

СПРАВКА ЗА ПРИНОСИТЕ ПО ТЕМАТА НА КОНКУРСА

Спектралните изследвания на двойни звезди с компактен обект, представляват едно от най-динамичните и значими направления в съвременната астрофизика. Тези обекти са естествени лаборатории за изучаване на физични процеси при екстремни условия - силни магнитни полета, акреция и обмен на вещество, и сложни взаимодействия между компонентите. Особено важни сред тях са масивните рентгенови двойни системи, симбиотичните звезди и класическите и повторните нови.

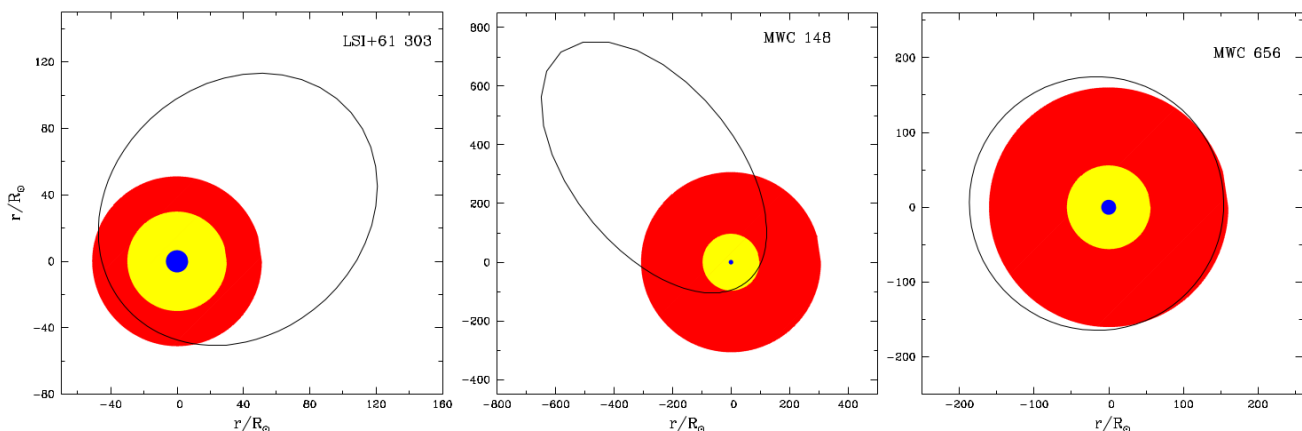
Тези изследвания позволяват да се установят физичните характеристики, структурата и еволюцията на тези системи чрез спектрални наблюдения в оптичния диапазон. Спектралните наблюдения предоставят ключова информация за параметрите на звездните компоненти, кинематиката на обкръжаващата среда, механизмите на акреция и загуба на маса, както и за проявите на взаимодействие между нормалната звезда и компактният обект - бяло джудже, неутронна звезда или черна дупка.

1. Масивни рентгенови двойни звезди

1.1 По спектрални наблюдения с висока разделителна способност със спектрографа ESPERO на 2м телескоп в НАО Рожен са определени размерите на околозвездните дискове и е извършено сравнение между размера на диска и орбиталната геометрия на три масивни рентгенови и гамма двойни звезди - LSI +61 303, MWC 148 и MWC 656. Доказано е различното взаимодействие между компактният обект и околозвездният диск в трите системи:

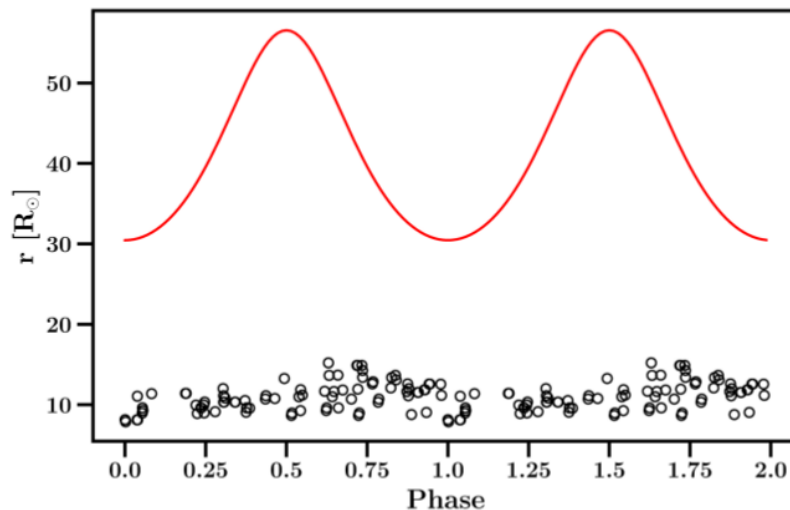
- при LSI +61 303 компактният обект пресича външните части на диска;
- при MWC 148 прониква дълбоко в диска по време на периастръра;
- при MWC 656 компактният обект акретира вещество от външните части на диска през цялата орбита.

Установено е наличие на резонансно ограничаване (disc truncation) на околозвездните дискове, като е показано, че характерните размери на дисковете се групират около определени резонансни радиуси, определяни от орбиталното движение на компактният компонент. Определени са междузвездните поглъщания към трите системи чрез анализ на дифузните междузвездни ивици (DIBs) и линията KI $\lambda 7699$, като са получени нови оценки на $E(B-V)$. (Zamanov, R. K., Stoyanov, K. A., Marti, J., Latev, G. Y., Nikolov, Y. M., Bode, M. F., Luque-Escamilla, P. L.: 2016, A&A 593, 97 - *Optical spectroscopy of Be/gamma-ray binaries*)



Орбитите на компактните обекти и размерите на околозвездните дискове в LSI +61 303, MWC 148 и MWC 656 съответно.

