

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на научната степен „доктор на науките“ по научна специалност 01.04.02. „Астрофизика и звездна астрономия“

тема: „Изследване на еруптивната активност на симбиотични звезди“

автор: Николай Александров Томов, доцент в Институт по Астрономия с
Национална Астрономическа Обсерватория, БАН

от проф. дфн Радослав Костадинов Заманов - Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория, Българска Академия на Науките

Данни за кандидата: Николай Александров Томов е роден на 22.04.1956. Завършва висше образование през периода 1976 – 1981 във Физически факултет на СУ “Св. Климент Охридски”. Бил е аспирант в Кримската Астрофизическа Обсерватория, Русия (1986-1990). През 1992 г. защитава дисертация на тема „Изследване динамиката на газа в симбиотичната система AG Peg” и получава степента „доктор“. От 2001 г. до сега е старши научен сътрудник (доцент) в Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория, БАН. Владее английски и руски език.

Дисертационният труд „**A study of eruptive activity of symbiotic stars**“ съдържа 229 страници, и се състои от 7 основни части. Основно е базиран на обширен наблюдателен материал, получен от автора с Куде спектрографа на 2.0м телескоп и 60см телескоп на НАО Рожен в продължение на повече от 25 години. Използвани са и публикувани данни.

Глава 1 представлява въведение, в което са разгледани основните наблюдателни свойства на симбиотичните звезди, на техните хладни и горещи компоненти и на заобикалящата ги мъглявина, а също и основни моменти от теорията на избухванията.

Глава 2 е посветена на симбиотичната система EG And, която се състои от червен гигант и бяло джудже с ниска светимост. Предложен е модел на сблъскващи се ветрове за обяснение на орбиталната променливост на линейния спектър, вятърът от червения гигант е със скорост около 10 км/с и темп на загуба на маса $10^{-7} M_{\text{sun}}/\text{год}$, а вятърът от горещия компонент има параметри скорост 10 км/с и темп на загуба $10^{-9} M_{\text{sun}}/\text{год}$. При тези условия е оценена температурата при сблъскването на двата вятъра от 8000 K и са обяснени наблюдаваните профили, интензивности и радиални скорости на емисионните линии H-алфа, CIV 1548, 1550 Å, HeII 1640 Å, OIV 1401 Å, SiIV 1403 Å, OIV 1405 Å. Пресметнат е моделния H-алфа поток, който е в добро съгласие с наблюдаемия поток.

В Глава 3 е изложено изследването на симбиотичната нова AG Peg. Тази звезда е разгледана и в дисертацията за степента „доктор“ на доц. д-р Н. А. Томов. Представените в настоящата дисертация резултати са едно много добро продължение на изследването на този интересен обект (това е най-бавната нова наблюдавана досега). Проведен е анализ на фотометричното поведение. Предложен е модел, според който орбиталната променливост на блясъка в U филтър се дължи на тънка, ярка област локализирана близо до повърхността на червения гигант. Тази ярка област е резултат от това, че зоната на сблъскване на двата вятъра е много близо до червения гигант. Нерегулярните промени в орбиталните максимум и минимум се дължат на динамични нестабилности в зоната на удара на двата вятъра.

Проведен е анализ на емисионни линии, техните профили, потоци и радиални скорости. Възможните механизми на възбуждане са фотойонизация и ударно възбуждане. Направено е сравнение на спектъра на AG Peg в два момента - през 1995г. и десетина години по-рано.

Изследвани са детайлно широките компоненти на линиите H-бета, H-гама и HeII 4686. Ширината на широките компоненти не се е променила, което означава че скоростта на вятъра на горещия компонент не се променила. Потокът излъчван в широките компоненти е намалял и представените изчисления показват, че това е резултат от намаляване на темпа на загуба на маса с 1.8 пъти. Този резултат е в много добро съгласие с резултата, получен по ултравиолетовия спектър. Показано е, че тесните линии са намалили потока си средно около 2 пъти, равно на намаляването на U потока и лаймановата светимост на горещия компонент.

