

Авторска справка за научните приноси
на
д-р Любомир Христов Илиев
главен асистент в Институт по Астрономия с
Национална Астрономическа Обсерватория,
Българска Академия на Науките

Активните процеси при ранните звезди обхващат много широка област от прояви, които могат да се разглеждат като пресечна точка за разбирането на еволюционните процеси, протичащи в тях. С тях се асоциират различни скали на променливост и на динамични прояви, различни промени на температурата, плътността, разнообразен спектър на прояви на околосвездното вещество, прояви на загуба на маса или на формиране и дисипация на устойчиви околосвездни обвивки.

I. Особено значение имат проявите на активност при ранни звезди, които са членове на двойни или кратни звездни системи. При тях често се реализират екстремни физически условия, които дават уникална информация както за самите звезди, така и за протичащите процеси в тези системи.

В областта на изследванията на активни ранни звезди, които са членове на двойни и кратни звездни системи могат да се отбележат следните по-важни приноси:

1. Спектралното изследване на звездата **96 Her** по наблюдателен материал от НАО Рожен и обсерваторията Перек в Чешката република показва спектрални признаци за наличие на четворна система. 3 от спектралните компоненти са ясно различими на спектрите с високо спектрално разделение и са на звезди от спектрален клас В. Четвъртият компонент е много по-слаб и вероятно е от по-късен спектрален клас. Определени са параметрите на орбитата на първичната двойка компоненти, състояща се от две В звезди.

Резултатите от изследването са представени в работата: *Koubsky et al., (1985)*.

2. Изследвана бе звездата **V923 Aql**, която е известна като Ве звезда със извънредно интензивен shell-спектър. По спектрални наблюдения от 15 обсерватории, между които и НАО Рожен, бяха изследвани промените на радиалните скорости за над 60 годишен период. Отделени бяха няколко типа променливост. Отделена е цикличност с квазипериод от около 2100 дни.

Амплитудата на тези изменения на радиалните скорости на звездата е силно променлива. За първи път за звездата е определена променливост, свързана с орбитален период на спектроскопично двойна система спериод от 214.75 дни и полуамплитуда от 6.2 km/s. Двойната система се състои от първичен компонент от спектрален клас В 5-7 и вторичен компонент с малка маса.

Резултатите от изследването са представени в работата: *Koubsky et al., (1989)*.

3. Беше проведено фотометричното и спектралното изследване на ярката Ве звезда – **59 Cyg**. Звездата е известна с интензивните емисии на Балмеровите линии и цикличните промени на отношението V/R. По фотометрични и спектрални данни бе потвърдено наличието на 28.2 дневен период, свързан с орбиталното движение на двойна звездна система. Определени са орбиталните елементи на двойната система по радиалните скорости, измерени по линията H α . Отношението на масите на компонентите M_2/M_1 е около 0.1. Интересен детайл е, че при фотометричните промени звездата посинява в индекса (B-V) едновременно с почервяване в индекса (U-B). Това е свързано със затъмнението на оптически плътни части от околосвездната обвивка на основния компонент.

Резултатите от изследването са представени в работата: *Harmanec et al., (2002)*.

4. Звездата **HD 553** е идентифицирана като затъмнително двойна система по наблюдения от спътника Hipparcos. Звездата беше изследвана по високодисперсни спектрални наблюдения от НАО Рожен. Беше намерено, че звездата се състои от рядко срещаната комбинация между звезда гигант като първичен компонент и много по-слаб вторичен компонент, който обаче е с почти равна маса на първичния. На базата на направените оценки може да се определи, че HD 553 е във фаза точно преди започване на пренос на маса към вторичния компонент.

Резултатите от изследването са представени в работата: *Duemmler et al. (2002)*.

5. Една от най-близките до Слънцето двойни звезди от тип Алгол е δ Lib. Звездата бе изследвана по наблюдателни данни от различни спектрални диапазони. По данни от класическа и инфрачервена фотометрия бяха определени времената на минимален блясък, чрез което може да се определи с точност статуса на звездата. Високодисперсни спектри от куде-спектрографа в НАО Рожен позволиха получаването на нова информация за компонентите на системата и за процеса на пренос на маса. Чрез анализ на профилите на избрани спектрални линии за първи път за звездата бе отделен трети абсорбиционен компонент. Комбинирането с астрометрични

радионаблюдения с много висока резолюция позволи получаването на съществено нова информация за параметрите на двойната система.

Резултатите от изследването са представени в работата: *Budding et al. (2005)*.

6. **TX UMa** е една от най-ярките затъмнително двойни звезди. Звездата е известна с променливостта на своя период, дължаща се на протичащите процеси при взаимодействие между компонентите. Наблюдавани са етапи на почти постоянен период, които са последвани от скокообразна промяна на периода. Редица автори отбелязват и интервали на постепенно намаление на периода. По спектрален наблюдателен материал с високо разделение бе проследена промяната на профила на линията $H\alpha$, които позволяват оценката на различни компоненти от околосвездната обвивка на първичния компонент на системата.

Резултатите от изследването са представени в работата: *Iliev (2010)*.

7. Една от най-атрактивните затъмнително двойни системи е ϵ **Aur**. Звездата показва както класическите прояви на една система от типа Алгол, така и дълбоки затъмнения, причинени от неизяснено по характер тяло. С цел изследване на звездата бяха проведени спектроскопични изследвания в близката IR спектрална област. Като основна цел на наблюденията бе избрана линията на O I при 777 nm, която е чувствителен индикатор за различни ефекти при промяна, свързана със светимостта. Отбелязва се развитието на абсорбционни компоненти през втората фаза на дълбокото затъмнение на звездата през 2010-2011 г. Направена е и оценка на електронната плътност в атмосферата на видимия компонент по линии от Пашеновата серия на водорода .

