

Авторска справка за научните приноси по конкурса на тема „Двойни звезди с компактен обект“

Изследването на двойните звезди с компактен обект спомагат за разбирането на интересни процеси като звездна еволюция, загуба на маса и акреция на вещество, структура и формиране на околостърни дискове и мъглявини, приливно взаимодействие между компонентите, излъчване с големи енергии в рентгеновия и гама диапазон, механизмите на еруптивна активност и др. Разбирането им е тясно свързано с произхода на обекти и явления като избухване на Свръхнови от тип I, милисекундни пулсари, рентгенови източници в звездни купове и др. Развитието на рентгеновата и гама астрономия в последните години даде нов тласък на астрофизиката на рентгенови двойни, симбиотични и катаклизмични звезди, и установяване на връзки между оптичното и високоенергийното излъчване от тях.

1. Изследване на синхронизацията и псевдосинхронизацията при масивни рентгенови двойни и симбиотични звезди

В двойна звезда с кръгова орбита, периода на въртене на донора на маса достига равновесие, когато се изравни с орбиталния период на системата. Това се нарича синхронно въртене или синхронизация. В случая на двойна звезда с елиптична орбита, равновесието се достига при стойност на периода на въртене по-малка от орбиталния период. В елиптични системи приливните сили синхронизират въртенето на донора на маса с движението на компактният обект в периастр. Това се нарича псевдосинхронизация.

Изследвахме синхронизацията и псевдосинхронизацията при масивните рентгенови двойни звезди с цел да разберем при кои типове от тях, въртенето на донора на маса е синхронизирано с орбиталното движение на компактният обект. За 15 обекта с известни орбитални параметри пресметнахме периодите на синхронизация и псевдосинхронизация и открихме, че Ве рентгеновите двойни звезди не са синхронизирани/псевдосинхронизирани и при тях приливните сили действат като забавят въртенето на донорите на маса. Звездата LS I +61 303 е най-близо до псевдосинхронизирана орбита. От друга страна, рентгеновите двойни, при които донорите на маса са гиганти или свръхгиганти, са синхронизирани или псевдосинхронизирани. (Stoyanov & Zamanov 2009, AN 330, 727; Stoyanov et al. 2009, BgAJ 12, 35; Stoyanov & Zamanov 2014, Acta Polytechnica, accepted)

На базата на теорията за приливните взаимодействия в звезди с конвективни обвивки, пресметнахме орбиталния ексцентрицитет на симбиотичната звезда MWC 560. Според нашите оценки, ексцентрицитетът на системата трябва да е около 0.7. Това подкрепя модела, че наблюдаваната фотометрична променливост на MWC 560

и свързана с голямата елиптичност на орбитата и запълването на повърхността на Рош при периастр. (Zamanov et al. 2010, AN 331, 282)

Сравнихме въртенето на гигантите от спектрален клас М в симбиотични звезди с това на единични М гиганти и показахме, че гигантите в симбиотични звезди се въртят по-бързо. Най-вероятната причина за това е синхронизацията на системите. (Zamanov et al. 2008. MNRAS, 390, 377; Zamanov & Stoyanov 2012, BlgAJ 18c, 41; Stoyanov & Zamanov 2014, Acta Polytechnica, accepted)

Приложихме теорията на приливно взаимодействие за симбиотичната звезда от D' тип V417 Cen. На базата на тези изследвания оценихме, че приливната сила играе важна роля, ако орбиталния период на системата е 250 дни. Системата най-вероятно е псевдосинхронизирана с орбитален ексцентрицитет около 0.64. (Stoyanov et al. 2014. BlgAJ 21, 32)

Повечето симбиотични звезди с орбитални периоди по-къси от 1000 дни са синхронизирани. Симбиотичните звезди, при които е детектирано изхвърляне на джетове, имат по-къси периоди на въртене от орбиталните периоди. Най-вероятно причината за това са изхвърлянето на джетовете. Zamanov & Stoyanov 2012, BlgAJ 18c, 41; Stoyanov & Zamanov 2014, Acta Polytechnica, accepted)

В бъдеще, целите ни са да разширим извадката от масивни рентгенови двойни звезди и симбиотични звезди, за да добием още по-добра представа, за поведението на приливните сили в двойни звезди с компактен обект. Изследването на физиката на приливните взаимодействия в такива обекти, ще допринесе за разбирането защо някои от Ве рентгеновите звезди (например LS I +61 303 и 4U 2206+54) са близо до синхронизирани системи, при които донора на маса е гигант или свръхгигант. Включването на извънгактични обекти (например обекти от галактиката M31) в нашата извадка, ще даде допълнителен поглед върху физиката и еволюцията на масивните рентгенови двойни звезди и ще ни даде възможност за сравнение на въртенето на тези обекти в нашата Галактика и други такива. Тъй като орбиталните периоди на симбиотичните звезди са много дълги, прилагането на теорията на синхронизация и псевдосинхронизация е елегантен метод за оценка на ексцентрицитета на орбитите им. Интересно ще бъде да се намери връзката между въртенето на донорите на маса в симбиотични звезди и загубата на маса от тях, което е тясно свързано с изхвърлянето на джетове от системи, които не са синхронизирани (RS Oph, Z And, CH Cyg, MWC 560 и др.)

