

УДК 524.35-337

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ СР-ЗВЕЗД АССОЦИАЦИИ ОРИОН ОВ1. I. HD 35456, HD 35881, HD 36313 A, HD 36526

© 2016 И. И. Романюк*, Е. А. Семенко, И. А. Якунин, Д. О. Кудрявцев, А. В. Моисеева

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 27 июля 2016 года; принята в печать 12 сентября 2016 года

Приводятся результаты измерений магнитного поля четырех химически пекулярных (СР) звезд — членов звездной ассоциации Орион ОВ1. Наблюдения выполнены с анализатором круговой поляризации на Основном звездном спектрографе 6-м телескопа. Все изученные звезды относятся к подклассу Вр-звезд с ослабленными линиями гелия. У трех из них (HD 35456, HD 36313 и HD 36526) канадским астрономом Э. Борра по наблюдениям с бальмеровским магнитометром ранее было найдено магнитное поле. HD 35881 с целью поиска магнитного поля наблюдалась впервые. Мы получили следующие результаты: HD 35456 — магнитная звезда с пределами изменения продольного поля от +300 до +650 Гс с периодом 4.9506 суток; HD 35881 — вероятно, новая магнитная звезда, продольный компонент поля меняется от -1 до $+1$ кГс с периодом 0.6998 суток, однако малое количество сильно уширенных вращением линий не позволяет выполнить точные измерения; HD 36313 — двойная звезда с близкими по блеску компонентами, главный компонент — магнитная звезда с очень широкими линиями, магнитное поле у вторичного компонента (звезды с узкими линиями) найти не удалось. Измерения по линии водорода $H\beta$ показали изменение продольной компоненты от -1.5 до $+2$ кГс с периодом 1.17862 суток; у звезды HD 36526 — найдено сильное продольное поле (от 0 до +3000 Гс), меняющееся с периодом вращения звезды 3.081 суток. Во всех случаях наблюдаются существенные расхождения с ранее полученными сведениями о магнитных полях этих объектов.

Ключевые слова: *звезды: магнитное поле — звезды: химически пекулярные — звезды: индивидуальные: HD 35456, HD 35881, HD 36313 A, HD 36526*

1. ВВЕДЕНИЕ

Магнитные поля играют важную роль в физических процессах, происходящих во время формирования звезд и при их дальнейшей эволюции. По-видимому, они присутствуют у звезд всех типов, и их обнаружение — только вопрос времени. Новое поколение больших телескопов и спектрополяриметров позволит уже в недалеком будущем наблюдать магнитные поля с точностью лучше 1 Гс, и только тогда можно будет убедиться в том, насколько распространен магнетизм звезд.

Основной метод исследований магнитных полей звезд — это изучение проявлений эффекта Зеемана в спектрах. Сами по себе проявления эффекта очень слабые, поэтому для исследований требуется использовать спектрополяриметры достаточно высокого разрешения. Сложности добавляет и топология поля: легче всего обнаруживаются поля простой — дипольной — конфигурации. Значительно труднее исследовать поля более сложной структуры, современная методика позволяет обнаружить их только в случае, если они очень сильные.

Поэтому эффектами селекции при изучении звездных магнитных полей пренебрегать нельзя. Пока делать выводы о распространенности магнитных полей у звезд тех или иных типов преждевременно.

К настоящему времени достоверно установлено, что около 10–15% звезд спектральных классов А и В обладают сильными магнитными полями, охватывающими всю звезду. На вопрос, почему только примерно десятая часть из них обладает полями порядка килогаусс, а у остальных звезд поле отсутствует, в настоящее время ответа нет.

Важно отметить, что такое же соотношение магнитных и немагнитных звезд наблюдается и в рассеянных скоплениях. В современной астрофизике не оспаривается тезис о групповом рождении звезд. Поэтому особенно важно понять, почему объекты в одном и том же молодом рассеянном скоплении, имеющие примерно одинаковые возраст, массу, температуру и другие физические параметры, столь сильно различаются по своим магнитным характеристикам.

Для решения этого вопроса нами была сформулирована программа наблюдений на 6-м телескопе. Мы сконцентрировали усилия на детальном

*E-mail: roman@sao.ru

изучении магнитных полей массивных В-звезд, у которых найдены аномалии химического состава (Вр-звезды). Постановка задачи и выбор объектов для наблюдений детально описаны в работе Романиюка и Якунина [1]. В ней показано, что большинство (более 2/3) Вр-звезд являются членами рассеянных скоплений разного возраста. Это очень важно, так как возраст звезд в скоплениях определяется на порядок точнее, чем возраст звезд поля, к которым принадлежит большинство более холодных и старых Ар-звезд. Мы предложили программу исследований, предполагающую наблюдения нескольких сотен массивных звезд в различных рассеянных скоплениях, а также звезд поля.

Наблюдения массивных звезд в скоплениях в диапазоне возрастов от миллионов до сотен миллионов лет позволят исследовать эволюцию магнитных полей на стадии Главной последовательности. Массивные звезды эволюционируют значительно быстрее, и это позволяет предполагать, что некоторые процессы в них легче могут быть обнаружены.

Однако имеются технические сложности, которые мешают проводить высокоточные измерения магнитных полей этих объектов. В первую очередь это связано с тем, что горячие звезды вращаются быстрее холодных, и в их спектрах представлено значительно меньшее количество линий. Точность измерений магнитных полей по нескольким очень широким линиям со сложным профилем низкая, ошибки могут достигать нескольких килогаусс. По этой причине выполнено мало наблюдений магнитных полей Вр-звезд. Но в настоящее время основные трудности преодолены, и поставленная задача может быть реализована.

Развитие техники наблюдений и методов обработки полученных данных позволило дать импульс развитию новой тенденции в области исследований звездного магнетизма — измерениям магнитных полей массивных звезд. В качестве примера приведем международный проект MiMeS [2]. В нем были исследованы более 500 горячих О- и В-звезд главной последовательности на предмет поиска магнитного поля. Было найдено 35 новых магнитных звезд, общее число которых составило 7% от наблюдавшегося количества.

Мы посчитали целесообразным в первую очередь провести исследование магнитного поля звезд в ассоциации Орион ОВ1: она богата О- и В-звездами, у некоторых из них ранее уже были обнаружены магнитные поля [3]. Нами предпринят новый поиск химически пекулярных звезд в указанной ассоциации. Используя литературные данные, мы выделили в ней 85 звезд с аномальным химическим составом [4]. Из них 23 при более подробном рассмотрении оказались немагнитными Ам-звездами. Возможно, что они не принадлежат ассоциации, а являются объектами переднего

плана и лишь проецируются на нее. Поэтому они были исключены из нашего рассмотрения. Таким образом, в ассоциации Орион ОВ1 мы выделили 62 потенциально магнитные Ар- и Вр-звезды и включили их в список для наблюдений на 6-м телескопе на предмет поиска магнитного поля.

2. МАГНИТНЫЕ СР-ЗВЕЗДЫ В АССОЦИАЦИИ

До нашего исследования в литературе были опубликованы сведения о 17 магнитных Вр-звездах в ассоциации Орион ОВ1. Основная часть из них обнаружена Борра [3] при помощи бальмеровского магнитометра. К сожалению, в работе отсутствуют сведения о моментах наблюдения объектов, есть только данные о среднеквадратическом поле $\langle V_e \rangle$. Отметим, что при помощи бальмеровского магнитометра можно было получить информацию только о средней поляризации в участке крыла водородной линии $H\beta$, выделяемой специальным узкополосным фильтром. Спектры с зеemanовским анализатором Борра не получал, поэтому информации о поведении поляризованных профилей линий других элементов нет.