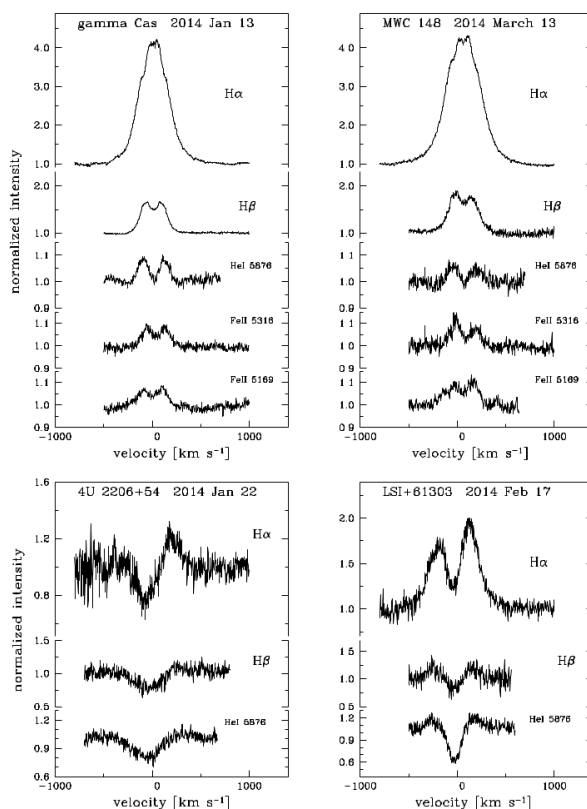
1.2 Използвайки спектри от 2м телескоп в НАО Рожен е изследвана дълговременната променливост на H α линията в рентгеновата двойна система 4U 2206+54, като е установена променливост на параметрите на емисионната линия без наличие на статистически значими орбитални или суперорбитални периодичности, което показва сложен характер на взаимодействието между компактния обект и околос звездната среда. Определени са размерите на околос звездния диск, излъчващ в H α , и неговото отношение към орбитата на неутронната звезда. Показано, че радиусът на диска (7.9 - 15.2 R $\odot$) остава по-малък от разстоянието до компактния обект. Това обяснява отсъствието на класически рентгенови избухвания и особеностите на акрецията в системата. Получените резултати са нови наблюдателни доказателства за съществуването на малък околос звезден диск около масивния компонент, въпреки че системата се разглежда като кандидат за акретиращ магнетар. Според резултатите основната акреция протича чрез звездния вятър, а приносът на диска е ограничен до периодите на максималното му разширение. (Stoyanov, K. A., Moiseev, M., Nikolov, Y. M., Zamanov, R. K., Latev, G. Y., Izkiewicz, K., Hambaryan, V.: 2025, A&A 697, 237 - *Optical observations of the peculiar high-mass X-ray binary 4U 2206+54*)



Размерът на околос звездния диск на 4U 2206+54 (черните кръгове) спрямо разстоянието между компонентите (червената линия).

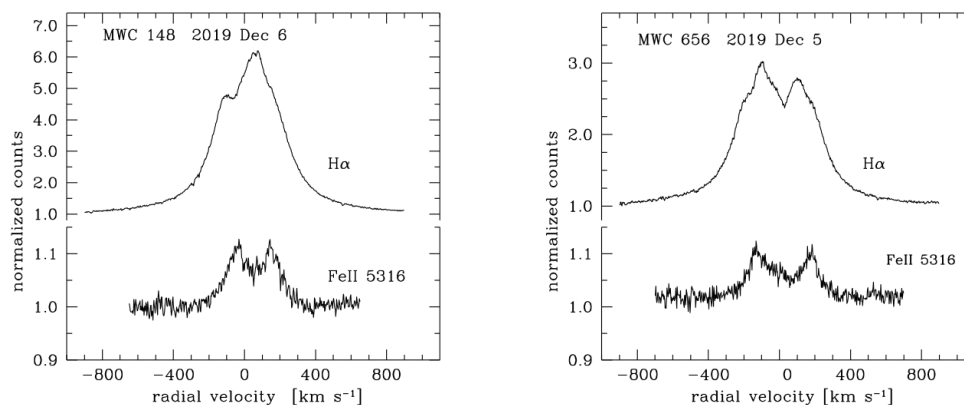
1.3 Определена е нова систематична скорост на масивната рентгенова двойна звезда 4U 2206+54 чрез спектрални наблюдения с ешелния спектрограф FLECHAS на 90cm телескоп на Университета в Йена, което осигурява надеждни входни параметри за кинематичното моделиране на системата. Установено, че 4U 2206+54 произхожда от асоциацията Ser OB1, като е определена кинематична възраст 2.8 ± 0.4 Мг. Показано е, че системата представлява runaway масивна рентгенова двойна, възникнала след избухване на Свръхнова. Оценени са параметрите на Свръхновата, довела до образуването на неутронната звезда, като е установено, че при избухването са били изхвърлени приблизително 4-9 M $\odot$, а новообразуваната неутронна звезда е получила минимален kick със скорост около 200–350 km s $^{-1}$. Определена е началната маса на прародителя на компактния обект (около ≥ 32 M $\odot$). (Hambaryan, V., Stoyanov, K. A., Mugrauer, M., Neuhauser, R., Stenglein, W., Bischoff, R., Michel, K. -U., Geymeier, M., Kurtenkov, A., Kostov, A.: 2022, MNRAS 511, 4123 - *The origin of the high-mass X-ray binary 4U 2206+54/BD+532790*)

