

Масивната рентгенова двойна звезда LS I +61°303

Радослав Заманов, Георги Латеф, Кирил Стоянов

За начало

Ще започнем нашата история малко по-отдалече. Сигурно сте чували популярното твърдение, че „звездите във Вселената са повече от песъчинките от всички плажове на Земята“. Но колко всъщност са звездите... и кой ги е броил? Разбира се, никои. Нито набеждаваните за звездобройци в миналото, нито съвременните астрономи. И все пак днес разполагаме с оценка на този брой. По статистически данни само в нашата галактика – Млечния път, звездите са около 200 милиарда. И пак по статистически данни, общият брой на галактиките във Вселената е около 100 милиарда. Така, ако умножим горните милиарди излиза, че звездите във Вселената трябва да са около 20 000 000 000 000 000 000 000. Това число е наистина огромно. Написахме го само за илюстрация. Математиката ни помага да го запишем по-компактно чрез степен на десетката – 2×10^{22} . Това означава, че броят на звездите се изразява с число, започващо с 2, последвано от 22 нули. Ами песъчинките?

Преглеждайки съдържанието на настоящия брой на списанието, най-вероятно сте се заинтригували от заглавието на статията, която започнахте да четете току-що. Освен означението LS I +61°303, любопитство крие и определението „рентгенова двойна звезда“. Какви са тези цифри и букви в името на звездата, какво значи да е „двойна“ и в същото време „рентгенова“, каква е физическата ѝ природа и защо е толкова интересна ще ви разкажем сега.

За да пресметнем техния брой, трябва да знаем площта на всички плажни ивици по Земята, да приемем някаква средна дебелина на слоя пясък и да определим средна стойност на размера на песъчинката. Такива пресмятания тук няма да правим, но ви уверяваме, че те

вече са направени и горното твърдение е наистина вярно. Все пак, за да си представим поне по някакъв начин горното голямо число, ще е интересно да видим колко звезди може да съберете в шепите си. Физически... нито една, но ако представим всяка звезда като песъчинка с размер $1 \times 1 \times 1$ мм (един кубичен милиметър), можем да кажем, че две шепи загребан пясък се равняват на около 2 милиона звезди. Продължавайки тази аналогия – ако разтоварим пълния брой звезди (под формата на песъчинки) на площад „Народно събрание“ в София – ще се получи пясъчна кула, висока половин милион километра – повече от разстоянието Земя – Луна (което средно е 384 400 км).

Така, вече имаме някаква представа за броя на звездите във Вселената. И ето я

първата изненада. По най-нови изследвания, проведени през 2011 г. с космическия телескоп *Chandra*, 80 % от звездите се оказват двойни или кратни звездни системи. Това са системи от две или повече звезди, които са свързани физически посредством гравитационната сила и обикалят около общия център на масите. Удивителни примери за такива двойни звездни системи, които могат да се видят дори с малък телескоп, са – звездата Албиро от съзвездие Лебед, Алкор от съзвездие Голяма мечка, звездата Аламак от Андромеда, Кастор от Близнаци и др. Телескоп с по-голям диаметър е в състояние да разкрие пред очите ви невероятната четворна звездна система – епсилон Лири. Именно фактът, че по-голямата част от звездите „обичат“ да се групират по двойки, мотивира астрономите да ги изследват. Звездите, които формират самата двойка, могат да бъдат различни по размер, маса, температура и еволюционен статус (възраст), от друга страна, разстоянието между самите тях също е различно, орбитите, по които обикалят двете звезди, най-общо са затворени криви – окръжности или елипси, но последните могат да бъдат различни по сплеснатост. Всички тези особености налагат създаването на определени класификационни рамки, в които двойните или кратните звездни системи са групирани по съответен признак.

Не е възможно в рамките на тази статия да представим всички типове двойни звездни системи. Интересно е да отбележим обаче, че двойствената природа много често е свързана с определен тип променливост – промяна в излъчването на системата – признак, по който дадената двойка би могла да бъде класифицирана. В повечето случаи именно разкриването на определен тип променливост дава основание на астрономите да твърдят, че изследваният обект всъщност е двойна звездна система.