2. Спектрални наблюдения на масивни рентгенови двойни и симбиотични звезди

На базата на спектрални наблюдения от Куде спектрографа на 2м RCC телескоп на НАО Рожен на емисионната линия H α , изследвахме поведението различни параметри на линията и околос звездния диск на донора на маса в Ве рентгеновата двойна звезда LS I +61 303. Открихме, че параметрите на линията H α освен с

орбиталния период, са модулирани с детектирания в радиоизлъчването период от около 4.5 години. Най-вероятно прецесията на Ве звездата води до промяна на радиуса на ограничаване на околосвездния диск от неутронната звезда. Това, в комбинация с променлив темп на загуба на маса от донора вероятно води до появата на този свръхорбитален период при LS I +61 303. (Zamanov et al. 2013, A&A 559, 87; Zamanov, Stoyanov & Tomov, 2007, IBVS 5776, 1; Stoyanov et al. 2008, BlgAJ 10, 49)

Изследвахме промяната на радиуса на околосвездния диск на LS I +61 303 за последните 20 години. Открихме, че радиуса на диска варира от 15 до 56 слънчеви радиуса и тези размери са сравними с радиуса на повърхнината на Рош в периастръ. (Zamanov et al. 2013, A&A 559, 87)

По спектрални наблюдения на линията на $\text{HeI}6678 \text{ \AA}$ на масивната рентгенова звезда 4U 2206+54, измерихме радиалните скорости и измерихме орбиталните параметри на системата. Според нашите резултати, орбиталния период на системата е 9.568 дни, а ексцентрицитета на орбитата – 0.3 (Stoyanov et al. 2014/15, AN, accepted)

По спектри с висока разделителна способност от спектрографа FEROS, изследвахме променливостта на емисионните линии в спектъра на симбиотичната звезда от D' тип V417 Cen. Открихме, че еквивалентните ширини на линиите намаляват, докато блясъка на системата се увеличава. (Stoyanov et al. 2014. BlgAJ 21, 32)

В бъдеще спектралния мониторинг на масивни рентгенови двойни и симбиотични звезди ще продължи с изследване на променливостта на емисионните линии на звездите. Получен е материал за звездата 4U 2206+54, която като поведение много наподобява пекулярното поведение на LS I +61 303. Предстои да бъде направено изследване за идентифиране на родителския звезден куп, от който е била изхвърлена тази звезда при избухването на Свръхнова. Други подходящи звезди, за които предстои да бъде получен или вече е получен наблюдателен материал са MWC 656 (първата Ве рентгенова двойна с черна дупка като компактен обект), MWC 148 (силен източник на гама лъчи, възможно е компактният обект също да е черна дупка), LS V +44 17, X Per, 4U 1954+319 (симбиотична рентгенова двойна звезда), както и избрани симбиотични звезди.

3. Изследване на фликеринга на катаклизмични и симбиотични звезди

Фрикеринга представлява бърза квазипериодична промяна на блясъка с времеви скали от по няколко минути. Изследването на фликеринга ни позволява да определим физическите условия в източника му (горещото петно, граничния слой или дори самия акреционен диск). В последните години, с терескопите на НАО Рожен АО Белградчик наблюдавахме фликеринга на голям брой симбиотични (RS Oph, T

CrB, CN Cyg, MWC 560) и катаклизмични (KR Aur, MV Lyr, V425 Cas, V794 Aql и др.) звезди. Определихме физически параметри на източника на фликеринг. (Zamanov et al. 2010, ATel 2286, 1; Zamanov et al. 2010, MNRAS 404, 381, Tsvetkova et al. 2010, POBeo 90, 183; Stoyanov et al. 2013, Publ. Astron. Soc. "Rudjer Boskovic" 12, 339)

През 2010 г. наблюденията на симбиотичната звезда CN Cyg показват, че фликеринга от звездата изчезва. През август 2014 г. фликеринга се детектиран с наблюдения от 60cm телескоп в НАО Рожен. Причина за изчезването на фликеринга е затъмнение на бялото джудже от червения гигант. (Sokoloski et al. 2010, ATel 2707, 1; Stoyanov, Zamanov & Sokoloski, 2012, ATel 4316, 1; Stoyanov et al. 2014, ATel 6560, 1)

Наблюденията на фликеринга, както на CN Cyg, така и на други симбиотични и катаклизмични звезди, ще продължи с цел изследване на разликите във физическите параметри на източника му. Целта е да се сравнят физическите условия за появяването му както в симбиотични и катаклизмични, така и в рентгенови двойни звезди с малка маса.