Резултатите от изследването са представени в работата: *Iliev (2011)*.

II. Ве звездите са вероятно най-многобройните представители на активните ранни звезди (Rivinius et al., 2011). Беше проведен дългогодишен спектроскопичен и фотометричен мониторинг на избрани типични представители на различни класове Ве звезди, намиращи се в различни етапи от своята еволюция.

1. Ве/shell звездата **Pleione** е известна с цикличните преходи между различни спектрални фази. За звездата за първи път бе наблюдавана промяна на градиента на Балмеровата прогресия при отслабване на shell-спектъра и преминаването към емисионна фаза през периода 1987-1988. Резултатите от изследването са представени в работата: *Iliev et al. (1988)*.

2. Чрез наблюдения с пределно високо спектрално разделение бе проследено развитието на емисионната Ве-фаза на Pleione. За първи път бе отбелязано постепенното развитие на емисионната фаза. Интензивност на

емисията в линиите от Балмеровата серия на водорода се увеличаваше, като достигна своя максимум през 1993 г. или само 4 години след приключване на предходната shell-фаза. Установено бе, че развитието на размерите на емитиращата обвивка в линиите $H\alpha$ и $H\beta$ също се извършва постепенно и достига своя максимум през 1997 г. Наблюденията с висока спектрална разделителност позволиха за първи път при Pleione да бъдат наблюдавани раздвоявания на върховете на емисионните компоненти в определени моменти от развитието на обособената околосвездна обвивка. Резултатите са представени в работата: *Iliev et al. (2007)*.

3. За първи път за звездата Pleione по време на преход от спектрална Ве към shell-фаза бяха проведени спектрални наблюдения с висока разделителност в близката IR област. По време на Ве фазата линиите от Пашеновата серия на водорода са в емисия до Ph18. Тази емисия е толкова интензивна, че всички наблюдавани линии запълват изцяло фотосферните абсорбционни компоненти.

4. За първи път за звездата бяха извършени оценки на размерите на емитиращата в линията O I 845nm обвивка в крайния етап от развитието на емисионната фаза и прехода към shell-фаза. Като цяло те следват същото поведение, както и измерените размери по водородните линии във видимата спектрална област. Емитиращата в линията O I 845nm обвивка от 17-18 R_* през периода 2001-2001 се свива до 5 R_* през 2007 г. С развитието на новата спектрална фаза размерите на обособената емитираща обвивка плавно се увеличават.

Резултатите са представени в работата: *Iliev et al. (2015)*.

Фотометричната променливост на Ве звездите е една от най-типичните им прояви. Изследвано бе фотометричното поведение на избрани характерни представители на този клас звезди.

5. Ве/shell звездата EW Lac е изследвана фотометрично от няколко изследователи, но не е установена строга монопериодичност. Нашите фотометрични наблюдения на звездата бяха проведени в НАО Рожен в рамките на координирана международна наблюдателна кампания. Установени бяха индикации за периодична промяна на блясъка на звездата с период от $0^d.716$. Анализът на наблюденията от различни обсерватории е представен в работата *Stagg et al., (1988)*. Хомогенният ред от Роженски наблюдения беше обработен със специално разработен от автора софтуер ELPHOT. Резултатите са представени в работата *Iliev et al., (1984)*. Анализът на данните позволи определянето на индикации за допълнителни циклични промени с малка амплитуда и период около $23^{\text{min}}.49$. По такъв начин може да се смята за установено наличието на мултипериодични промени в блясъка на EW Lac. Наличието на такава мултипериодичност е от голямо значение за определяне на еволюционните процеси, довеждащи до формиране на проявите на Ве феномена.

6. Фотометричните наблюдения на звездата **1 Del** бяха извършени в рамките на координирана кампания в периода 1998 - 2005 г. Анализът на над 600 индивидуални фотометрични измервания в система UBV показва отново наличие на мултипериодични промени на блясъка на звездата. Те са най-изразени във филтър V и достигат амплитуда от $0^m.1$. Фурие анализът на базата от наблюдения показва периодичност с период $0^d.8314$. Проведеният анализ на отделните наблюдателни сетове по години позволи да се отдели достатъчно уверено и периодичност с характерно време $0^d.1618$ и амплитуда от $0^m.088$. Така може да се смята за установено, че EW Lac също както и 1 Del проявява мултипериодичност при промяна на своя блясък.

7. Фотометричните наблюдения на **Pleione** бяха проведени в НАО Рожен и АО Белоградчик на идентични телескопи и с идентични инструменти. Наблюденията бяха обработени със специализирания софтуер ELPHOT. Наблюденията обхващат периода 1989 – 2009 и позволяват проследяване на фотометричните промени на звездата, свързани с очакваните спектрални фазови преходи на звездата. Установено бе, че блясъкът на звездата достига максимални стойности през 2004 г., което е в синхрон с наблюдаваното развитие на интензивността на емисията на линиите от Балмеровата серия в спектъра на звездата. Достигнатите стойности във филтър V са $5^m.002$, а във филтър B – $4^m.77$. Наблюденията след 2004 г. показват значително отслабване на блясъка на звездата, което достига $0^m.3$ във V, $0^m.45$ в B и $0^m.55$ в U филтри. Започналото след 2004 намаление на блясъка на Pleione съвпада с общото отслабване на емисията на водородните линии в спектъра на звездата.

Резултатите са докладвани на национални и международни научни срещи.