Дотук разбрахме какво значи една звезда да е „двойна“, но героят на нашия разказ все още е зад завесите. За да се приближим с още една крачка към „Действие първо“, ще

разгледаме един особен тип двойни звездни системи. Нека да се запознаем с Ве рентгеновите двойни.

Ве рентгенови двойни звезди

Ако сме в час по астрофизика, сигурно ще ни накарат да напишем като подмочка *а) Определение*

Ето едно такова: „Главната компонента (звездата с по-голяма маса) в такава двойна система представлява една Ве звезда, а вторичната компонента (звездата с по-малка маса) е типична неутронна звезда (или в редки случаи бяло джудже или черна дупка)“.

Прочитането на горното изречение става средно за около 11 секунди, написването му на лист хартия отнема малко повече време, но изясняването на астрофизическата му същност и оформянето му в този компактен вид са отнели десетилетия и са свързани с труда на много астрономи. Въпреки това ние ще се опитаме да разберем що за обекти са Ве звездите и неутронните звезди.

Буквата „В“ е индикация за т.нар. спектрален клас на звездата. Без да се впускаме в подробности ще кажем, че класифицирането на звездите е направено на базата на техните спектри. Самият спектър всъщност представлява разлагане на излъчването на звездата (посредством призма, дифракционна решетка или комбинация от тях) по цветове. И ако си припомним от физиката, че цветът всъщност е свързан с дължината на електромагнитната вълна, можем да кажем, че спектърът дава информация за това как излъчва звездата при дадена дължина на вълната или (което е едно и също) при дадена честота. Излъчването, генерирано във вътрешността на звездата, има т.нар. *непрекъснат спектър*. Всеки от вас е виждал спектър – разлагането на светлината от Слънцето от водните капки формира непрекъсната цветна ивица от виолетово до червено. Ъгловата ширина на тази ивица е около 2 градуса, а характерната ѝ



Небесната дъга като пример за разлагане на слънчевата светлина в спектър

форма (ефект от проекцията) е довела и до името ѝ – *небесна дъга*. Когато излъчване с непрекъснат спектър премине през относително по-студената външна обвивка на звездата (наречена звездна атмосфера), част от лъчението се поглъща и на фона на непрекъснатия спектър се появяват тъмни линии – това са т.нар. *линии на поглъщане*, или *абсорбционни линии*. По тяхната позиция, интензитет и ширина може да се определят физическото състояние и химическият състав на звездата.

На базата на интензитета на линиите е построена и Харвардската спектрална класификация, включваща основните 7 спектрални класа:

O – B – A – F – G – K – M

Има редица мнемонични правила за запомняне на последователността от тези букви, най-разпространеното от които е "Oh-Be-A-Fine-Girl/Guy-Kiss-Me". С открива-



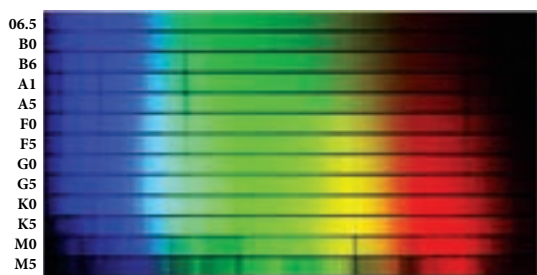
Тъмните абсорбционни линии на фона на непрекъснатия спектър (илустрация: Astronomy Know How)

нето и изследванията на *кафявите джуджета* (преходния клон между звезда и планета), гнес тази последователност е продължена до класовете – L, T и Y.

Понеже интензитетът на дадена спектрална линия (колко силно се изявява тя на фона на непрекъснатия спектър) зависи от температурата, можем да кажем, че спектралната класификация е всъщност класификация на звездите по температура. И така, звездите от клас B са звезди с температури в диапазона от 10 000 до 30 000 K (Келвина), те са синкавобели, съставляват 0,13 % от всички останали типове звезди и светят 30 000 пъти по-силно от Слънцето.