1.4 На базата на спектрални наблюдения със спектрографа ESPERO на избрани Be/X-ray и γ -двойни системи е демонстрирана възможността за определяне на параметрите на емисионните линии и геометричните характеристики на околосвездните дискове. Определени са размерите на околосвездните дискове на системите γ Cas, MWC 148, LS I +61 303 и 4U 2206+54 чрез анализ на емисионните линии H α , H β , H γ , He I и Fe II. (**45. Zamanov, R., Stoyanov, K., Marti, J.: 2016, BlgAJ 24, 40 - *Circumstellar discs in X/gamma-ray binaries: first results from the Echelle spectrograph***)



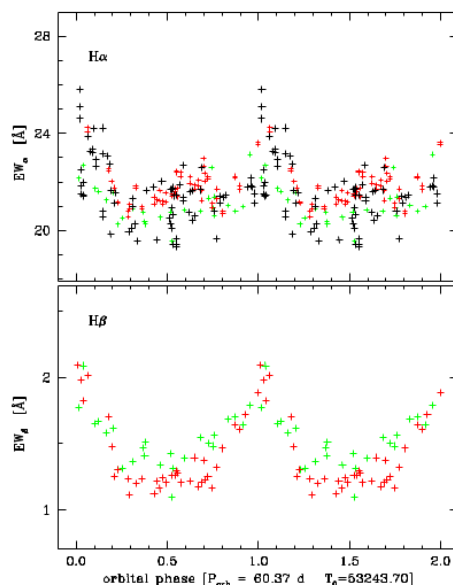
Профили на емисионните линии на наблюдаваните рентгенови и гамма двойни звезди.

1.5 Използван е подход, съчетаващ спектроскопия и фотометрия от мисията TESS за определяне на фундаменталните параметри на Be звездите в γ -двойните системи MWC 148 и MWC 656. Методиката използва спектралните характеристики на линиите H α и Fe II заедно с фотометричната периодичност. Определени са периода на въртене, радиусът, проекцията на скоростта на въртене и наклонът на оста на въртене на донорите в двете системи. (**Zamanov, R. K., Stoyanov, K. A., Martí, J., Marchev, V. D., Nikolov, Y. M.: 2021, AN 342, 531 - *Radius, rotational period, and inclination of the Be stars in the Be/gamma-ray binaries MWC 148 and MWC 656***)



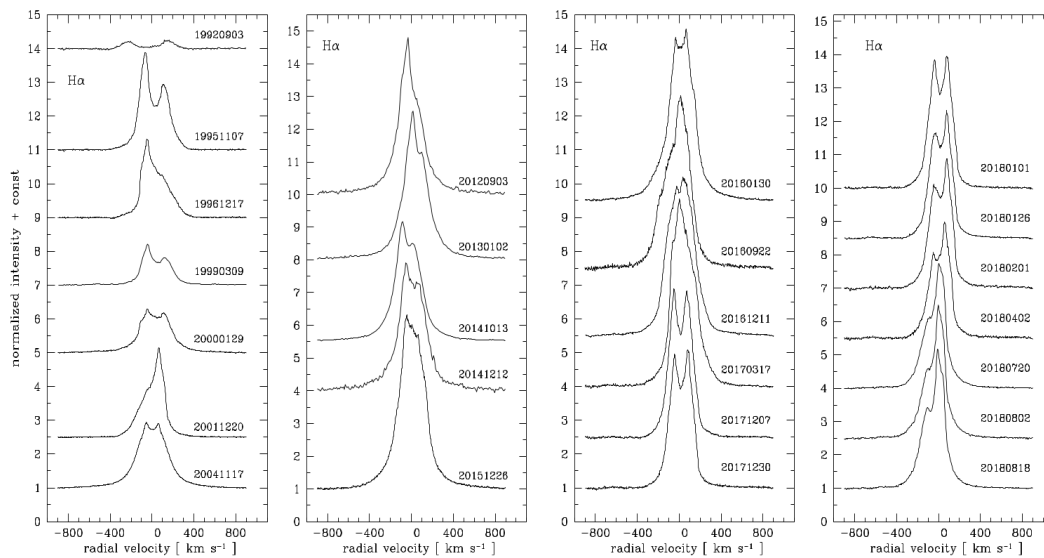
Профилите на емисинните линии H α и Fe II на MWC 148 и MWC 656 съответно.

