

ОТГОВОРИ НА ВЪПРОСИТЕ И ПРЕПОРЪКИТЕ
на членове на научното жури
по процедурата по защита на дисертационен труд
на тема „Изследване на еруптивната активност на симбиотични звезди”
представен от доц. д-р Николай Александров Томов
за присъждане на научната степен „доктор на физическите науки”
по научна специалност 01.04.02. „Астрофизика и звездна астрономия”

Уважаеми г-н Председател,
Уважаеми членове на научното жури,

Благодаря за обективните рецензии и становища. Съгласен съм с всички забележки в тях и предлагам отговори на формулираните въпроси и препоръки.

Рецензия на проф. д-р Р. Заманов

Забележки и въпроси:

1. Фиг 3.1, данни от Tomov & Tomova 2001 – представени ли са някъде тези данни в табличен вид?

Отговор: По-голямата част от тези данни (20 точки) са представени в табличен вид в работата на Tomov & Tomova 1998, IBVS 4574.

2. Секция 3.3.1 – твърди се, че е използван ReWiA package за калибровка на дължина на вълната и плътност. Според мен за калибровка по плътност се използваше софтуер написан от Л. Георгиев (R.I.P.)?

Отговор: Да, вероятно е така и пакетът ReWiA е използван само за калибровка по дължина на вълната. Калибровката по плътност е извършена със софтуер, който през 90-те години беше на разположение на колегите в НАО и вероятно това е R.I.P. Тогава, изглежда, не съм бил наясно кой е неговият автор и в статията пише, че всичко е направено с ReWiA.

3. Какъв е произходът на вятъра на горещия компонент на EG And? Възможно ли е скоростта на вятъра на горещия компонент да е 900 км/с, съответстваща на FWZI на HeII 1640?

Отговор: Линията HeII 1640 е имала широк компонент с пълна ширина на нулева интензивност (FWZI) от 1000 km/s в два момента – юни 1983 (Oliversen et al. 1985) и октомври 1992 (Vogel 1993). В останалото време този компонент отсъства. Oliversen et al. предполагат, че той се излъчва от оптически тънък акреционен диск, а Vogel et al. – от звезден вятър със скорост от 500 km/s. Ние заключихме, че този компонент е с неясна природа. От друга страна, линиите на CIV имат ясен профил от типа P Cyg, показващ изменения с орбиталната фаза в един продължителен период от повече от 10 години (1981 – 1992, Oliversen et al. 1985, Vogel et al. 1993). За това решихме, че профилът на CIV е надеждната индикация за звезден вятър от компакния обект.

4. AG Dra – темпът на загуба на маса на компакния обект в AG Dra е определен на $1-2 \cdot 10^{-7} M_{\odot}/\text{yr}$ (Tomov & Tomova 2002). Tomov, Tomova, Ivanova 2000, A&A 364, 557 определят в

спокойствие темп на акреция $1.2\text{--}1.7 \cdot 10^{-8} M_{\text{sun}}/\text{yr}$. Може ли темпът на загуба да е по-голям от темпа на акреция? Колко е темпът на акреция по време на активните фази?

Отговор: Предполагаме, че по време на всяко избухване от активната фаза темпът на акреция нараства до около $10^{-7} M_{\text{sun}}/\text{yr}$ и става близък до темпа на загуба на маса. В резултат на това се формира обвивка от натрупано вещество и се променят радиусът и температурата на компактният обект.

Ако темпът на загуба на маса на червения гигант е $2.0 \cdot 10^{-7} M_{\text{sun}}/\text{yr}$, каква част от това вещество може да акретира и каква част да се изхвърли от компактният обект?

Отговор: Това е темпът на загуба на маса на гиганта в спокойно състояние. До около $\frac{1}{4}$ от това количество акретира, т. е. темпът на акреция на компактният обект в спокойно състояние е не повече от около $5 \cdot 10^{-8} M_{\text{sun}}/\text{yr}$. По време на избухване темпът на загуба на гиганта нараства, което според нашия модел предизвиква избухването. Това обезпечава нарастване на темпа на акреция, както вече отбелязахме, до около $10^{-7} M_{\text{sun}}/\text{yr}$. Тъй като периодът на акреция (възходящият клон на кривата на блясъка) е близък до периода на загуба на маса (низходящият клон), изхвърлената маса е близка до акретираната (“издухва” се формираната обвивка) и компактният обект се връща в състояние, близко до изходното.

5. Фиг. 5.25 – къде е акреционният поток?

Отговор: На фиг. 5.25 е показан схематичен модел само на избухващия компактен обект и неговата най-близка околност.

Колко време има акреция и за колко време спира акрецията?