Буквата „e“ в означението Be обаче подсказва нещо друго. В най-общия случай това означава, че в спектъра на звездата освен *линии на поглъщане* се наблюдават и *линии на излъчване* (емисионни линии – „e“). Тези линии имат характерен U или M-образен гвупиков профил и в конкретния случай, колкото и изненадващо да звучи, показват, че около звездата има диск.

Дисковете при Be звездите са причинени от бързото им околоосно въртене. Една типична Be звезда има маса в диапазона 5 – 20 слънчеви маси (1 слънчева маса = 2×10^{30} kg) и се върти около оста си със скорост (при екватора) от порядъка на 300 km/s.



Спектри на звезди от основните спектрални класове. Обърнете внимание как се променя интензитетът на тъмните – абсорбционни линии, при преминаване от един спектрален клас към друг (илюстрация: NOAO/AURA/NSF)

Това означава, че звездата се завърта около себе си (предвид радиуса ѝ) за около 15 часа. За сравнение, Слънцето прави един оборот за средно 1 месец. Предвид огромната скорост звездата има сплесната форма и вещество от екваториалната ѝ област може да се отдели от нея и да формира диск с размер от 6 до 15 пъти размера на самата звезда.

Именно в този диск се формират линии-те на излъчване (емисионните линии), които присъстват в спектъра на В звездата и изискват допълнителната буквичка „е“ в означението. Ярък пример за такава звезда, която може да се види дори с невъоръжено око, е звездата гама Касиопея. Тя е наблюдавана през 1866 г. от италианския астроном Анджело Секи, който разложил светлината от нея посредством призма. Това е първата наблюдавана звезда, която показва еми-



Художествена интерпретация на Ве звезда с околозвездния ѝ диск (илюстрация: Bill Pounds)

сионни линии. За нея е известно, че има маса от порядъка на 19 слънчеви маси, радиус 10 пъти по-голям от този на Слънцето, температура около 31 000 K и скорост на въртене – 300 km/s.

Неутронните звезди

Неутронните звезди са един от възможните крайни етапи на звездната еволюция. Те са остатъци от избухването на свръхнова, породено от гравитационно свиване на звезда с начална маса от около 10 слънчеви маси. В течение на еволюцията на една такава звезда последователност от термоядрени реакции води до образуването на богато на желязо ядро в центъра ѝ, в което ядрени реакции вече не протичат. Термоядреното горене, което се реализира в отделните слоеве на звездата, продължава да добавя вещество към ядрото и ако масата му надхвърли критичната маса на Чандрасекар (1,4 слънчеви маси), то започва да се свива. При температури над 5 милиарда Келвина настъпва т.нар. процес на *фотодезинтеграция* – желязните ядра (които изграждат звездното ядро) се разпадат на алфа частици (хелиеви ядра – 2 протона и 2 неутрона). При по-високи температури протоните и електроните се комбинират и водят до формирането на неутрони. При достигане на плътност от порядъка на 10^{17} kg/m^3 налягането на електроните спира свиването на ядрото, което сега е съставено почти изцяло от неутрони, а физическите свойства на повърхността му са като на твърдо тяло. Горните слоеве на звездата, които продължават да колапсират, биват „отразени“ от ядрото и изхвърлени обратно нагоре, което води до практическо разрушаване на звездата. Явлението се нарича *избухване на свръхнова от тип II*. Това, което остава от звездата, е изхвърлената в междוזвездното пространство обвивка и неутронното ѝ ядро, което вече се нарича неутронна звезда. Неутронните звезди са най-плътните и най-малките звезди, които съществуват във Вселената. Такава една

