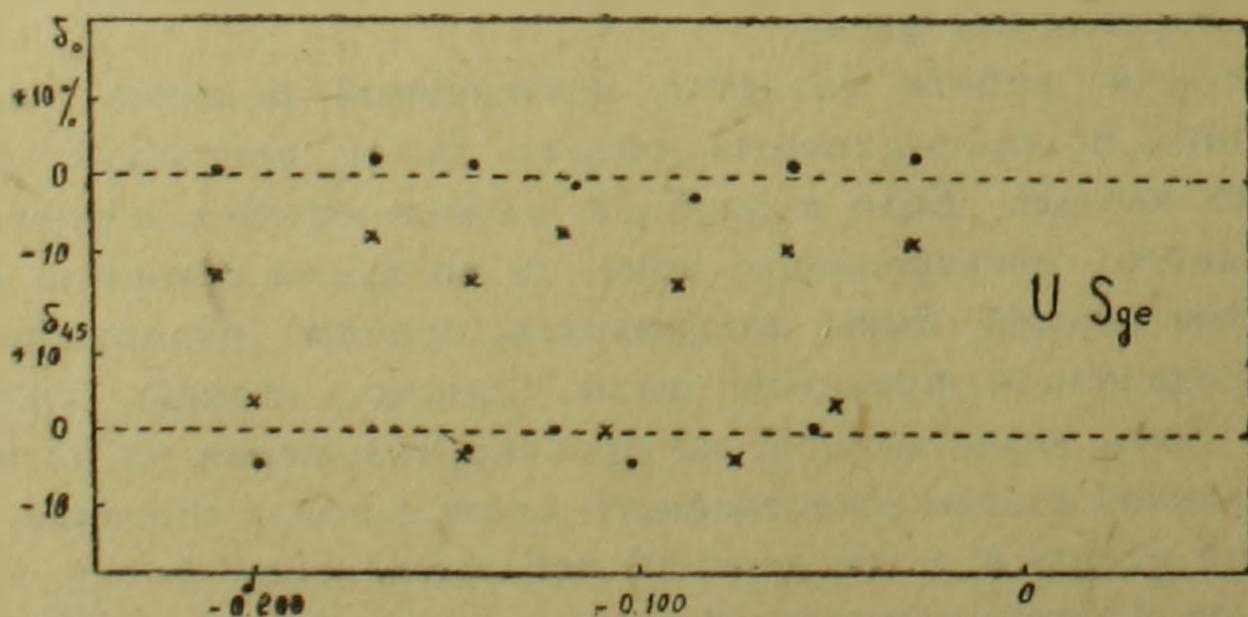
Настоящая работа является независимой попыткой наблюдать предсказанный поляризационный эффект, также используя затменные переменные звезды. Если в двойной затмевающейся системе главная звезда раннего спектрального типа, то во время главного минимума свет системы должен быть поляризован, причем, поляризация будет вполне определенной функцией фазы. Однако, степень поляризации не может быть значительной, по причине наложения на поляризованный свет главной звезды естественного света звезды спутника.

С этой целью в летне-осенний наблюдательный сезон 1948 года в Бюраканской Астрономической Обсерватории Академии Наук Армянской ССР были поставлены наблюдения трех затменных переменных звезд: U Sge, Z Vul и U Cep. (Спектральные типы главных звезд соответственно — B_9 , B_2 и B_8). Для наблюдений служил 8" рефлектор системы Шмидта, в котором перед пластинкой устанавливалась призма

Волластона, в результате чего все звезды поля (использовалось поле диаметром около $2''$) выходили двойными, с компонентами поляризованными в двух взаимноперпендикулярных плоскостях. Призма использовалась в двух положениях, при которых позиционные углы ρ плоскостей поляризации для этих компонентов имели значения: для положения I— $45''$ и $135''$ и для положения II— $0''$ и $90''$. Благодаря тому, что призма помещалась в сходящемся пучке лучей, изображения были отягчены заметным астигматизмом, по разному искажавшим изображения каждого из компонентов пары. Снимки делались во время главных минимумов попеременно с призмой в I и II положениях. Экспозиция обычно равнялась двум минутам на пластинках Eastman 103—0. На одной пластинке делалось от четырех до восьми снимков. Всего получен 461 снимок трех указанных переменных.

Измерение снимков выполнено на объективном микрофотометре. Затем, с помощью характеристических кривых, которые строились для каждой пластинки отдельно по звездам с известной яркостью, находилась разность яркостей двух изображений звезд, соответствующих двум взаимно-перпендикулярным плоскостям поляризации. Эти разности обычно были значительными (достигая нескольких десятых звездной величины) и менялись, как в зависимости от положения звезды на пластинке, так и от снимка к снимку. Происходили они главным образом от указанного выше астигматизма призмы. Для исключения этой ложной поляризации и выявления истинной поляризации в непосредственных окрестностях переменной выбирались контрольные звезды, наблюдаемая поляризация которых считалась чисто инструментальной и отнималась из находимой из измерений поляризации переменной звезды.