В Глава 4 е представено задълбочено изследване на симбиотичната двойна AG Dra по време на спокоен период и във фазата на активност през 1994-1998г. Използвани са наблюдения на промяната на блясъка в U филтъра, разпределението на енергията на алфа Воловар (червен гигант, който има същата ефективна температура като донора в AG Dra) и уравнения за потока на хладния компонент и мъглявината. Чрез решаване на система от уравнения е изчислено разстоянието до AG Dra от 1560 - 1810 парсека и радиуса на гиганта от 28-32 R_{sun} . На тяхна база са получени масата на гиганта от 1.1-1.5 M_{sun} и болометричната светимост от 242-316 L_{sun} . Оценени са и болометричната светимост на горещия компонент (967-1302 L_{sun}) и темпа на акреция върху него ($1.2 - 1.7 \cdot 10^{-8} M_{\text{sun}}/\text{yr}$).

Изследвано е подробно поведението на AG Dra през периода 1994-1998г. с използване на фотометрични (U филтър) и спектрални (емисионните линии H-алфа, HeI 4713, HeII 4686) данни. Изчислена е мярата на емисия на мъглявината в моментите на орбитален фотометричен минимум и максимум, съответно $0.36 \cdot 10^{59}$ и $1.6 \cdot 10^{59} \text{ cm}^{-3}$, и е показано, че по време на петте максимума през активната фаза 1994-1998г. мярата на емисията е нараствала в съотношение 36, 13, 8, 15, 7 пъти в сравнение със стойността си в спокойно състояние. Показано е, че потоците на водородните линии корелират с оптическата яркост.

Изследвани са промените на H-алфа потока, а също и на ширината и интензивността на крилата на линията H-алфа. Нейното поведение показва нарастване на броя на излъчващите атоми в мъглявината и по-изявена турбуленция на газа по време на избухването.

Наблюдавано е, че след максимумите през 1996 и 1997 г. профилът на емисионната линия HeII 4686 има широк емисионен компонент, индикация за вятър от горещия спътник със скорост около 1200 км/с. Определен е темпа на загуба на маса на спътника от $1-2 \cdot 10^{-7} M_{\text{sun}}/\text{yr}$. Предложен е сценарий за нарастването на оптическия блясък на системата през активния период 1994-1998 г. Показано е, че водородът гори в стационарен режим на повърхността на горещия спътник.

В Глава 5 е представено многостранно изследване на системата Z And по време на последната и най-продължителна активна фаза в периода 2000 - 2013г., когато са наблюдавани 7 оптически избухвания. Намерени са спектрални индикации за изтичане на вещество от компактния обект, които се появяват по време на избухванията. Получени са данни в областта на линиите H-алфа, H-гама и HeII 4686 по време на нарастването на блясъка през 2002г. Показано е, че двупиковият емисионен профил на Балмеровите линии през 2002г. може да се дължи не само на самопоглъщане, но основно да се формира в дискообразна небулярна структура около компактния обект, чиято мяра на емисията е не по-голяма от наблюдаемото нарастване на мярата на емисия на околосвездната мъглявина. Оценен е от наблюдения външният радиус на предполагаемата структура (диск) от 26-46 R_{sun} .

По време на голямото избухване през 2006 са проведени H-алфа и H-гама наблюдения. Линията H-гама има четири компонента - тясна централна емисия, широк емисионен компонент индикиращ оптически тънък звезден вятър със скорост от около 500км/с, многокомпонентна P Cug абсорбция и сателитни емисии, отстоящи на повече от 1000км/с от центъра на линията. След максимума на блясъка тези компоненти еволюират по различен начин – едни затихват, а

други се развиват. Оценен е темпа на загуба на маса на компакния обект, който от $4-5 \times 10^{-7} M_{\text{sun}}/\text{yr}$ в максимума на блясъка спада до 1×10^{-7} към декември 2006г.

За интерпретация на това поведение е създаден модел на избухващия компактен обект, който включва акреционен диск, звезден вятър и геометрически дебела дискообразна обвивка около акреционния диск, която колимира звездния вятър и създава биполарно колимирано изтичане през четвъртото избухване с наблюдаема скорост от около 1500 км/с. Сценарият е следния. Компактния обект в спокойно състояние е в състояние на акреция от звезден вятър, когато се формира акреционен диск с радиус $50 R_{\text{sun}}$ и маса $5 \cdot 10^{-7} M_{\text{sun}}$. По време на избухване звездният вятър от компакния обект издухва външните слоеве на диска. В края на избухването, след стихване на вятъра, част от изхвърленото вещество остава гравитационно свързано с компакния обект и акретира отново. Поради запазване на началния ълов момент то попада в диска. Така се формира геометрически дебела дискообразна обвивка, която се простира на голямо разстояние от орбиталната равнина, и поради наличието на центробежна бариера, около оста на въртене се формират две конусообразни кухни. При следващото избухване вятърът изтича само през тях и това го колимира.