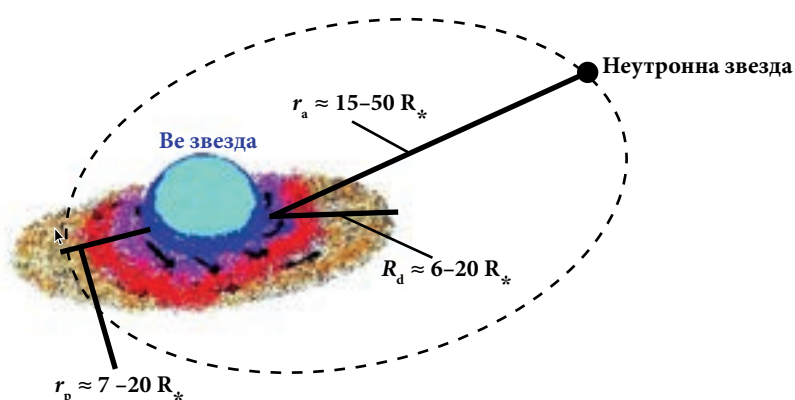
звезда с типичен радиус от 10 – 12 km спойно би се побрала в пределите на София. Масите на неутронните звезди са от 1,4 до 2 слънчеви маси и предвид малките им размери плътността им е невъобразима – една чанена лъжичка от веществото на неутронна звезда (5 милилитра) би тежало на Земята около 5 милиарда тона!

Такава плътност би се получила, ако свием Земята до кълбо с размер 130 метра. Неутронните звезди имат периоди на въртене от милисекунди до часове. Някои от тях се въртят екстремално бързо, завъртайки се около оста си за около 0,002 секунди, или с други думи, правят 30 000 оборота в минута. Магнитното поле на неутронните звезди е от порядъка на 10^{12} – 10^{13} Гауса – за сравнение магнитното поле на Земята е около 0,6 Гауса, а на Слънчевите петна около 5000 Гауса.

След като приложиме принципа на „философското разделяне“ към компонентите на Ве рентгеновите двойни, нека сега съберем частите заедно и погледнем отново.

В системите Ве рентгенови двойни неутронна звезда обикаля около масивна Ве звезда по силно изтеглена елиптична орбита. Гравитационният център (центърът на масите) се намира практически вътре в по-масивната Ве звезда. Орбиталната равнина на неутронната звезда може да съвпада или да е разположена под ъгъл спрямо равнината на околозвездния диск на Ве звездата (който, ако си припомним, се формираше в екваториалната област на Ве звездата). Понеже орбитата на неутронната звезда е елиптична, разстоянието между двете звезди се мени. То е най-голямо в т.нар. *апоастър*, и най-малко в т.нар. *периастръ* (тези точки са аналогични на точките *афелий* и *перихелий* за Земята и на точките *апогей* и *перигей* за лунната орбита). В много от случаите околозвездният диск може да се разпростира отвъд периастръното разстояние. По този начин, при своето движение около Ве звездата неутронната звезда може да премине през диска (в случая на компланарна орбита) или да се „змурне“ и

Ве рентгенова двойна система (схемата не е в мащаб)



- r_p – разстояние до периастръта на неутронната звезда
- r_a – разстояние до апоастъра на неутронната звезда
- R_d – радиус на околозвездния диск на Ве звездата
- R_* – радиус на Ве звездата

Схематично представяне на Ве рентгенова двойна звезда. Основните компоненти и разстояния са дадени на фигурата

съответно да „изплува“ под него (в случая на наклонена орбита). Така неутронната звезда захваща голямо количество вещество от околзвездния диск на Ве звездата. Захванатото количество вещество пада на повърхността на неутронната звезда. Процесът се нарича *акреция* и води до силно повишаване на блясъка на системата и генериране на ярко избухване в рентгеновия диапазон. Ето я и причината в името на този тип двойни системи да участва и думичката „рентгенови“. Акрецията на вещество е един много ефективен процес. Приблизителното количество енергия, което се отделя при акреция на вещество върху неутронна звезда, е три милиона киловатчаса на грам! За сравнение, при термоядрена реакция на сливане на водородни ядра отделената енергия е 15 пъти по-малко (160 000 киловатчаса на грам).

LS I +61°303 излиза на сцената

Името LS I +61°303 е означението на звездата в първото издание на каталога на ярките звезди в северната небесна полусфера, описан в публикацията *Hamburger Sternw., Warner & Swasey Obs.*, 1 през 1959 г. Буквите LS идват от английското *Luminous* (*ярък*), римската цифра I показва, че става дума за първо издание на каталога, цифрите 61°303 представляват едната от небесните координати на звездата (т.нар. *деклинация*), а знакът + показва, че обектът се намира в северната небесна полусфера.