Найденная отсюда степень поляризации для 3-х исследуемых нами затменных переменных звезд представлена графически в зависимости от фазы на черт. 1—3.



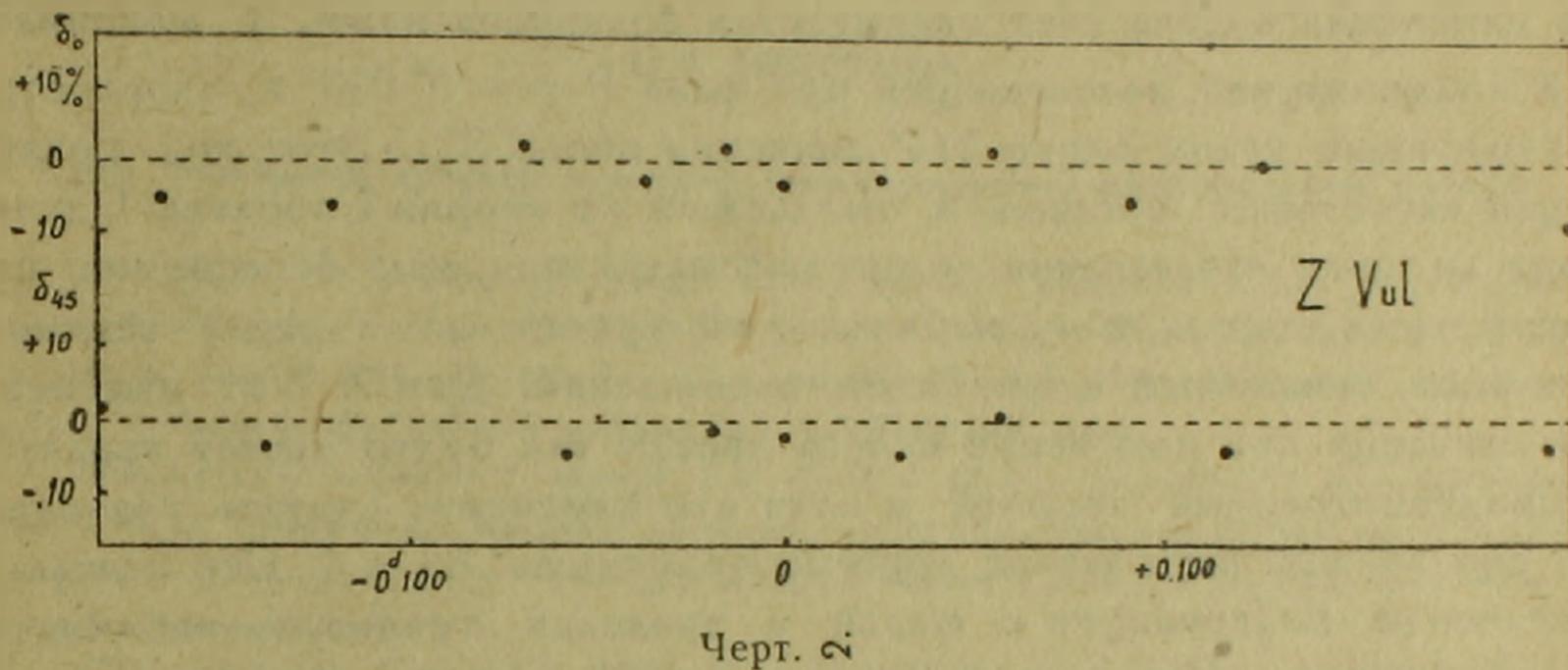
Черт. 1.

Здесь по оси абсцисс отложены фазы, в долях дня, вычисленные из элементов:

$$\text{для } U \text{ Sge} - \text{Min. (J. D. } \odot) = 2417130.4171 + 3^d 3806184 . E,$$