Отговор: Акреция има в спокойно състояние на системата, в края на всяко избухване след стихването на вятъра и през началния етап на следващото избухване до началото на изтичане на вещество от (разширението на) компактният обект. Предполагаме, че по принцип при всички избухвания блясъкът нараства в многоетапен режим, подобен на първото и през първия етап (до първото плато) болометричната светимост расте за сметка на акреционната светимост. Считаме, че причина за избухванията е нарастналият темп на акреция над горната граница на диапазона на водородно горене в стационарен режим. През спокойно състояние, преди първото избухване от активната фаза, темпът на акреция може да нарастне поради промяна скоростта на вятъра на гиганта, за което съществува добра теоретична възможност (Bisikalo et al. 2002; Mitsumoto et al. 2005). В края на всяко избухване темпът може да нарастне поради акрецията на изхвърленото вещество, останало в потенциалната яма на компактният обект. Това хвърля известна светлина върху отговора на въпроса защо в много случаи избухванията са по няколко в една активна фаза, а не само едно.

Становище на проф. д-р Д. Марчев

Препоръка:

В края на всяко от представените изследвания да се покаже насока за тяхното продължаване.

Отговор: Да, мой пропуск е, че не съм представил насоки за бъдещи изследвания. Разбира се, че

изследванията на тези обекти ще продължат. Поведението на някои от тях в момента представлява особен интерес.

Съществуват фотометрични данни от май–август 2013г. (Munari et al. 2013, ATel 5258) за нарастване на блясъка на AG Peg до 0.3 mag над блясъка, характерен за съответната орбитална фаза. Рентгеновите данни от края на юни 2015г. показват трикратно нарастване на потока, детектиран от спътника Swift XRT (Ramsay et al. 2015, ATel 7779) в сравнение с потока през 2013г. Рентгеновият поток беше силно променлив в периода 1–8 юли 2015г. Авторите считат, че тези флуктуации се дължат на “разпокъсани”, нерегулярни изтичания. Те допускат, че това е нова активност, може би начало на ново избухване?!...А според теорията тази система трябва да е спокойна и да чакаме следващото избухване след 10^5 години, ако компактният обект е наистина с междинна маса от около $0.6 M_{\text{sun}}$...

От особен интерес за мене в момента е и системата BF Cyg, доколкото продължава нейното последно, почти десетгодишно избухване. Четвъртият орбитален минимум беше в началото на 2014г., след което оптическият блясък нарастна поради намаляване на окултираната част от мъглявината. От ноември–декември 2014г., обаче, блясъкът нарастна и поради ново развитие на активност – Балмеровите линии придобиха силни абсорбции от типа P Cyg (Munari et al. 2015, ATel 7013). Той достигна максимум в периода януари–март 2015г., когато беше равен на блясъка през първия максимум в 2006г. (Munari et al. 2015; Skopal et al. 2015, ATel 7258). През март 2015г. линиите Налфа и Нбета придобиха червено отместен емисионен сателитен компонент със скорост от 550 km/s (Skopal et al. 2015), който присъства и на нашите спектри от юли–август. Техните профили станаха практически същите, както през 2009г. Тези данни показват, че се повтаря фотометричното и спектрално поведение на системата от периода 2007–2009г. Това поведение е в подкрепа на нашия модел за преходна дискообразна обвивка, в чиято еволюция има периоди на формиране, следвани от постепенно разрушаване. Това е работна идея за бъдещото изследване на BF Cyg.

Въпроси:

1. По какъв признак са избрани изследваните седем звезди?

Отговор: Общоприета практика при изследването на симбиотичните звезди е да се наблюдават с приоритет тези, които са в активна фаза, тъй като това е от определящо значение за развитието на теорията на еволюцията на акретиращи компактни обекти (водородните избухвания в двойни системи). Изследваните седем звезди са от неголямата група симбиотични, достъпни за нашия Куде спектрограф. Две от тях са “тихи симбиотични”, т.е. за тях не са наблюдавани оптически избухвания. Останалите пет са имали периоди на активност преди нашето изследване и ние ги наблюдавахме по време на поредната активна фаза. AG Peg бе наблюдавана на финалния стадий на единственото си избухване.

Отделихме най-много време и хвърлихме най-много усилия за изследването на системата Z And по следните причини:

1. Тя е прототип на класическите симбиотични звезди и на класа симбиотични като цяло.
2. Тя претърпя най-продължителната в своята история активна фаза от 13 години, която е, може би, най-продължителната измежду всички класически симбиотични звезди.
3. През тази активна фаза нейните водородни и хелиеви линии имаха изключително сложни многокомпонентни профили, показващи изтичане на газа с различни плътности и скорости.

Очаквахме, че резултатите от това изследване ще хвърлят светлина върху свойствата и на други симбиотични системи.

2. В крайна сметка намерен ли е общ модел за интерпретация на поведението на симбиотичните звезди? Това моделът на колимиран звезден вятър ли е или той е приложим само за четири от изследваните звезди?

Отговор: Общ модел за интерпретация на поведението на симбиотичните звезди няма. Моделът на колимиран звезден вятър е приложим само за четири от изследваните звезди – системи със спектрални компоненти от колимирано изхвърляне и звезден вятър. Този модел предлага отговор на въпроса защо в повечето случаи колимираното изхвърляне отсъства през спокойно състояние и се появява само през активни фази.

10.10.2015г.

С уважение:
/доц. д-р Н. Томов/