1.6 На базата на спектрални наблюдения на системата MWC 656 е проведен детайлен анализ на емисионните линии H α , H β и Fe II, чрез който са определени промените в параметрите на околозвездния диск на Ве звездата. Доказано е, че общата структура и плътността на околозвездния диск в MWC 656 практически не се различават от тези на класическите Ве звезди, въпреки наличието на компактен обект. Установено, че параметрите на емисионните линии се модулират с орбиталния период 60.4 ± 0.4 дни, като максимумите на еквивалентните ширини настъпват около периастръра. Това демонстрира прякото влияние на орбиталното движение на компактия върху околозвездния диск. Показано е, че при преминаването на компактия обект през периастръра размерът на околозвездния диск периодично нараства, а целият диск извършва пулсации с относителна амплитуда приблизително 10–20 %, предизвикани от гравитационното влияние на компактия обект. Това представлява нов наблюдателен резултат за взаимодействието между компактен обект и околозвезден диск. Определени са размерите на областите, в които се формират емисиите H α , H β и Fe II, както и тяхната орбитална еволюция, което позволява да бъде изграден модел на структурата и динамиката на околозвездния диск в системата. (Zamanov, R. K., Stoyanov, K. A., Marchev, D., Tomov, N. A., Wolter, U., Bode, M. F., Nikolov, Y. M., Stefanov, S. Y., Kurtenkov, A., Latev, G. Y.: 2022, AN 343, e24019 - *Optical spectroscopy of the Be/black hole binary MWC 656 - interaction of a black hole with a circumstellar disc*)



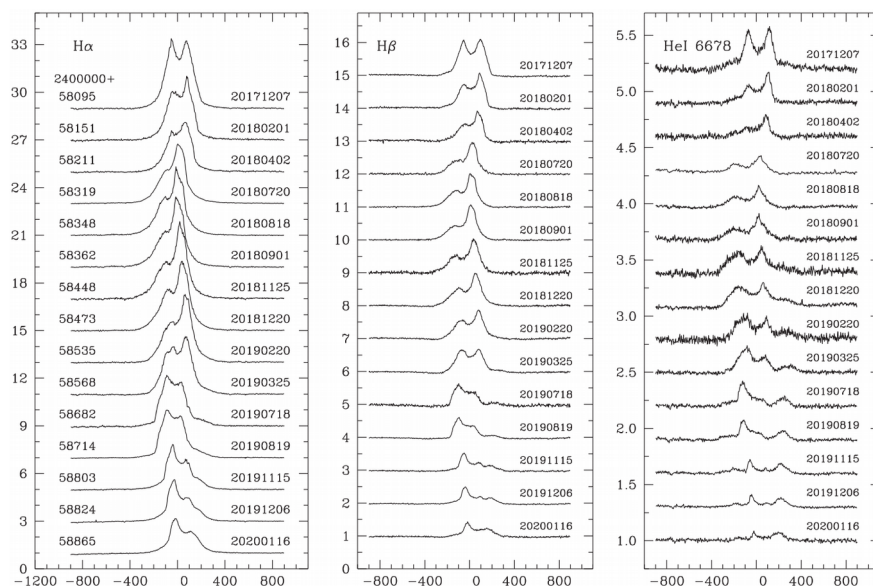
Орбитална модулация на еквивалентните ширини на емисионните линии H α и H β в MWC 656.

1.7 На базата на дълговременно спектрално изследване на системата X Per с помощта на 2м телескоп в НАО Рожен и 1.2м телескоп TIGRE в обсерваторията Ла Луз, Мексико през периода 1999–2018 г., е проследена еволюцията на околозвездния диск и връзката му с рентгеновата активност на системата. За първи път е определена скоростта на разширяване на околозвездния диск на X Per - $0.4\text{--}0.7 \text{ km s}^{-1}$. Установено е, че размерът на околозвездния диск се определя от орбитални резонанси (10:1, 3:1 и 2:1), което представлява наблюдателно доказателство за резонансното ограничаване (disk truncation) на диска от компактният компонент в системата. Показано е, че максималният размер на околозвездния диск е по-голям от радиуса на повърхнината на Рош на донора, но остава по-малък от разстоянието до неутронната звезда при периастр, което обяснява отсъствието на класически периодични рентгенови избухвания в X Per. Установена е статистически значима корелация между еквивалентната ширина на емисионната линия H α и рентгеновия поток, което най-вероятно се дължи на механизма на акреция. (Zamanov, R., Stoyanov, K. A., Petrov, N., Nikolov, Y., Marchev, D., Wolter, U.: 2018, *ATel 11373, 1 - X Persei - correlation between H-alpha and X-ray variability*)



Промяна на емисионната линия H α на X Per за периода 1992 – 2018 г.

1.8 По спектрални наблюдения на емисионните линии H α , H β и He I 6678 с 2м телескоп в НАО Рожен и 1.2м телескоп TIGRE е установено наблюдателно наличието на ексцентрична вълна в околозвездния диск на Ве рентгеновата двойна звезда X Per. Проследено е развитието на ексцентричната вълна, като е показано, че тя възниква във вътрешните области на диска и постепенно се разпространява към външните му части. Определени са основните физични параметри на ексцентричната вълна - скорост на разпространение и ексцентрицитет. Показано е, че появата на ексцентричната вълна е свързана с промени в асиметрията (V/R) на емисионните линии, като анализът разкрива различното поведение на вътрешните и външните части на околозвездния диск. Предложена е физическа интерпретация на механизма за възникване на ексцентричната вълна, свързана с приливното въздействие на неутронната звезда при преминаване през периастра и последващо развитие на глобална несиметрична структура в диска. Показано е, че ексцентричната вълна представлява локално динамично смущение, което не променя съществено глобалната структура на околозвездния диск, а се разпространява върху вече съществуващия околозвезден диск. (Zamanov, R. K., Stoyanov, K. A., Wolter, U., Marchev, D., Tomov, N. A., Bode, M. F., Nikolov, Y. M., Marchev, V., Iliev, L., Stateva, I. K.: 2020, *MNRAS 499, 3650 - An eccentric wave in the circumstellar disc of the Be/X-ray binary X Persei*)