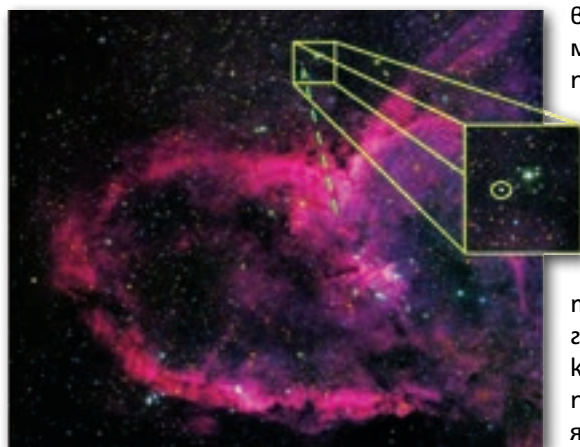
LS I +61°303 привлича вниманието на астрономите през 1978 г., когато са наблюдавани циклични избухвания в радиодиапазона (най-ниско енергетичната част на електромагнитния спектър) с променлива амплитуда и период 26.5 дни. Звездата получава означение V615 Casiopeae по Генералния каталог на променливите звезди (GCVS). Последващите наблюдения разкриват, че 26.5-дневната променливост се дължи на движението на компактен обект по силно изтеглена елиптична орбита около масивна звезда. LS I +61°303 е Ве рентгенова двойна звезда от 10.8 звездна

величина (100 пъти по-слаба от звездите, които можем да наблюдаваме с просто око) намираща се в съзвездието Касиопея, на разстояние 7500 светлинни години. Двойната система се състои от Ве звезда с маса 12.5 слънчеви маси и радиус 6.7 слънчеви радиуса (1 слънчев радиус ~ 696 000 km) и компактен обект, чиято природа все още остава мистерия. Най-вероятно той е неутронна звезда със силно магнитно поле, но някои изследвания сочат, че може и да е черна дупка. Компактният обект взаимодейства с околзвездния диск на Ве звездата, което оказва влияние на голям брой физически параметри на системата и води до периодични избухвания на всеки орбитален цикъл.

Силна орбитална модулация (променливост, свързана с орбиталния период) на физическите параметри се наблюдава практически в целия електромагнитен спектър: от *радиовълните*, през *оптичния диапазон до рентгеновите и гама-лъчите*. В допълнение с 26.5-дневния орбитален период, по радионаблюдения е детектиран и надорбитален (годишен) период от 4.4 години. Най-вероятната причина за тази периодичност е комбинация от евентуална прецесия на Ве звездата (подобно на прецесионното движение на Земята) и променливия темп, с който звездата губи маса (явление характерно за почти всички звезди, но особено интензивно за масивните звезди и Ве звезди).

LS I +61°303: Формиране и еволюция

Според теорията на звездната еволюция Ве рентгеновите двойни звезди се раждат в двойни системи от две горещи O или B звезди (припомнете си класовете O-B-A-F...). LS I +61°303 се е формирала в разсеяния звезден куп IC 1805 от две звезди със съответно 15 и 10 слънчеви маси. Предвид големите маси на звездите, гравитационната сила и приливните ефекти са толкова големи, че орбитите на звездите около общия гравитационен център са станали кръгови. Понеже едната звезда е с по-голяма маса, тя еволюира по-бързо, изгаряйки



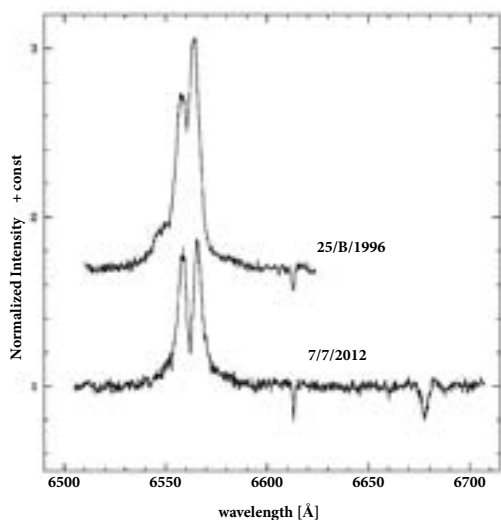
Купът IC 1805 Heart Nebula (Мъглявината сърце) – родното място на LS I +61°303. С жълто е отбелязано положението на LS I +61°303, а със зелена стрелка – мястото, от което звездата е изхвърлена при избухването на свръхнова