В компилятивном каталоге [5] приведены графики с периодом вращения для некоторых объектов (со ссылкой на частное сообщение Борра), но моменты наблюдений не приведены. Таким образом, мы не можем использовать данные из работ [3] и [5] для построения магнитных кривых. Можно лишь сделать заключение, что звезда обладает магнитным полем и является хорошим кандидатом для будущих детальных исследований.

В основном у Вр- и Ар-звезд наблюдаются простые дипольные поля, и в этом случае кривую переменной продольной компоненты поля V_e с фазой периода вращения можно представить в виде синусоиды. Для построения такой кривой необходимо выполнить несколько наблюдений. Имеются основания считать, что в молодой ассоциации Орион ОВ1 эффекты магнитной диссипации еще не успели проявить себя, поэтому у многих звезд можно ожидать такую конфигурацию поля, которая образовалась при их рождении. Она не обязательно должна быть дипольной, возможны и другие, более сложные варианты. Для построения сложных кривых V_e надо иметь большое количество наблюдательного материала.

Одна из целей нашего исследования — построение кривых переменной продольной компоненты поля V_e с фазой периода вращения для всех 62 Ар- и Вр-звезд ассоциации или получить доказательства отсутствия поля.

Для некоторых звезд, которые вошли в наш список, уже проведены детальные наблюдения

магнитного поля на разных приборах и построены кривые B_e . Это следующие объекты: HD 37017 [6], HD 37479 [7], HD 36485 [8], HD 35298 [9], HD 37776 [10].

Последняя звезда обладает уникальными характеристиками, вследствие чего является предметом многочисленных исследований. Доступны для анализа две большие серии наблюдений этого объекта, выполненные двумя группами. Джон Ландстрит и его коллеги обнаружили этот объект, а затем путем наблюдений с бальмеровским магнитометром на разных телескопах получили очень необычную кривую продольного поля, меняющуюся по сложному закону [10], который указывает на значительный вклад квадрупольной компоненты поля. Вторая серия (более 100 поляризованных спектров с зеemanовским анализатором) получена нами на 6-м телескопе. На основании анализа этих данных было показано, что звезда обладает сильным полем очень сложной топологии. Распределение аномалий химического состава по поверхности коррелирует с топологией поля. Хохлова и др. [11] впервые выполнили картирование распределения химических элементов и показали, что кремний концентрируется в областях с горизонтальным направлением силовых линий, а гелий — с вертикальным.

Было построено несколько моделей магнитного поля звезды, подтверждающих его сложную структуру. Последняя и наиболее полная модель была рассчитана Олегом Кочуховым, который использовал поляризованные профили спектральных линий, полученные в том числе и нами на 6-м телескопе [12]. Из результатов следует, что поле явно не дипольное — заметен большой вклад мультипольных или локальных компонент.

HD 37776 имеет и другие замечательные особенности. Микулашек и др. [13] нашли замедление вращения этой звезды — период ее вращения увеличился на 17 секунд за 31 год наблюдений. Для магнитных CP-звезд такой эффект наблюдается впервые.

Еще одна уникальная звезда, HD 34736, обнаружена нами в ходе выполнения настоящей программы на 6-м телескопе [14]. Она имеет сильное магнитное поле (B_e до 5 кГс) и входит в состав двойной системы с большим эксцентриситетом. Продольное поле HD 34736 меняется синусоидально с периодом около 1.29 суток. Звезда стала объектом детального исследования в рамках международного проекта VINA-McS.

Для ряда других пекулярных звезд—членов ассоциации выполнены фрагментарные наблюдения, которые лишь подтверждают факт наличия у них магнитного поля. Большая же часть пекулярных звезд ассоциации Орион OB1 ранее никогда не

изучалась на предмет поиска магнитного поля. В качестве конечной цели данного исследования мы планируем получить полные сведения о магнитном поле всех пекулярных звезд в ассоциации Орион OB1.

Настоящей статьей мы открываем цикл публикаций, представляющих результаты измерений магнитного поля по поляризованным спектрам, полученным на 6-м телескопе. Данная работа — это исследование четырех звезд из ассоциации Орион OB1. Они были выбраны первыми для изучения, так как для них был накоплен наибольший по объему наблюдательный материал.

3. НАБЛЮДЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ

Наблюдения выполнены в 2013–2015 гг. на Основном звездном спектрографе (ОЗСП) 6-м телескопа БТА (www.sao.ru/hg/lizm/mss/ru). Аппаратура и методика проведения и обработки наблюдений описывались неоднократно, например, в работах [15, 16]. В наблюдениях использовался анализатор круговой поляризации конструкции Г. А. Чунтонова [17]. Каждое наблюдение предполагает получение пары зеemanовских спектров с поворотом плоскости поляризации на 90° . Такая процедура позволяет исключить инструментальную поляризацию и другие технические причины, которые могут вызвать ложное обнаружение магнитного поля.

В качестве светоприемника применялась матрица ПЗС размером 4600×2050 элементов, что позволяет регистрировать на ОЗСП довольно большую спектральную область шириной около 500 \AA . Это обстоятельство играет важную роль при наблюдениях горячих звезд с малым количеством уширенных вращением линий. В наиболее часто используемой нами области $4400\text{--}4900 \text{ \AA}$ почти всегда можно найти количество линий, достаточное для анализа.

Измерения выполнялись в большинстве случаев двумя методами: классическим — по смещению центров тяжести зеemanовских компонент (модификация метода, предложенного Бэбкоком [18]), и методом регрессии, описанным, например, в работе Баньюло и др. [19].

При наблюдениях медленно вращающихся холодных звезд, имеющих в спектре большое количество узких симметричных линий, различные методы анализа дают примерно одинаковые величины магнитных полей. В качестве примера приведем работу Романюка и др. [16], посвященную анализу магнитного поля сверхмедленного ротатора HD 965.

В то же время для массивных звезд, которые, как правило, вращаются быстро, а линии имеют

сложные широкие несимметричные профили, заметны значительные различия (например, [9]). Зачастую продольное поле, определенное для быстрых ротаторов по методу регрессии, оказывается существенно меньшим, чем найденное классическим способом. Полученное по центрам тяжести поле правильнее описывается формулой Бэбкока для продольного поля. Однако в случае сложных широких профилей трудно определить положение указанного центра тяжести. Наблюдается большое рассеяние данных. Применение метода регрессии значительно уменьшает рассеяние точек, но не исключено, что получаемое таким методом продольное поле окажется заниженным.

Ответ на вопрос о том, какая величина более правильно отражает реальное поле на поверхности звезды, может дать только моделирование методом магнитного картирования (Magnetic Doppler Imaging, MDI), подобно тому, как это сделано в работе [12]. Но это трудоемкая и сложная процедура, требующая больших затрат наблюдательного времени больших телескопов и мощных компьютеров, поэтому она была выполнена для очень небольшого количества звезд.