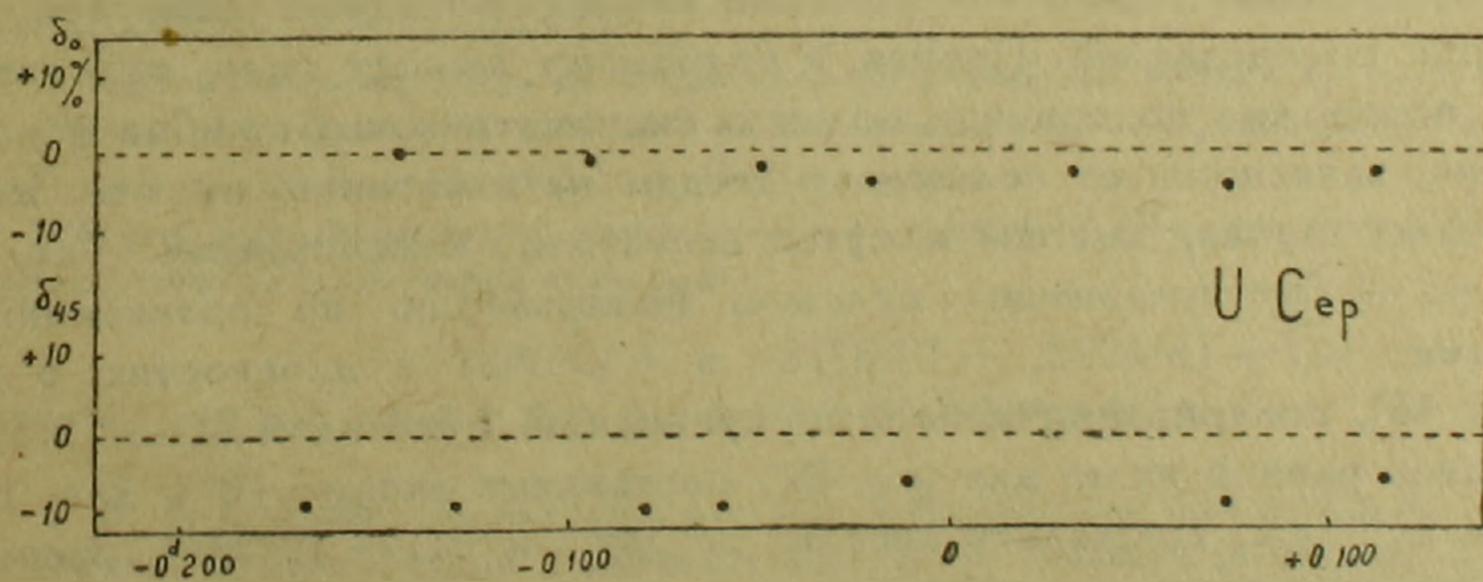
$$\text{для } Z \text{ Vul} - \text{Min. (J. D. } \odot) = 2425456 . 117 + 2^d 454926 . E,$$

$$\text{для } U \text{ Cep} - \text{Min. (J. D. } \odot) = 2432455 . 403 + 2^d 49290 . E.$$



По оси ординат отложена степень поляризации в процентах для плоскостей с позиционными углами $\rho = 0^\circ$ (вверху) и 45° (внизу), вычисленная по формулам:

$$\delta_0 = 100 \frac{I_0 - I_{90}}{I_0 + I_{90}} \quad \text{и} \quad \delta_{45} = 100 \frac{I_{45} - I_{135}}{I_{45} + I_{135}}$$



Черт. 3.

Контрольными звездами, к которым отнесена приведенная на графиках степень поляризации наших переменных, являлись: для $U \text{ Sge}$ — звезды: $BD + 18^{\circ}4043$, $+ 19^{\circ}3978$, $+ 19^{\circ}3981$ (по отношению к ним поляризация $U \text{ Sge}$ изображена точками) и звезда $BD + 19^{\circ}3974$ (по отношению к ней поляризация $U \text{ Sge}$ изображена крестиками); для $Z \text{ Vul}$ — звезды: $BD + 25^{\circ}3786$, $+ 25^{\circ}3802$, $+ 25^{\circ}3804$, $+ 25^{\circ}3810$ и для $U \text{ Cep}$ — звезды: $BD + 81^{\circ}26$, $+ 81^{\circ}27$, $+ 81^{\circ}30$.

Все точки на графиках являются нормальными местами, объединяющими индивидуальные точки по всем наблюдаемым минимумам.

Вероятная ошибка такого нормального места по δ , определенная из внутренней сходимости наблюдений, $\pm 1,5\%$.

При рассмотрении этих графиков нетрудно заметить, что U Sge (в плоскостях с $\rho = 0^\circ$ и 45°) и Z Vul (в плоскости с $\rho = 45^\circ$) показывают изменение степени поляризации с фазой. При этом для U Sge поляризация по сравнению с звездами: BD + 18^o4043, + 19^o3778 и + 19^o3981 в максимуме и минимуме блеска близка к нулю, во время же изменения блеска свет оказывается поляризованным, с максимальной поляризацией, достигающей при фазе $P = -0^d.090$ в плоскости с позиционным углом около 110° значения около 3% . Этот ход поляризации качественно согласен с ожидаемым по теории Соболева. Однако, вряд ли наши наблюдения можно рассматривать как бесспорное подтверждение теории, т. к. наблюдаемый эффект по порядку величины оказался сравнимым с ошибками наблюдений. Для Z Vul изменение поляризации при изменении блеска звезды как будто имеет характер, непредусмотренный теорией и если это изменение считать реальным, то оно должно вызываться другими причинами. Для U Ser никакого изменения поляризации с фазой в пределах точности наблюдений не обнаружено. Полученные наблюдения 3-х затменных звезд показывают, что для исследования поляризационного эффекта предусмотренного теорией Соболева нужны значительно более точные, желательно фотоэлектрические, наблюдения.