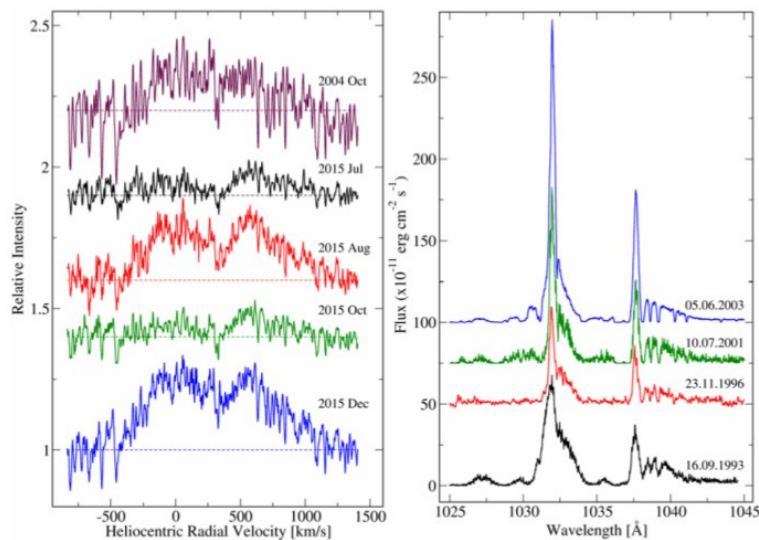


Еволюция на емисионните линии H α , H β , and He I 6678 в спектъра на X Per.

Бъдещите научни изследвания в изследването на масивни рентгенови звезди ще бъдат насочени към разширяване на спектралните изследвания чрез дългосрочен мониторинг с и комбиниране на оптически и рентгенови наблюдения. Основен акцент ще бъде поставен върху физическите процеси, определящи взаимодействието между компакния компонент и околозвездния диск, както и върху ролята на тези процеси за формирането на излъчване с високи енергии. Предвижда се продължаване на систематичните спектрални наблюдения на добре изучени Ве рентгенови и γ -двойни системи като LS I +61°303, X Per, MWC 656, MWC 148 и други, с цел проследяване на дълговременната еволюция на околозвездните дискове, тяхната динамика и връзката им с процесите на акреция. Паралелно с това ще бъдат включени и по-слабо изследвани системи като MWC 1023, V420 Aur, V725 Tau и други, за които все още липсват достатъчно спектрални данни. Особен интерес представляват и екзотичните системи с необичайна еволюция и конфигурация, включително 4U 1954+319 (червен свръхгигант и бяло джудже), както и двойни системи, състоящи се от масивна и гореща звезда и субджудже. Изследването на тези обекти ще позволи по-добро разбиране на крайните етапи от еволюцията на масивните двойни системи и процесите, водещи до образуването на компактни обекти. Основна научна задача ще бъде изясняването на механизмите на взаимодействие между компакния обект и околозвездния диск, които определят характера на акрецията и генерирането на рентгеново и гама-излъчване. Особено внимание ще бъде отделено на определянето на геометрията, размера и еволюцията на околозвездните дискове, на тяхното резонансно ограничаване от компакния компонент и на влиянието на орбиталните параметри върху процесите на обмен на маса. Ще бъдат продължени изследванията върху динамиката на околозвездните дискове, включително търсенето на глобални несиметрични структури, ексцентрични вълни и периодични пулсации, подобни на установените в системите X Per и MWC 656, както и влиянието им върху акреционните процеси. Разширяването на тези изследвания към по-голям брой системи ще позволи да се оцени доколко подобни явления са универсална характеристика на Ве рентгеновите двойни звезди.