В настоящей статье мы ограничимся лишь констатацией этого факта, а анализ и сравнение результатов двух способов будет выполнен позднее. Здесь приводим данные, полученные обоими способами: классическим и методом регрессии. Три из четырех звезд, представленных в статье, ранее уже были известны как магнитные [3], но, как мы отмечали выше, для них опубликованы лишь экстремальные значения продольной компоненты без указания моментов наблюдений.

В дополнение к перечисленным методам мы предприняли попытку воспроизвести наблюдения по линии водорода H β , описанные в работе [3]. Использование панорамных приемников предоставляет широкие возможности, поэтому мы провели измерения продольной компоненты поля по ядру водородной линии и по ее крыльям. В последнем случае были выделены полосы шириной 5 Å на расстоянии 5 Å от ядра водородной линии H β и измерено поле в ее левом и правом крыльях. Таким образом мы привязываемся к наблюдениям на бальмеровском магнитометре, полученным в работе Борра [3]. Однако практика применения этого метода показала, что наши спектры получены с недостаточно высоким отношением сигнал/шум для измерений поля по крыльям линии водорода. Мы можем только оценить, наблюдаются ли какие-либо признаки поляризации в профилях водородной линии. Для регистрации наблюдений с приемлемой точностью (со среднеквадратической ошибкой $\sigma \sim 100\text{--}200$ Гс) необходимо получать отношение S/N не менее 1000 на элемент разрешения. Кроме того, необходимо решить проблемы

высокоточной калибровки данных. По этой причине результаты, полученные в крыльях линии H β , имеют оценочный характер.

Мы использовали классификацию звезд, принятую в работе [4]. При расчетах среднеквадратического магнитного поля $\langle B_e \rangle$ применялась формула:

$$\langle B_e \rangle = [\Sigma(B_e^2 - \sigma^2)/n]^{1/2}.$$

Определение $\langle B_e \rangle$ может быть полезным, особенно в таких случаях, когда данных недостаточно для построения кривой переменности продольного поля с фазой периода вращения. Величина $\langle B_e \rangle$ количественно характеризует поле звезды в целом, и ее можно использовать при сравнительном анализе разных объектов.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Ниже рассмотрим результаты измерений магнитного поля четырех химически пекулярных звезд с ослабленными линиями гелия, принадлежащих ассоциации Орион OB1. В работе широко использовались ранее опубликованные данные, представленные в астрономических базах SIMBAD и VizieR. Ссылки на оригинальные статьи приведены в тексте. Многие данные взяты из работы [4].

4.1. HD 35456 = HIP 25293 A = Renson 9070 = Brown 121 a

Звезда с ослабленными линиями гелия, главный компонент системы ADS 4007 AB. В работе [4] показано, что она принадлежит ассоциации Ori OB1, подгруппа (a).

Спекл-интерферометрия звезды показала, что на расстоянии $\rho = 0''.8$ наблюдается спутник, слабее на 3 зв. величины [20]. Вклад линий от спектра спутника в суммарный спектр системы составляет около 7%, что не вносит значительных искажений в измерения магнитного поля главного компонента. Расстояние до звезды в работе [4] оценивается в 300 пк.

Магнитное поле обнаружено Борра [3]. Из публикации следует, что получено шесть измерений магнитного поля B_e , экстремальные значения которого -300 и $+1080$ Гс. Борра приводит несколько возможных периодов: 1.7, 2.5, 3.3, 8.2 суток. В работе [3] определено среднеквадратическое поле звезды $\langle B_e \rangle = 615 \pm 120$ Гс.

В работе Бычкова и др. [5] со ссылкой на частное сообщение Борра продемонстрирована кривая продольного поля с амплитудой от -2 до $+2$ кГс и периодом 0.28 суток. Представленная кривая неправдоподобна: звезда не может вращаться с указанным периодом, в таком случае скорость ее

вращения на экваторе превышала бы 500 км с^{-1} , что значительно выше порога устойчивости звезд.

Наши измерения продольной компоненты поля приведены в таблице 1. В ее колонках содержатся: юлианская дата наблюдений, измерения продольной компоненты поля B_e классическим методом (z), измерения продольной компоненты поля B_e методом регрессии (r), величина магнитного поля, полученная по крыльям линии $H\beta$ (h), отношение S/N для каждого спектра. В некоторых фазах выполнены также оценки поля по линиям He I 4471, Mg II 4481, Fe II 4549 и Fe II 4924.

Ошибка измерений поля σ по отдельным линиям в спектре звезды можно оценить как $\pm 300\text{--}500 \text{ Гс}$.

Мы подтверждаем, что звезда магнитная. Продольное поле B_e имеет постоянную положительную полярность. Это показывают измерения, выполненные и классическим способом, и методом регрессии. Величины полей, определенные обоими методами, практически совпадают. Мы не подтверждаем большую амплитуду переменности продольного поля, найденную в работе [3]. Линий в спектре немного, они мелкие и резкие. Линия He I 4471 меняет свою интенсивность с фазой периода вращения, она значительно слабее линии Mg II на всех полученных спектрах. Оценка продольного поля, выполненная по линии $H\beta$, также указывает на его постоянную положительную полярность при небольшой амплитуде изменения со средним значением около $+500 \text{ Гс}$.

Мы проанализировали профили поляризации нескольких сильных спектральных линий в разные фазы периода. Характеристики, которые указывали бы на существование поля более 1 кГс не найдены, но в линии Fe I 4924 \AA четко видны особенности, указывающие на существование поля отрицательной полярности величиной до 1 кГс в одной из фаз периода вращения. Безусловно, это только оценочные суждения, так как точность измерений B_e по одной линии невысокая.

В литературе (база SIMBAD и [21]) указана лучевая скорость звезды $v_r = +26 \text{ км с}^{-1}$.

Ширина спектральных линий соответствует скорости вращения $v \sin i = 22 \pm 2 \text{ км с}^{-1}$. Это еще одно доказательство того, что приведенная в работе [5] кривая B_e неправдоподобна. При таком коротком периоде малая величина $v \sin i$, приведенная выше, получается только при угле наклона оси вращения к лучу зрения i менее 5° . Но в таком случае мы бы наблюдали практически одну и ту же область поверхности звезды, поэтому невозможно получить кривую B_e с амплитудой переменности от -2 до $+2 \text{ кГс}$.

По нашим данным $\langle B_e \rangle = 402 \pm 87 \text{ Гс}$ по классической методике и $\langle B_e \rangle = 433 \pm 36 \text{ Гс}$ — при

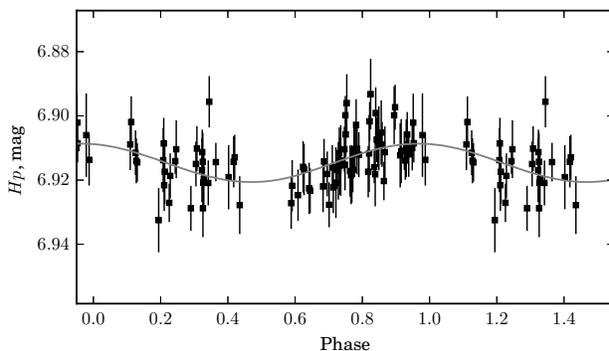


Рис. 1. Фотометрическая переменность HD 35456 по данным спутника HIPPARCOS.