водорода си с по-големи темпове. Образова се плътното хелиево ядро, заобиколено от външни разширяващи се слоеве. Когато тези разширяващи се слоеве достигнат т.нар. *контактна повърхност на Рош* (специфична повърхност при тесните двойни системи, заграждаща определен обем около всяка една от компонентите), се инициира процес на пренос на вещество към по-малко масивната звезда. Този процес спира, когато по-голяма част от веществото на по-масивната звезда е прехвърлена към по-малко масивната. Така, докато масата на масивната звезда намалява, масата на втората (по-малко масивната) се увеличава. Преносът на маса води и до пренос на ъглов момент (момент на импулса), който ускорява въртенето на звездата с по-малка маса. Външната ѝ обвивка добива скорост близка до критичната (над която звездното вещество ще се разлети в пространството) и в екваториалната ѝ равнина се формира околозвезден диск. Погледната сега, звездната двойка представлява една масивна Ве звезда (първоначалната звезда с по-малка маса) и една т.нар. *Волф-Райе звезда*, която предста-

вява хелиевото ядро на първоначално по-масивната звезда. Преносът на вещество продължава около 10 000 години, което е сравнително кратък период в астрономическа времева скала. Последвалата еволюция на Волф-Райе звездата води до избухването ѝ като свръхнова тип II и формиране на компактен обект в резултат от експлозията. Избухването се е случило преди около 1.7 милиона години и звездата е била изхвърлена от купна IC 1805. При избухвания на свръхнови, поради несиметричността на експлозията е възможно разпадане на двойната система, но в случая на LS I +61°303 системата е останала гравитационно свързана, като гравитационният център се е преместил практически в Ве звездата, а компактният обект е започнал да обикаля около нея по силно сплесната елипса, преминавайки периодично през околозвезден ѝ диск на всеки 26.5 денонощия.

Българският отпечатък

Нашият интерес към LS I +61°303 се заради в далечната 1991 г. Тогава двуметровият телескоп на Националната, астрономическа обсерватория Рожен работеше с фотографски плаки и можеше да получава спектри на звезди до около 9.5 звездна величина. Предвид звездната величина от около 10.8, LS I +61°303 остана извън обхвата на телескопа. През 1992 г. беше въведена в експлоатация CCD камера, която позволи да се получават спектри на по-слаби звезди. Така успяхме да получим първия спектър на LS I +61°303 в областта на червената линия на водорода – H α . Тази линия е на дължина на вълната 6563 Å (1 Å = 10⁻¹⁰ m) и понеже се формира в околозвезден диск на Ве звездата, има характерния двупиков M-образен емисионен профил. Регулярни спектрални наблюдения на LS I +61°303 се провеждат на Рожен вече повече от 20 години. Целта на тези наблюдения е да се изследват физическите параметри на околозвезден диск на Ве звездата, промяната в неговия размер



Спектри в областта на червената емисионна линия $H\alpha$ на LS I +61°303, получени със спектрографа на 2-т телескоп на Националната астрономическа обсерватория Рожен. Забележете как се променя профилът на линията

и влиянието на компактният обект върху структурата му.