Вместе с этим сравнение разности яркостей изображений поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях для переменных звезд и контрольных звезд показало, что в некоторых случаях как сами переменные, так и контрольные звезды обладают заметной постоянной поляризацией. Правда, к подобному выводу надо относиться очень осторожно, по причине больших систематических ошибок в поляризации, зависящих от положения звезды на пластинке, но все же в некоторых случаях выводы кажутся достаточно бесспорными. Так, например: U Sge показывает нулевую поляризацию по сравнению со звездами: BD + 18^o4043, + 19^o3778 и + 19^o3981 в плоскостях с $\rho = 0^\circ$ и 45° , поляризация же ее по сравнению с звездой BD + 19^o3974, оставаясь равной нулю для $\rho = 45^\circ$, составляет около -10% для плоскости с $\rho = 0$. Поскольку звезды U Sge и BD + 19^o3974 расположены на небе совсем рядом, влияние систематических ошибок инструментального характера можно считать исключенным. Кажется несомненным, что звезда BD + 19^o3974 обладает по сравнению с U Sge и звездами: BD + 18^o4043, + 19^o3778 и 19^o3981 поляризацией около 10% в плоскости с позиционным углом 0° . Подобное же положение наблюдается, как это видно из графика, для U Ser и, менее уверенно, для некоторых других звезд. Этот обнаруженный нами феномен является совершенно неожиданным и природа его не ясна. С целью подтвержде-

ния его существования и выяснения природы летом 1949 г. на Бюранской Обсерватории будут предприняты более детальные наблюдения.

Ленинградский Государственный
Ордена Ленина Университет
им. А. А. Жданова
Ленинград, 1949, июнь.

Վ. Ա. ԴՈՍԲՐՈՎՍԿԻ

Վաղ սպեկտրալ ֆիպիերի առեղերի ձառագայրման բեկեռացման մասին

1944 թվին Վ. Վ. Սորոլեր ցույց տվեց, որ այն դեպքերում, երբ լույսի ցրումը աստղային մթնոլորտում պայմանավորված է ազատ էլեկտրոններով, աստղից դուրս եկող և նորմալի հետ Θ անկյուն կազմող ճառագայթը պետք է լինի բեկեռացված այնպես, որ նորմալը և ճառագայթը գտնվեն բեկեռացման հարթության վրա:

Բեկեռացումը հավասար է գերոյի, երբ $\Theta=0^\circ$ և $12,50/0$, երբ $\Theta=90^\circ$: Այս նշանակում է, որ աստղի սկավառակի տարրեր կետերից դուրս եկող ճառագայթները պետք է լինեն շառավղորեն բեկեռացված: Այս երևույթը պետք է սպասվի, առաջին հերթին, վաղ տիպերի պատկանող աստղերի մոտ:

Մենք փորձել ենք գտնել Վ. Վ. Սորոլերի էֆֆեկտը՝ չափելով խավարուն փոփոխականների լույսի բեկեռացումը զլխավոր միջինումի ժամանակ:

Դիտումները կատարված են Բյուրականի Աստղադիտարանի 12—8 դյույմանոց Շմիդտի օբֆլեկտորի միջոցով, ըստ որում լուսանկարչական թիթեղի առաջ տարրեր դիրքերում տեղակայվում էր Ոլաստոնի պրիզման: Ընդամենը ստացվել է 461 լուսանկար՝ հրեք փոփոխականների համար: Չափումները տվեցին հետևյալ արդյունքները՝

U Sge տալիս է $3/0$ -ի հասնող բեկեռացում, ըստ որում բեկեռացման փոփոխությունները համասլատասխանում են Սորոլերի տեսությանը:

Z Vul թեև, կարծես, ցույց է տալիս բեկեռացում, բայց նրա փոփոխության ընթացքը չի համասլատասխանում տեսականին:

U Cep առհասարակ ցույց չի տալիս որոշակի բեկեռացում միջինումի ժամանակ:

Միևնույն ժամանակ, BD + 19⁰ 3974 համեմատման աստղի մոտ բեկեռացումը հասնում է $10/0$ -ի՝ մի երևույթ, որը անակնկալ էր մեզ համար:

Բերված տվյալները կրում են միանգամայն նախնական բնույթ և կստուգվեն Բյուրականում, 1949 թ. դիտումների ժամանակ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. В. В. Соболев. Тр. Астрономической Обсерватории Ленинградского Государственного Ордена Ленина Университета им. А. А. Жданова (в печати). 2. Chandrasechar. Aph. J., 103, 363, 1946.