измерениях методом регрессии. Видим, что разница незначительная. Найденная нами величина среднеквадратического поля $\langle B_e \rangle$ оказывается значительно меньшей, чем опубликованная в [3].

Рассмотрим основные физические параметры звезды по литературным данным. В работе [22] приведен анализ химического состава. Параметры атмосферы звезды: $T_{\text{eff}} = 13450 \text{ К}$, $\lg g = 3.79$. Отмечается дефицит кремния на полпорядка, металлы усилены на порядок, редкие земли — на 3–4 порядка. В непрерывном спектре наблюдается депрессия на 5200 \AA .

В работе Топильской [23] приведены несколько другие параметры атмосферы: $T_{\text{eff}} = 14550 \text{ К}$, $\lg g = 3.41$, содержание элементов по сравнению с солнечным $\text{He} = -1.93$, $\text{C} = 0.12$, $\text{Mg} = -0.98$, $\text{Si} = -1.00$, $\text{Ca} = -0.71$. Таким образом, подтверждается дефицит гелия: его содержание почти на два порядка меньше по сравнению с солнечным. Содержание кремния меньше на порядок, что нетипично для магнитных звезд.

Используя данные фотометрии, полученные спутником HIPPARCOS, мы нашли слабую фотометрическую переменность, один из периодов которой $P = 4^{\text{d}}9506$ (см. рис. 1). Этот период достаточно хорошо описывает переменность продольной компоненты магнитного поля B_e (см. рис. 2). На рис. 2 представлены измерения B_e , выполненные классическим методом (вверху) и методом регрессии (внизу).

Фазы периода рассчитаны согласно эфемеридам:

$$\text{JD}(B_e \text{max}) = 2455548.793 + 4.9506 E.$$

Кривая B_e проведена методом наименьших квадратов. Результаты измерений, выполненных классическим методом Бэбкока, подвержены большому рассеянию. Тем не менее мы можем утверждать, что период переменности $P = 4^{\text{d}}9506$

Таблица 1. Результаты измерений магнитного поля B_e для HD 35456

JD (2450000+)	$B_e \pm \sigma (z)$, Гс	$B_e \pm \sigma (r)$, Гс	$B_e (h)$, Гс	4471	4481	4549	4924	S/N
5554.338	+650 ± 70	+640 ± 80	+450	—	—	—	—	400
5962.385	+420 ± 60	+300 ± 40	+500	—	—	—	—	400
6590.292	+360 ± 80	+370 ± 80	+550	+300	+100	-500	-1000	350
6995.355	+270 ± 140	+470 ± 120	+800	+400	+600	+600	+900	300
7289.585	+420 ± 120	+360 ± 80	+300	-200	-800	-800	-600	350
7290.535	+470 ± 80	+420 ± 60	+700	—	+1000	+400	+700	350

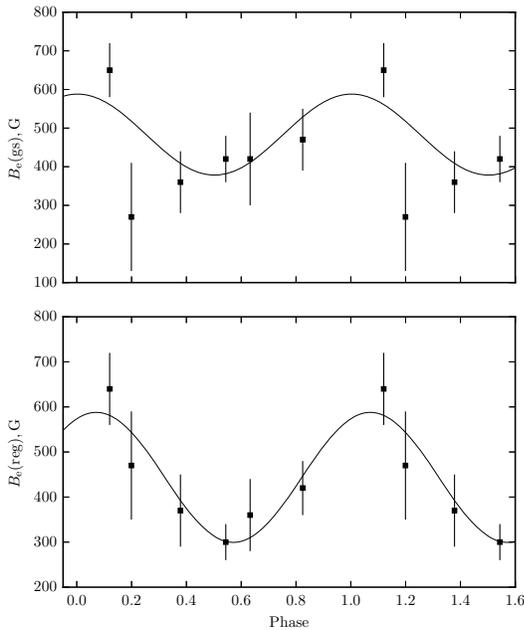


Рис. 2. Переменность продольной компоненты поля $\langle B_e \rangle$ с фазой периода вращения HD 35456. Вверху: измерения выполнены классическим методом; внизу: измерения выполнены методом регрессии.

удовлетворяет результатам измерений магнитного поля. Продольное поле имеет постоянную положительную полярность, амплитуда его переменности от +300 до +600 Гс.

По данным фотометрии HIPPARCOS можно найти еще один период: $P_2 = 1.9140112$ суток, но он не подходит для описания магнитных данных.

Радиус звезды оценивается в три солнечных. Используя известную формулу $v_e = 50.6 R/P$ (где v_e — экваториальная скорость вращения звезды в км с^{-1} , R — радиус звезды (в единицах радиуса Солнца), а P — период ее вращения (в сутках), получаем, что при периоде $P = 4.95$ суток экваториальная скорость $v_e = 30 \text{ км с}^{-1}$. Учитывая, что $v \sin i = 22 \text{ км с}^{-1}$, получаем угол наклона оси

вращения к лучу зрения i близким к 50° . Таким образом, мы наблюдаем преимущественно одну и ту же область звезды, а в случае, когда ось диполя слабо наклонена к оси вращения, будет регистрироваться преимущественно одна полярность продольного поля B_e . Однако полученных нами данных пока еще недостаточно для построения магнитной модели звезды.

Для подтверждения периода следует провести дополнительные наблюдения, в частности, изучить спектральную переменность HD 35456.

Таким образом, мы подтверждаем результат работы [3]: HD 35456 является магнитной звездой с продольным полем преимущественно положительной полярности. Мы нашли период вращения звезды, который удовлетворяет фотометрии, выполненной с помощью спутника HIPPARCOS, и нашим магнитным наблюдениям. Однако имеются большие расхождения в величине полей, измеренных нами по линиям металлов и по водороду, а также с результатами, опубликованными в статье [3]. Не исключено, что причиной таких расхождений является сложная структура поля.

4.2. HD 35881 = HIP 25567
= Renson 9250 = Brown 150a

Звезда с ослабленными линиями гелия спектрального класса B8p, член ассоциации Орион OB1, подгруппа (a). В спектре присутствует несколько очень широких линий со сложными профилями. Проекция скорости вращения на луч зрения у звезды определялась неоднократно. В каталоге [24] $v \sin i = 220 \text{ км с}^{-1}$. По нашим данным $v \sin i = 250 \text{ км с}^{-1}$. Как следует из каталога звездных диаметров CADARS [25], радиус звезды равен 2.6 солнечных. В статье [26] включена в список близких Ae/Be-звезд ассоциаций с параметрами: $M = 3.8 M_\odot$, $\lg L/L_\odot = 2.32$, $\lg T = 4.13$.

В работе [23] определены параметры атмосферы $T_{\text{eff}} = 13100 \text{ К}$, $\lg g = 3.47$ и содержание элементов: $\text{He} = -0.81$, $\text{Mg} = 0.44$ по сравнению с

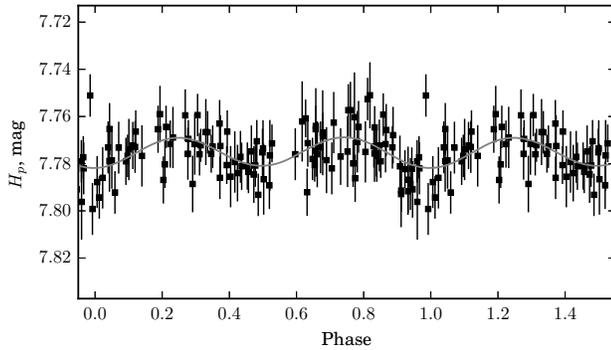


Рис. 3. Фотометрическая переменность HD 35881 по данным спутника HIPPARCOS.