В Глава 6 са направени обобщения за геометрията на излъчващата област в симбиотични звезди със спектрални индикации на биполарно изхвърляне и звезден вятър. Разгледани са още три системи, в оптическите линии на които има сателитни компоненти, показващи колимирано изхвърляне на вещество. Това са Hen 3-1341, BF Cyg и жълтата симбиотична StHa 190, в спектрите на които е детектирана и добавъчна абсорбция от тип P Cyg. Показано е, че профилите на линиите на всяка от тези системи може да бъде обяснена в рамките на модела на колимиран звезден вятър от горещия компонент.

В Глава 7 е представено заключение, където са сумирани основните приноси от дисертацията.

Публикации: Резултатите от дисертацията са отразени в 42 статии, в т. ч. 22 статии в списания с импакт-фактор, от тях 3 в Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS, импакт фактор 5.5), 7 в Astronomy & Astrophysics (A&A, импакт фактор 4.5), 2 в Astrophysics and Space Science (импакт фактор 2.3), 2 в Astronomische Nachrichten (импакт фактор 1.3, най-старото действащо астрономическо издание в света), 4 в Astronomy Reports (Astronomicheskii Zhurnal). Специално заслужава да се отбележат статиите в най-престижните световни астрономически списания, в които той е водещ автор:

Tomov N. A. "A colliding winds interpretation for the spectral variability of EG And", 1995, MNRAS 272, 189 (5 цитирания)

Tomov N., Tomova M., Raikova D. "The visual line spectrum of AG Peg in 1995", 1998, A&AS 129, 479-488 (3 цитирания)

Tomov N., Tomova M., Ivanova A. "Analysis of the U-band orbital variation of the symbiotic binary AG Draconis during quiescence", 2000, A&A 364, 557-562 (7 цитирания)

Tomov N., Tomova M. "Hydrogen and helium emission of the symbiotic binary AG Draconis during an active phase (1996 - 1997)", 2002, A&A 388, 202-212 (10 цитирания)

Tomov, N., Taranova, O., Tomova, M. "Mass ejection by the symbiotic binary Z And during its 2000-2002 outburst", 2003, A&A 401, 669-676 (8 цитирания)

Tomov, N., Tomova, M., Taranova, O. "Broad-band multicolour observations of the symbiotic binary Z And during quiescence and its activity at the end of 2002", 2004, A&A 428, 985-992 (5 цитирания)

Tomov N.A., Tomova M.T., Bisikalo D.V. "Bipolar ejection by the symbiotic binary system Z And during its 2006 outburst", 2007, MNRAS 376, L16-L19 (5 цитирания)

Tomov, N.A., Tomova, M.T., Bisikalo, D.V. "Spectral indications of ejection of mass by the symbiotic binary Z And during its 2000–2002 outburst", 2008, MNRAS 389, 829-838 (2 цитирания).

ЦИТИРУЕМОСТ на резултатите: Общият брой на цитатите на публикациите от дисертацията е над 110, в т.ч. повече от 70 цитата на статии, в които Н. А. Томов е първи автор. Повече от 80 от цитатите са в най-реномираните световни списания по астрономия и астрофизика.

Забележки и Въпроси:

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

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.)?

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?

4. AG Dra - темпът на загуба на маса на компактният обект в AG Dra е определен на $1-2 \cdot 10^{-7} M_{\text{sun}}/\text{yr}$ (Tomov & Tomova 2002). Tomov, Tomova, Ivanova, 2000 A&A 364, 557 определят в спокойствие темп на акреция $1.2-1.7 \cdot 10^{-8} M_{\text{sun}}/\text{yr}$. Може ли темпът на загуба да е по-голям от темпа на акреция? Колко е темпа на акреция по време на активните фази? 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?

5. На Фиг. 5.25 - къде е акреционният поток? Колко време има акреция и за колко време спира акрецията?

На базата на представения дисертационен труд на тема „Изследване на еруптивната активност на симбиотични звезди“, научните резултати, публикуваните статии, и цитатите на неговите работи се обръщам към научното жури с предложение да присъди научна степен „доктор на физическите науки“ по научната специалност „Астрофизика и звездна астрономия“ на доц. Николай Александров Томов.

София 25. 09. 2015



рецензент:

проф. дфн Радослав К. Заманов
Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория, БАН