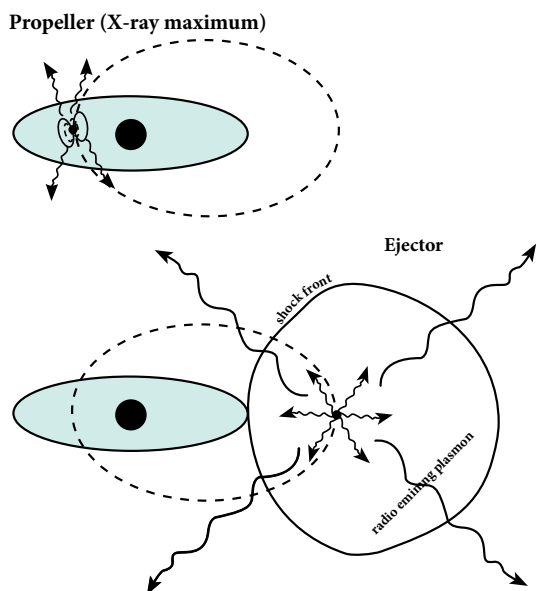
Промениливост на диска на Ве звездата

Получените досега спектри покриват близо 250 орбитални периода на двойната система. Това ни позволява прецизно да проследим промяната в характерни параметри на линията $H\alpha$ и да оценим влиянието на орбиталния 26.5-дневен и надорбиталния 4.4-годишен период върху тези параметри. По проведените измервания беше получена оценка за проекцията на скоростта на въртене на звездата $v = 371 \pm 8$ km/s и наклона на орбитата спрямо лъча на зрение $i \approx 70^\circ$. Проведените периодограмни анализи (методи за търсене на периодичности) на данните потвърдиха съществуването на 26.5-дневния и 4.4-годишния период. За Ве звездите е известна характерна връзка на разстоянието между двата пика на линията $H\alpha$ и радиуса на околозвездния диск. По този начин установихме, че радиусът на диска варира

от 15 до 56 слънчеви радиуса. Вариацията в размера на диска най-вероятно се дължи на т.нар. *резонанси* между движението на веществото в диска и орбиталното движение на неутронната звезда. Тези резонанси влияят силно на радиуса на диска, като го ограничават до определено разстояние от повърхността на звездата. В случая на LS I +61°303 ограничаването (приливното срязване) на диска е при резонанс 6:1 (т.е. срязването настъпва на разстояние от неутронната звезда, където орбиталният период на веществото в диска е 6 пъти по-голям от орбиталния период на самата неутронна звезда около Ве звездата).

Как излъчва LS I +61°303

Друга цел на нашето изследване бе да определим дали потокът на гама излъчването, излъчването в честотата на линията $H\alpha$ и потокът във филтър V (обхващащ зелената част на спектъра) са свързани по някакъв начин. За целта, освен наблюденията от НАО Рожен, използвахме и данни от Fermi Gamma Ray Space Telescope, радиотелескопа Green Bank в Западна Вирджиния (USA) и данни от литературата. Проведените статистически тестове показаха, че орбиталната модулация на синята част на линията $H\alpha$ (нивото на левият пик) корелира силно с гама излъчването на LS I +61°303 (получено от сателита Fermi-LAT). Освен това намерихме силна връзка и между отношението на интензитетите на двата пика и гама излъчването на системата. Тези резултати показват, че излъчването в червената водородна линия $H\alpha$ и излъчването на гама лъчи са тясно свързани и зависят едно от друго. От друга страна, потокът във филтър V се оказва антикорелиран с потока на гама лъчението. Т.е. когато излъчването в зелените лъчи е максимално, продукцията на гама лъчение е минимално, и обратно. Този факт е особено интересен и би могъл да бъде основна характеристика при тази двойна система.



Схематично представяне на модела ежектор – пропелер

LS I +61°303 и моделът „Ежектор-Пропелер“

Една неутронна звезда и нейното магнитно поле могат да взаимодействат по различен начин с околното вещество, идващо от съседната звезда. В двойни звездни системи неутронната звезда може да работи в различни режими – *ежектор*, *пропелер*, *акретор*, *георотатор* или *магнетар*. Тук ще направим кратко описание на тези режими:

Ежектор – ако неутронната звезда се върти бързо, свързаното с нея магнитно поле също се върти бързо. Последното генерира т.нар *релативистки вятър* – изтичане на вещество със скорост близка до светлинната. Този релативистки вятър изтласква веществото, изтичащо от нормалната звезда. Така около неутронната звезда се формира празнина (*каверна*), която има формата на комет-

на опашка и съдържа частици, движещи се със скорости, близки до светлинната, (релативистки частици) и електромагнитно лъчение.