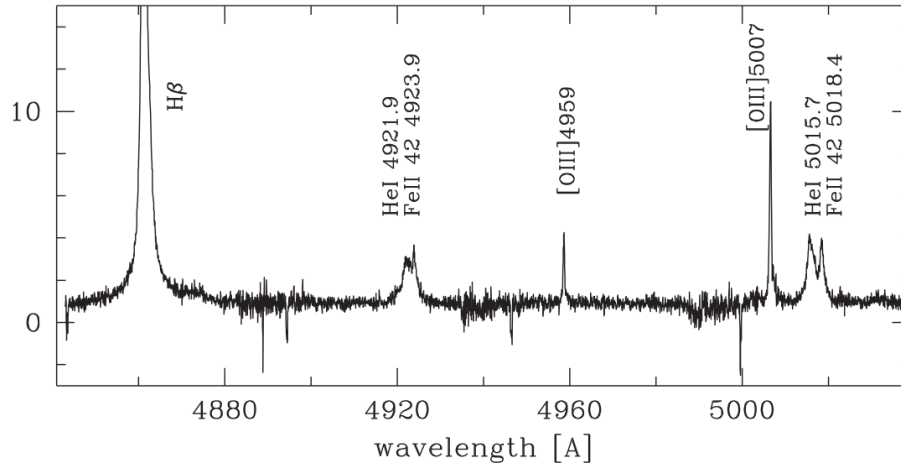
2. Симбиотични звезди

2.1 По наблюдения със спектрографа ESPERO на 2м телескоп в НАО Рожен, както и спектри от базати данни на ESO и Asiago, е извършено спектрално изследване на избухването на симбиотичната звезда AG Peg през 2015 г. Проследена е еволюцията на основните емисионни линии. Разгледана е еволюцията на физичните параметри на горещия компонент (температура, светимост и радиус) по време на избухването чрез диагностика на емисионни линии, като е показано разширяване на фотосферата на бялото джудже при почти постоянна светимост. Установено е, че няма плътен звезден вятър с висока скорост от горещия компонент, характерен за по-ранните етапи от еволюцията на AG Peg, което подкрепя сценария за възобновяване на акрецията от вятъра на червения гигант след приключване на фазата на симбиотична нова. Изследвана е променливостта на рамановата линия O VI $\lambda 6825$, като е показано, че нейното поведение следва това, наблюдавано при класическите симбиотични системи Z And и AG Dra, което представлява силен критерий за характера на избухването. Резултатите показват, че AG Peg е преминала от стадий на симбиотична нова към класическа симбиотична звезда от тип Z And. (Tomov, T. V., Stoyanov, K. A., Zamanov, R. K.: 2016, MNRAS 462, 4435 - *AG Pegasi - now a classical symbiotic star in outburst?*)



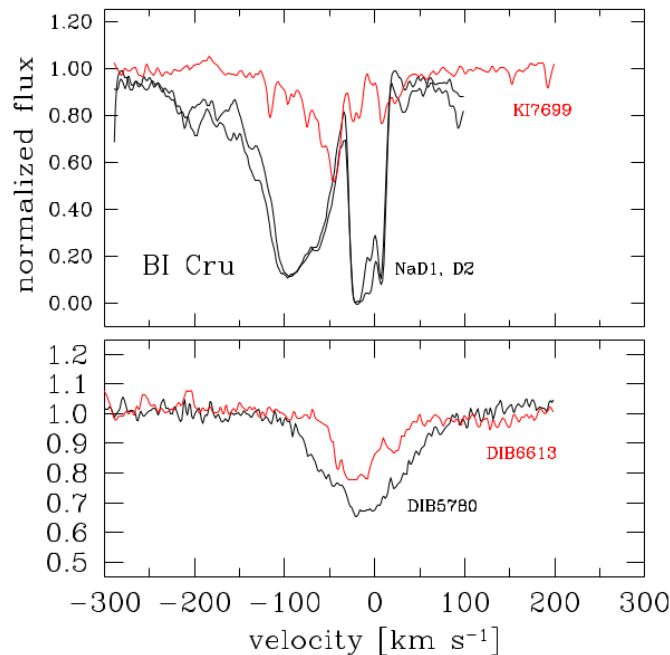
Еволюция на рамановата линия O VI 6825 Å и на емисионните ултравиолетови линии O VI 1032 Å и 1038 Å в спектъра на AG Peg.

2.2 По спектрални наблюдения със спектрографа HRS на 10м телескоп SALT в Южна Африка, и рентгенови и ултравиолетови наблюдения със сателита Swift на D-тип симбиотичната система EF Aql са определени основните физични характеристики на горещия компонент и на звездата донор. Определени са температурата ($\sim 55\,000$ K) и светимостта ($\sim 5.3 L_{\odot}$) на бялото джудже, като е показано, че той принадлежи към групата на симбиотичните системи с ниска акреционна светимост. Получени са доказателства за йонизационно-зависима стратификация на EF Aql, установена чрез анализа на радиалните скорости на спектралните линии с различен потенциал на йонизация, което разкрива сложната структура на околос звездната среда в която се формират тези линии. Анализа на оптичните, ултравиолетовите и рентгеновите наблюдения показва, че EF Aql представлява симбиотична система, захранвана от акреция без стационарно термоядрено горене върху повърхността на бялото джудже. (Stoyanov, K. A., Iłkiewicz, K., Luna, G. J. M., Mikołajewska, J., Mukai, K., Martí, J., Latev, G., Boeva, S., Zamanov, R. K.: 2020, MNRAS 495, 1461 - *Optical spectroscopy and X-ray observations of the D-type symbiotic star EF Aql*)



Богатият на емисионни линии спектър на EF Aql в частта около линията H β .

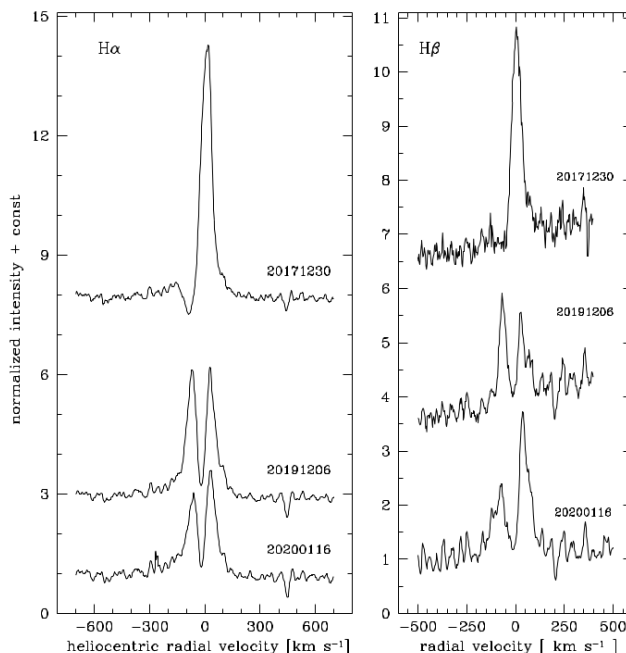
2.3 На базата на ешелни спектри от 2м телескоп в НАО Рожен и 2.2м телескоп в Ла Силя, Чили е приложена методика за определяне на междузвездното поглъщане към Ве рентгенови двойни и симбиотични двойни звезди чрез анализ на дифузните междузвездни ивици (DIB λ 5780, λ 5797 и λ 6613) и междузвездните абсорбционни линии, като са получени нови хомогенни оценки на екстинкцията, използвани при определяне на физичните параметри на изследваните системи. (Nikolov, Y. M., Zamanov, R. K., Stoyanov, K. A., Marti, J.: 2017, BlgAJ 27, 10 - *Interstellar extinction toward Be/X-ray binary stars*; Zamanov, R. K., Marchev, V. D., Stoyanov, K. A.: 2021, BlgAJ 34, 3 - *Interstellar extinction toward symbiotic stars*)