Таблица 2. Результаты измерений магнитного поля B_e для HD 35881

JD (2450000+)	$B_e \pm \sigma$ (z), Гс	$B_e \pm \sigma$ (r), Гс	B_e (h), Гс	S/N
5553.262	-1070 ± 590	-60 ± 140	-1600	400
5962.317	$+2470 \pm 1370$	$+160 \pm 120$	-700	400
6590.605	-8900 ± 9300	$+200 \pm 140$	+1900	400
7288.545	$+2800 \pm 3500$	-80 ± 150	-200	500
7289.535	-400 ± 1100	$+40 \pm 130$	-1200	350
7290.535	$+520 \pm 430$	$+160 \pm 260$	-1000	700

Солнцем. Так же, как и для предыдущей звезды, подтверждается недостаток гелия, но он несколько скромнее.

Период вращения звезды неизвестен, но при такой большой величине $v \sin i$ он не должен превышать одних суток! При анализе фотометрии, выполненной на спутнике HIPPARCOS, получается, что один из наиболее вероятных периодов $P = 0.6998$. (см. рис. 3)

Попытки измерить магнитное поле звезды нами предприняты впервые. Результаты наших измерений поля приведены в таблице 2. Обозначения те же, что и в таблице 1. Однако, в отличие от таблицы 1, кроме водорода, линии других элементов не измерялись.

Классическим способом, предложенным Бэбкоком, поле у этой звезды измерить не удалось из-за слишком сложных и уширенных вращением профилей поляризованных линий и очень малого их количества. При использовании метода регрессии оказалось, что все полученные значения поля находятся в пределах ошибок измерений.

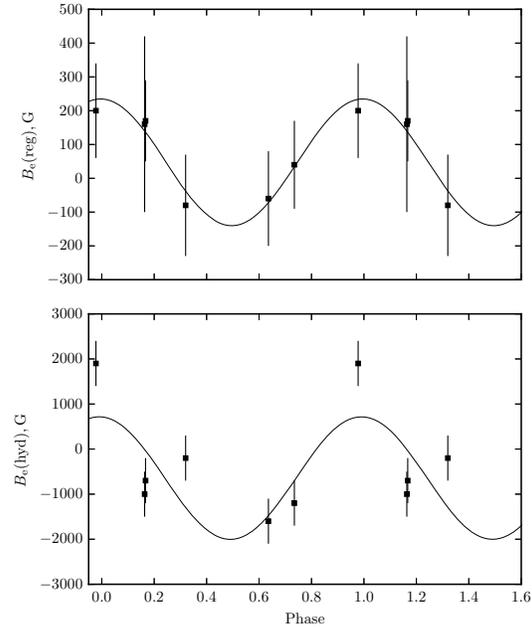


Рис. 4. Переменность продольной компоненты поля $\langle B_e \rangle$ для HD 35881 с фазой периода вращения. Вверху: измерения выполнены методом регрессии; внизу: измерения выполнены по линии H β .

Измерения B_e по линии H β показывают, что все-таки поле у звезды наблюдается. Для прояснения ситуации с вопросом о присутствии поля мы построили фазовые зависимости B_e с фазой периода вращения на рис. 4. Вверху — продольное поле определено методом регрессии, внизу — по линии водорода H β .

При построении фазовых зависимостей использованы следующие элементы:

$$JD(B_{e\max}) = 2457287.621 + 0.6998 E.$$

Анализ рис. 4 показывает, что с большой долей вероятности можно сделать заключение о том, что HD 35881 является магнитной звездой. Безусловно, наблюдается большое рассеяние результатов полученных измерений, однако синхронные фазовые зависимости с периодом вращения явно просматриваются. Мы оцениваем ошибку измерений продольного поля по линии водорода (σ) примерно ± 500 Гс.

Полученная по линии водорода среднеквадратическая величина $\langle B_e \rangle = 1130 \pm 220$ Гс также указывает на существование поля.

Нам представляется, что для окончательного решения вопроса о присутствии магнитного поля у HD 35881 необходимо провести ее наблюдения по линии H β с высоким отношением S/N. Здесь мы ограничимся выводом, что, по-видимому, звезда магнитная, ее поле B_e достигает величины в несколько сотен гаусс.

Отметим: анализ спектра показал, что явные зеемановские особенности на профилях поляризованных спектральных линий не видны. Поэтому в настоящее время включать HD 35881 в список магнитных звезд с надежно определенным полем преждевременно.

4.3. HD 36313 A = ADS 4116 AB
= Renson 9370 = Brown 014 b

Звезда с аномально слабыми линиями гелия, главный компонент двойной системы ADS 4116 AB. Компонент B слабее на 1.3 зв. величины (в спектральной области с центром на 5500 Å), находится на расстоянии 0".2 от главной звезды [20]. Результат получен методом спекл-интерферометрии. В то же время в Вашингтонском каталоге визуально двойных звезд [29] разница в блеске в фильтре V оценивается в 0.5 звездной величины. Параллакс не измерялся.

Звезда принадлежит к внутренней подгруппе (b) ассоциации с возрастом около 2 млн лет [4]. Магнитное поле обнаружил Борра [3]; по шести измерениям экстремумы $B_e -1520$ и $+1110$ Гс.

Период вращения $P = 0^d.58931$ был найден Нортом [27]. Согласно его данным, все цвета меняются в фазе в виде двойной волны с элементами: $HJD(\min) = 2444976.985 + 0.58933(\pm 0.00012) E$.

В работе [5] на основании данных Борра [3] построена кривая переменности продольной компоненты (получена на бальмеровском магнитометре) с амплитудой от -2000 до $+1000$ Гс и с периодом 0.776 суток. Однако этот период не согласуется с результатами фотометрии: ни с данными Норта [27], ни с более поздними результатами. Например, данные полученные в обзоре ASAS-3 дают два возможных периода: $P1 = 2.5707$ суток и $P2 = 0.7185$ суток.

Норт и Крамер [28] заподозрили звезду в принадлежности к магнитным, так как обнаружили у нее депрессию на 5200 Å. На основании данных Женевской фотометрии они предсказали у нее поле $B_s = 1.8$ кГс.

Мы решили выполнить спектрополяриметрические наблюдения HD 36313 A с целью получить кривую переменности B_e с фазой периода вращения и построить модель ее магнитного поля. В начале выполнения программы изучения звезд в ассоциации у нас не было сомнений в том, что HD 36313 имеет магнитное поле. Нами получено восемь измерений магнитного поля на протяжении пяти лет. Результаты обработки данных приведены в таблице 3. Обозначения те же, что и в таблице 2.