Пропелер – в този режим веществото, привлечено от гравитацията, започва да пада към неутронната звезда. На определено разстояние това вещество се спира от налягането на магнитното поле. Бързото въртене се магнитно поле действа като вентилаторна перка, която разпилява веществото откъд неутронната звезда. Този режим се нарича още акреция (падане на вещество) върху магнитосферата на неутронната звезда.

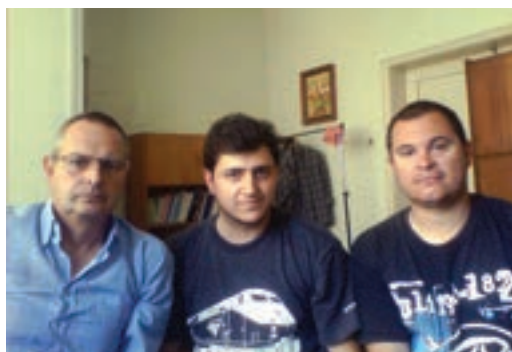
Акретор – когато количеството захванато от гравитацията вещество е достатъчно голямо, то упражнява силен натиск върху магнитосферата и я свива. Веществото се захваща от силовите линии на магнитното поле и пада на повърхността на неутронната звезда.

Георотатор – ако неутронната звезда се върти бавно, свързаното с нея магнитно поле също се върти бавно. Ако налягането на околното вещество е слабо, се получава обтичане на магнитното поле на неутронната звезда от вятъра (веществото, което изтича) на нормалната звезда. Конфигурацията е подобна на обтичането на земната магнитосфера от слънчевия вятър (поток вещество, изтичащо от Слънцето).

Магнетар – в случаите, когато магнитното поле на неутронната звезда е екстремално силно, то обгръща донора на вещество (нормалната звезда) и контролира изцяло движението на веществото. Такъв случай се реализира при звездите от тип AM Her – тип магнитни катаклизмични променливи звезди (също двойни звездни системи), известни с името – *поляри*.

За нашия герой – LS I +61°303, се установи, че вероятно е налице превключване от режима *ежектор* – когато неутронната звезда е далеч от Ве звездата, към ре-

Екип от астрономи, ръководен от **проф. г.ф.н. Радослав Заманов** от Института по астрономия с Национална астрономическа обсерватория към БАН, се занимава с изследвания на двойни звезди и по-специално с т.нар. симбиотични, катаклизмични и рентгенови двойни. В този брой те представят едно от техните изследвания, посветено на двойната звезда LS I +61°303 и публикувано през 2013 г. в престижното астрономическо научно списание *Astronomy&Astrophysics*.



От ляво надясно: **проф. г.ф.н. Радослав Заманов**, **Георги Латеv** – докторант, **глас. г-р Кирил Стоянов**

жим *пропелер*, когато неутронната звезда се приближава към Ве звездата. Този модел обясни наблюдавания факт, че максималното излъчване в рентгеновия диапазон настъпва преди радиомаксимума (максимумът на лъчението в радиодиапазона). Моделът предполага, че компактният обект (най-вероятно неутронна звезда) при LS I +61°303 трябва да се върти с период 0.2 секунди.

За финал

LS I +61°303 е един изключително интересен обект във Вселената. Неговото изследване започва преди повече от 35 години и продължава и досега. Все още остава открит въпросът за това дали компактният обект, който обикаля около Ве звездата, е същинска неутронна звезда, или си имаме работа с нещо още по-екзотично за съвременната астрофизика тяло –

черна дупка. Интересно е да отбележим, че параметрите на системата, които наблюдаваме днес, действително са тези отпреди 7500 години. Това е така, понеже разстоянието до LS I +61°303 е 7500 светлинни години и светлината, която наблюдаваме днес и която подлагаме на инквизиция, пропускайки я през процепи, призми, огледала, дифракционни решетки и камери, е тази излъчена от звездата преди около 7500 години. От гледна точка на това, че човешкият живот продължава най-много 10^2 години, изследвания като тези изглеждат по-скоро екзотични и не толкова практични за обществото. Но не трябва да има и най-малко съмнение, че именно астрономическите знания, изследвания и наблюдения един ден ще осигурят бъдещето на цялото човечество. Бъдеще извън люлката на нашата цивилизация – Земята. ■