Линиите на NaD1 и D2, KI7699, DIB 6613, DIB 5780 в спектъра на симбиотичната звезда BI Cru.

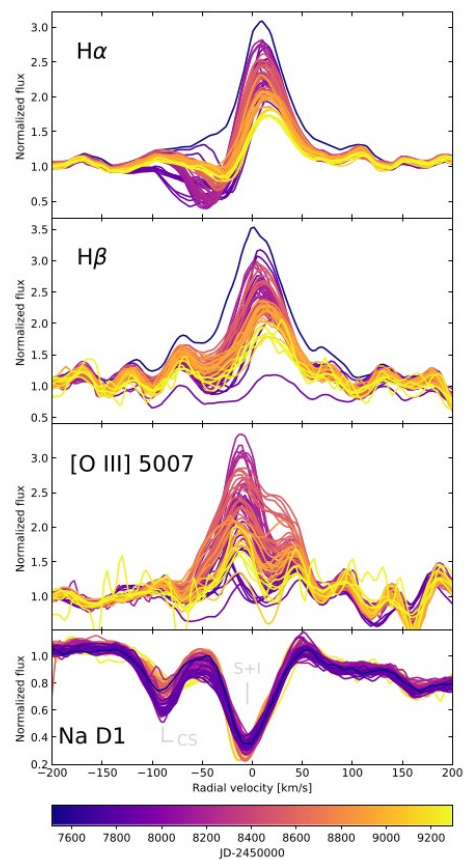
2.4 Чрез анализ на линиите H α и H β в спектъра на симбиотичната звезда ZZ CMi са получени доказателства за епизодично изтичане на вещество със скорости около 120-150 km s $^{-1}$, установено чрез наблюдение на P Cyg профил на H α линията. Установени са спектрални

прилики между ZZ CMi, повторната нова T CrB и симбиотичната система MWC 560, което позволява да се предложи, че ZZ CMi вероятно прилича на активна симбиотична звезда. (Zamanov, R. K., Stoyanov, K. A., Kostov, A., Kurtenkov, A., Nikolov, G., Latev, G., Bode, M. F., Martí, J., Luque-Escamilla, P. L., Tomov, N., Nikolov, Y. M., Boeva, S. S.: 2021, AN 342, 952 - *The symbiotic binary ZZ CMi: Intranight variability and suggested outbursting nature*)



Променливост на емисионните линии H α и H β в спектъра на симбиотичната звезда ZZ CMi.

2.5 По спектрални данни от базата данни ARAS е проследена еволюцията на емисионния спектър на симбиотичната система SU Lyn, като е установено, че системата преминава между състояние с типични спектрални признаци на класическа симбиотична звезда и състояние със силно отслабени емисионни линии. Показано е, че SU Lyn представлява преходна („transient“) симбиотична система, която временно проявява характеристиките на класическа симбиотична звезда по време на епизоди на засилена акреция и висока рентгенова светимост, а впоследствие преминава към „скрито“ симбиотично състояние. Установена е сложна динамика на околосвездната среда чрез анализ на профилите на емисионните линии H α , H β и [O III], включително появата на P Cyg профили, двупикова структура на [O III] λ 5007 и променлива околосвездна абсорбция, свидетелстващи за променлива загуба на маса и нестационарно движение на веществото. На базата на спектралните наблюдения и моделирането на еволюционния статус на червения гигант е предложен еволюционен сценарий, според който SU Lyn представлява предшественик на класическите симбиотични системи, при които с еволюцията на донора се очаква значително увеличаване на обмена на вещество. (Iłkiewicz, K., Mikołajewska, J., Scaringi, S., Teyssier, F., Stoyanov, K. A., Fratta, M.: 2022, MNRAS 510, 2707 - *SU Lyn - a transient symbiotic star*)



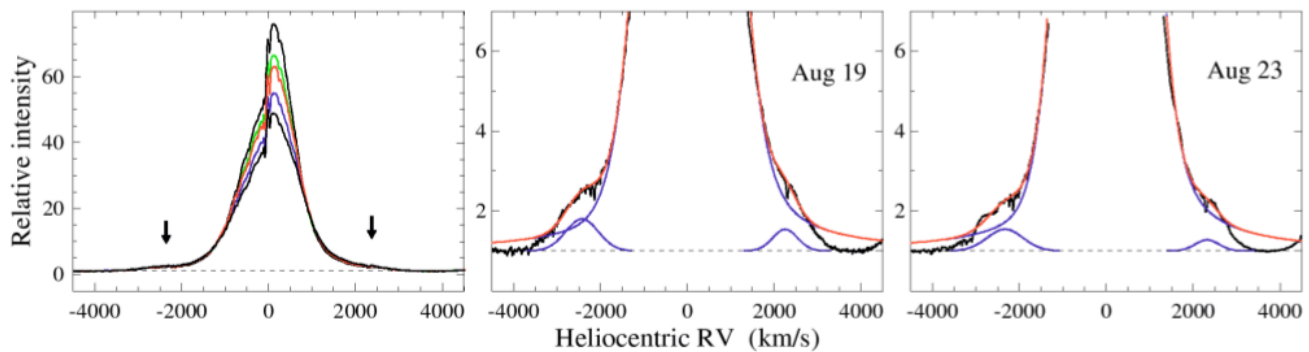
Спектрална променливост на симбиотичната звезда SU Lyn.