Из таблицы видно, что измерения по линиям металлов указывают на отсутствие магнитного поля,

Таблица 3. Результаты измерений магнитного поля B_e для HD 36313

JD (2450000+)	$B_e \pm \sigma(z)$ Гс	$B_e \pm \sigma(r)$ Гс	$B_e(h)$ Гс	S/N
5554.321	$+120 \pm 120$	$+560 \pm 180$	-1800	400
5842.500	$+160 \pm 160$	$+480 \pm 190$	+1600	350
5843.542	$+40 \pm 130$	$+250 \pm 270$	+1100	350
6995.325	-160 ± 400	$+280 \pm 210$	+2000	250
7288.512	-480 ± 370	$+340 \pm 150$	-	350
7288.528	-300 ± 300	-70 ± 190	+600	400
7289.492	$+280 \pm 160$	-40 ± 120	-500	300
7290.483	-60 ± 290	$+20 \pm 180$	-1500	300

что входит в противоречие с данными, полученными Борра [3]. Решить это противоречие можно, учитывая двойственность звезды.

На рис. 5 приведены два участка спектра HD 36313. На левом рисунке видим в спектре много мелких и узких линий, в то же время на правом явно видно второй компонент водородной линии Hβ. В спектре имеется и несколько других очень широких линий.

Мы предполагаем, что широкие линии принадлежат главному компоненту, который является быстрым ротатором. Вторичный компонент является медленным ротатором. Мы нашли проекции скоростей вращения обоих компонентов системы HD 36313: $v \sin i(\text{comp.A}) > 80 \text{ км с}^{-1}$, $v \sin i(\text{comp.B}) = 25 \pm 2 \text{ км с}^{-1}$ (определен по 14 линиям).

Учитывая результаты работы [3], мы допустили, что магнитное поле измеряется только у быстро вращающейся (главной) звезды. Вторичный компонент не является магнитной звездой, в его спектре не видно никаких особенностей, связанных с эффектом Зеемана.

Оба использованных метода (классический и регрессии) основаны на анализе поляризации от многих линий. Так как в спектре подавляющее большинство составляют узкие линии вторичного компонента, методы автоматического измерения выбирают именно их для анализа. Поэтому магнитное поле по линиям металлов мы не обнаружили.

Чтобы убедиться в том, является ли HD 36313 магнитной звездой, мы выполнили оценку поля по линии водорода Hβ. Результаты приведены в таблице 3.

Несмотря на относительно низкую точность, видим, что поле по линии водорода измеряется. На

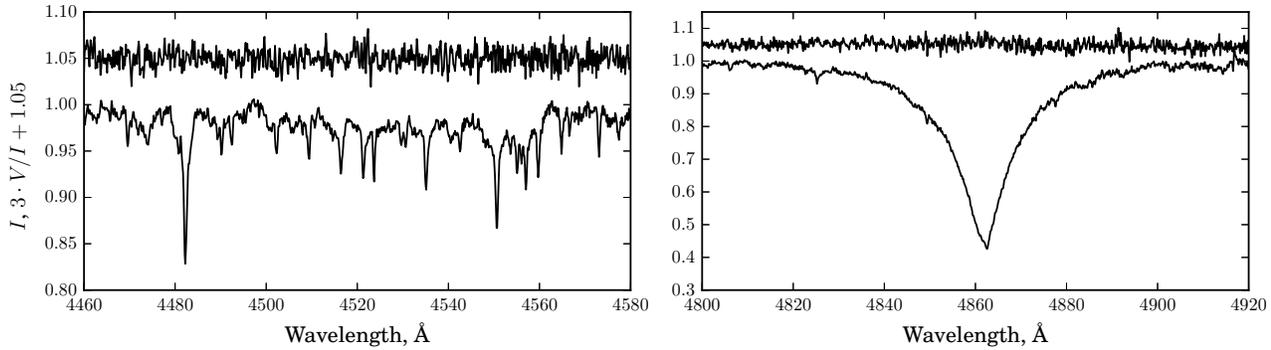


Рис. 5. Участки спектра HD 36313 с узкими и широкими линиями. Слева: мелкие и узкие линии второго компонента; справа: двухкомпонентная структура линии $H\beta$.

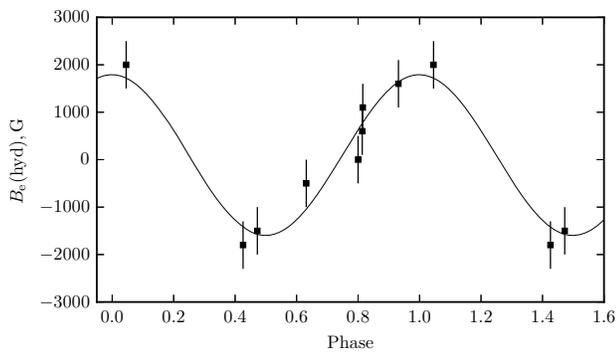


Рис. 6. Переменность продольной компоненты поля $\langle B_e \rangle$ для HD 36313. Измерения выполнены по линии $H\beta$.

поляризованных спектрах в линии $H\beta$ видны четкие проявления эффекта Зеемана. Мы нашли, что для описания водородной кривой B_e (h) наилучшим образом подходит двойной период Норта [27], $P = 1^d 17862$. Кривая B_e (h) с фазой указанного периода приведена на рис. 6. При построении кривой использованы следующие элементы:

$$JD(B_{e\max}) = 2457286.391 + 1.17862 E.$$

Видим, что B_e (h) изменяется в первом приближении по гармоническому закону с указанным периодом и с амплитудой от -1.5 до $+2$ кГс. Другие периоды не подходят для описания водородной кривой.

Так как вклад немагнитной звезды в общий спектр составляет примерно 30%, вероятно, что магнитное поле быстрого ротатора больше на эту величину.

Не исключено, что поле имеет сложную структуру, но для подтверждения этого, как и в случае с предыдущей звездой (HD 35881), нужны новые

наблюдения с высоким спектральным разрешением, более-менее равномерно распределенные по периоду вращения HD 36313.

4.4. HD 36526 = Renson 9460 = Brown 023 b

Звезда с ослабленными линиями гелия (He-wk), принадлежит ассоциации Ogi OB1, подгруппа (b), возраст — 2 млн лет [4]. Параллакс не измерялся. Найден спутник на расстоянии $0''.15$ слабее на 1.3 зв. величины [20].

Магнитное поле обнаружил Борра [3]. По шести измерениям на бальмеровском магнитометре он определил, что продольное поле меняется в пределах от -980 до $+3480$ Гс. Однако, как и для других звезд, кривую переменности B_e с фазой периода вращения он не представил.

Норт [27] нашел периодичность фотометрических данных с элементами $HJD(\min) = 2444978.825 + 1.5405(\pm 0.0016) E$. Он отмечает, что все цвета меняются в фазе с двойной волной, а вторичный минимум менее выражен.

По линии Fe I 4508 Å мы определили проекцию скорости вращения $v \sin i = 47 \pm 2$ км с $^{-1}$.

Норт и Крамер [28] по данным Женевской фотометрии обнаружили у звезды достаточно сильную депрессию на 5200 Å. Ее присутствие указывает на то, что звезда должна иметь поле на поверхности $B_s = 2.4$ кГс.

В работе [23] были определены параметры атмосферы $T_{\text{eff}} = 14300$ К, $\lg g = 3.32$ и содержание элементов по сравнению с солнечным: He = -2.05 , C = -0.08 , Mg = -0.86 , Si = -0.41 , Ca = 0.15.

В каталоге Бычкова и др. [5] представлена кривая с периодом 1.5405 суток и амплитудой, соответствующей данным Борра [3].

Наши измерения на БТА приведены в таблице 4. В колонках таблицы обозначения те же, что и в таблице 1.

Таблица 4. Результаты измерений магнитного поля B_e для HD 36526

JD (2450000+)	$B_e \pm \sigma (z)$, Гс	$B_e \pm \sigma (r)$, Гс	$B_e (h)$, Гс	4481	S/N
5553.342	$+2730 \pm 320$	$+2180 \pm 170$	+3200	—	350
5842.532	$+1510 \pm 400$	-290 ± 210	-2200	—	350
5963.292	—	$+2790 \pm 50$	+3410	-1400	350
6589.530	$+2150 \pm 220$	$+1970 \pm 130$	+5700	+3800	450
7289.570	$+2040 \pm 290$	$+1180 \pm 100$	+3200	+7000	350
7290.525	$+4600 \pm 590$	$+980 \pm 150$	+200	+1800	350

Величина $\langle B_e \rangle$ для классического метода получается равной 2790 ± 190 Гс. Для метода регрессии $\langle B_e \rangle = 1770 \pm 65$ Гс. Видим, что поле, полученное классическим способом, в 1.6 раза больше, чем по методу регрессии. Среднеквадратическое поле по водороду $\langle B_e \rangle = 3370 \pm 220$ Гс. Согласно Борра [3], величина $\langle B_e \rangle = 2130 \pm 200$ Гс — находится посредине между нашими измерениями, выполненными по линиям металлов, и в 1.5 раза меньше нашей оценки по водороду.

Результаты измерений, выполненных классическим методом, показывают значительное рассеяние из-за больших ошибок, вызванных сложными поляризованными профилями линий. Безусловно, звезда обладает очень сильным магнитным полем, что подтверждает результаты Борра [3]. Но наши наблюдения магнитного поля не описываются периодом $P = 1^d 5405$.

Мы предприняли попытку поискать новый период и нашли, что измерения поля в крыльях $H\beta$ и по линиям металлов методом регрессии достаточно хорошо описываются удвоенным периодом Норрта [27] $P = 3^d 081$ (см. рис. 7). Кривая построена с использованием элементов

$$JD(B_{e\max}) = 2455550.138 + 3.0810 E.$$

В спектрах многих линий наблюдаются сильные и четкие зеемановские особенности.

Измерения по отдельным линиям металлов и водородной линии $H\beta$ показывают, что продольное магнитное поле $\langle B_e \rangle$ достигает в отдельных фазах величины +7 кГс. Линии гелия и магния показывают разные по величине экстремумы: гелий до 3 кГс (в таблице 4 не приведен), а магний до 7 кГс. Эти экстремумы приходятся на разные фазы периода вращения.

То, что величина $\langle B_e \rangle$, определенная методом регрессии, меняется с меньшей амплитудой, чем оцененная по водороду — часто встречающееся явление. Для решения этого вопроса требуются наблюдения по водороду с более высоким отношением S/N .

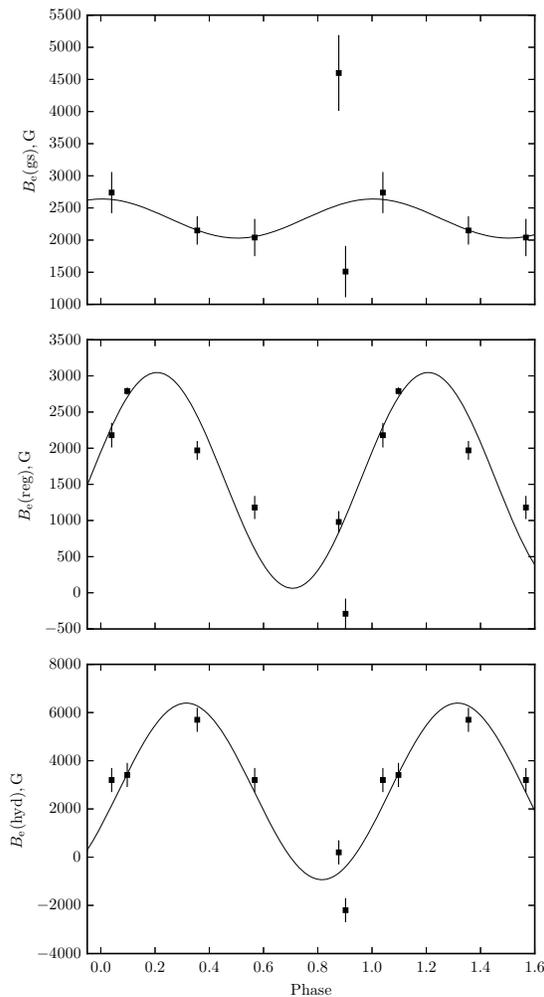


Рис. 7. Переменность продольной компоненты поля $\langle B_e \rangle$ для HD 36526. Вверху: измерения выполнены классическим способом; посредине: измерения выполнены методом регрессии; внизу: измерения выполнены по линии $H\beta$.

Таким образом, мы подтверждаем, что HD 36526 является магнитной звездой с очень сильным полем, но переменность происходит с периодом $P = 3^d 081$, в два раза большим опубликованного в литературе.

Полученные нами точности недостаточны для детального анализа и построения магнитной модели этой звезды, потребуются новые данные.

Рассмотренная звезда — хороший кандидат для дальнейшего детального анализа.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы выполнили наблюдения четырех химически пекулярных звезд ассоциации Орион OB1 с зеэмановским анализатором на 6-м телескопе с целью получения их поляризованных спектров. Три звезды из выборки (HD 35456, HD 36313 и HD 36526) были найдены ранее Борра [3] как магнитные. Зеэмановские спектры HD 35881 получены нами впервые. Звезды HD 35456 и HD 35881 принадлежат к самой старой подгруппе (а) ассоциации, а HD 36313 и HD 36526 — к самой молодой подгруппе (b).

Мы подтверждаем, что три звезды, магнитное поле которых впервые измерил Борра, являются магнитными. Однако мы получили существенно отличающиеся результаты как по амплитуде, так и по периоду переменности магнитного поля. У всех трех магнитных звезд были найдены другие периоды вращения по сравнению с опубликованными в работе [5].

HD 35881, по-видимому, является магнитной звездой, но для доказательства этого требуются дополнительные наблюдения.

У HD 36313 мы вообще не обнаружили магнитного поля по линиям металлов, но это объясняется тем, что они принадлежат вторичному компоненту — немагнитной звезде. В линии $H\beta$, наоборот, основной вклад дает главный компонент, который является магнитной звездой. Наши измерения по этой линии подтверждают наличие магнитного поля, однако период его переменности оказался в два раза больше принятого ранее.

У HD 35456 и HD 36526 амплитуда переменности по нашим данным по линиям металлов оказалась существенно меньше, чем это показал Борра [3] по водороду. В первую очередь это связано с неравномерным распределением металлов по поверхности звезды, поэтому поля по разным линиям могут быть разными, а кривые переменности V_e с фазой периода вращения могут быть сложными.

Еще одна причина — методическая. Горячие звезды, как правило, быстро вращаются и имеют малое количество линий в спектре. Это существенно затрудняет измерение магнитных полей

классическим зеэмановским методом, очень часто невозможно определить точно центр тяжести поляризованной линии. Поэтому получается сильный разброс результатов измерений. Значительно меньше разброс при использовании метода регрессии, но поля, как правило, получаются меньшими, чем дают классические зеэмановские измерения. Как мы уже писали выше, решить вопрос можно, используя методы магнитного картирования поверхности звезд.

Видим, что магнитное поле, определенное нами по линии $H\beta$, для HD 36526 оказалось значительно большим, чем измерил Борра [3]. Причина этого пока не ясна, возможно, это связано с трудностями калибровки.

Большие поля дает не только водородная линия. Величина V_e , полученная по избранным линиям металлов, у HD 36526 достигает значения +7 кГс, что делает звезду очень интересным кандидатом для дальнейшего углубленного исследования.

Во всех трех случаях изучения звезд с надежно определенными магнитными полями мы показали, что прежние периоды не могут описать магнитные наблюдения. Поэтому для указанных трех звезд мы определили новые периоды вращения, которые хорошо описывают магнитные наблюдения. Для HD 36313 и HD 36526 они в два раза больше принятых ранее, а для HD 35456 реалистичный период вращения был определен впервые.

Наши наблюдения выполнены 35 лет спустя после наблюдений Борра [3]. Магнитные поля исследуемых нами звезд HD 35456, HD 36313 и HD 36526 за этом промежуток времени никем не изучались. Безусловно, крайне маловероятно, что мы наблюдаем реальные физические изменения полей. Тем не менее, учитывая молодой возраст звезд, такую возможность не следует оставлять без внимания. Так или иначе проблема разногласий в полученных данных остается невыясненной.

Для решения проблемы мы планируем в будущем получить дополнительный наблюдательный материал с более высоким отношением S/N (не менее 1000 на элемент матрицы) и с хорошим покрытием по фазам периода вращения с целью изучения топологии магнитного поля и распределения химического состава в атмосферах объектов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Российский фонд фундаментальных исследований за финансовую поддержку работы (грант РФФИ 15-02-00406а). Авторы признательны Г. А. Чунтонову за содействие в наблюдениях. И.И.Р. выражает искреннюю благодарность проф. Джону Ландстриту за регулярные многолетние обсуждения проблемы и полезные практические советы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. I. I. Romanyuk and I. A. Yakunin, *Astrophysical Bulletin* **67**, 177 (2012).
2. G. A. Wade, C. Neiner, E. Alecian, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **456**, 2 (2016).
3. E. F. Borra, *Astrophys. J.* **249**, 39 (1981).
4. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, I. A. Yakunin, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin* **68**, 300 (2013).
5. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, *Astron. and Astrophys.* **430**, 1143 (2005).
6. D. A. Bohlender, D. N. Brown, J. D. Landstreet, and I. B. Thompson, *Astrophys. J.* **323**, 325 (1987).
7. R. H. D. Townsend, S. P. Owocki, and D. Groote, *Astrophys. J.* **630**, L81 (2005).
8. F. Leone, D. A. Bohlender, C. T. Bolton, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **401**, 2739 (2010).
9. I. A. Yakunin, *Astrophysical Bulletin* **68**, 214 (2013).
10. I. B. Thompson and J. D. Landstreet, *Astrophys. J.* **289**, L9 (1985).
11. V. L. Khokhlova, D. V. Vasilchenko, V. V. Stepanov, and I. I. Romanyuk, *Astronomy Letters* **26**, 177 (2000).
12. O. Kochukhov, A. Lundin, I. I. Romanyuk, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophys. J.* **726**, 24 (2011).
13. Z. Mikulášek, J. Krtička, G. W. Henry, et al., *Astron. and Astrophys.* **485**, 585 (2008).
14. E. A. Semenko, I. I. Romanyuk, D. O. Kudryavtsev, and I. A. Yakunin, *Astrophysical Bulletin* **69**, 191 (2014).
15. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin* **69**, 427 (2014).
16. I. I. Romanyuk, D. O. Kudryavtsev, E. A. Semenko, and I. A. Yakunin, *Astrophysical Bulletin* **70**, 456 (2015).
17. G. A. Chountonov, in *Proc. Intern. Conf. on Magnetic Stars, Nizhnij Arkhyz*, Ed. by Yu. V. Glagolevskij, D. O. Kudryavtsev, and I. I. Romanyuk (*Spec. Astrophys. Obs., Nizhny Arkhyz*, 2004), p. 286.
18. H. W. Babcock, *Astrophys. J. Suppl.* **3**, 141 (1958).
19. S. Bagnulo, S. Szeifert, G. A. Wade, et al., *Astron. and Astrophys.* **389**, 191 (2002).
20. Yu. Yu. Balega, V. V. Dyachenko, A. F. Maximov, et al., *Astrophysical Bulletin* **67**, 44 (2012).
21. G. A. Gontcharov, *Astronomy Letters* **32**, 759 (2006).
22. M. S. Alonso, Z. López-García, S. Malaroda, and F. Leone, *Astron. and Astrophys.* **402**, 331 (2003).
23. G. P. Topilskaya, *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **36**, 52 (1993).
24. R. Glebocki and P. Gnacinski, *VizieR Online Data Catalog*, **III/244**, 2005.
25. L. E. Pasinetti-Fracassini, L. Pastori, S. Conino, et al., *Astron. and Astrophys.* **367**, 521 (2001).
26. J. Hernández, N. Calvet, L. Hartmann, et al., *Astron. J.* **129**, 856 (2005).
27. P. North, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **55**, 259 (1984).
28. P. North and N. Cramer, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **58**, 387 (1984).
29. B. D. Mason, *Astron. J.* **122**, 3466 (2001).

I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, I. A. Yakunin, D. O. Kudryavtsev, and A. V. Moiseeva

Magnetic Field of CP Stars in the Ori OB1 Association. I. HD 35456, HD 35881, HD 36313 A, HD 36526

We present the results of magnetic field measurements of four chemically peculiar (CP) stars, the members of the Orion stellar association OB1. Observations were carried out with the circular polarization analyzer at the Main Stellar Spectrograph of the 6-m telescope. All the studied stars refer to the subtype of Bp stars with weak helium lines. Canadian astronomer E. F. Borra detected a magnetic field in three of them (HD 35456, HD 36313, and HD 36526) from the Balmer line magnetometer observations. HD 35881 was observed for the first time for the purpose to search for a magnetic field. We obtained the following results: HD 3545 is a magnetic star with longitudinal field variation range from +300 to +650 G and a period of 4.9506 days; HD 35881 is possible a new magnetic star, the longitudinal component of which varies from -1 to $+1$ kG with a period of 0.6998 days, however, a small number of lines broadened by rotation does not allow us to conduct measurements more accurately; HD 36313 is a binary star with the components similar in brightness, the primary component is a magnetic star with broad lines, the magnetic field of the secondary component (the star with narrow lines) was not detected. Measurements in the $H\beta$ hydrogen line showed the variations of the longitudinal component from -1.5 to $+2$ kG with a period of 1.17862 days; a strong longitudinal field was detected in HD 36526 (from 0 to +3000 G) varying with a rotation period of the star of 3.081 days. In all the cases, we observe considerable discrepancies with the data on magnetic fields of these objects obtained earlier.

Keywords: *stars: magnetic field—stars: chemically peculiar—stars: individual: HD 35456, HD 35881, HD 36313 A, HD 36526*