Спектралното изследване на симбиотични звезди е едно от традиционните и утвърдени научни направления в Института по астрономия с НАО. Натрупаният през последните десетилетия наблюдателен материал, предоставя възможност за задълбочено изследване на физичните процеси в тези сложни взаимодействащи двойни системи. Бъдещите изследвания ще бъдат насочени към систематичен спектрален мониторинг на симбиотични звезди, както в спокойно състояние, така и по време на активни фази и избухвания. Основна част от наблюденията ще се извършват със спектрографа ESPERO на 2m телескоп на НАО Рожен, който позволява получаването на данни за сравнително ярки симбиотични звезди. За по-слабите обекти ще бъдат използвани наблюдения, получени чрез международни колаборации с големи телескопи и публични архиви. Една от основните цели е потвърждаването на симбиотичната природа на нови кандидати, идентифицирани чрез фотометрични обзори и рентгенови наблюдения. Това ще се осъществява чрез спектрална диагностика на характерните емисионни линии, определяне на спектралния тип на хладния компонент и други анализи на спектрите. Ще продължат и изследванията върху акреционните процеси при симбиотичните системи, като основен акцент ще бъде поставен върху връзката между спектралната променливост, скоростта на акреция и излъчване с високи енергии. Особено внимание ще бъде отделено на дълговременните изменения на емисионните линии H α , H β , He I и He II, които предоставят информация за физическите условия в акреционния диск, звездния вятър и йонизираната околосвездна мъглявина. Особен интерес представляват системите, при които липсва стационарно термоядрено горене върху повърхността на бялото джудже, тъй като те предоставят възможност за директно изследване на физиката на акрецията и взаимодействието между звездния вятър на донора и компактният компонент. Ще продължат и изследванията на

междувездното и окол звездното поглъщане чрез анализ на дифузните междувездни ивици (DIBs) и междувездните абсорбционни линии, с цел по-прецизно определяне на фундаменталните параметри на симбиотичните системи.

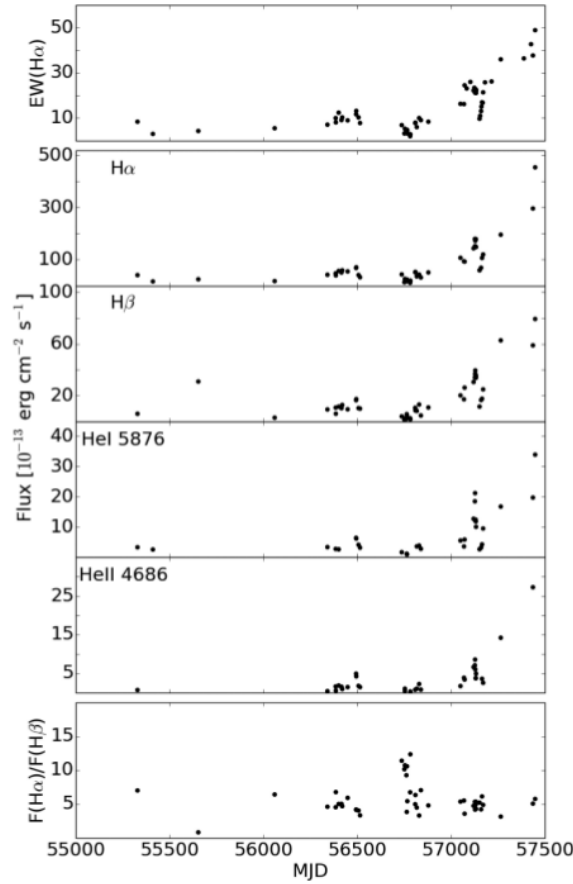
3. Нови и повторно Нови

3.1 Проведено е спектрално изследване на избухването на симбиотичната повторна нова RS Oph през 2021 г. по спектрални данни от Куде спектрографа на 2м телескоп в НАО Рожен. Определени параметрите на псевдофотосферата и окол звездната мъглявина в ранния етап на избухването. Установено е намаляване на ефективния радиус при практически постоянни температури. Чрез анализ на профила на линията H α е показано, че основната част от емисията се формира в звезден вятър с висока скорост, а слабите сателитни компоненти свидетелстват за наличие на биполарно изтичане на вещество, което потвърждава несферичния характер на изхвърлянето на маса. (Tomov, N. A., Tomova, M. T., Stoyanov, K. A., Bonev, T. R., Zamanov, R. K., Iliev, I. K., Nikolov, Y. M., Marchev, D., Bisikalo, D. V., Kaygorodov, P. V.: 2023, A&A 671, 49 - *Mass outflow from the symbiotic binary RS Oph during its 2021 outburst*)



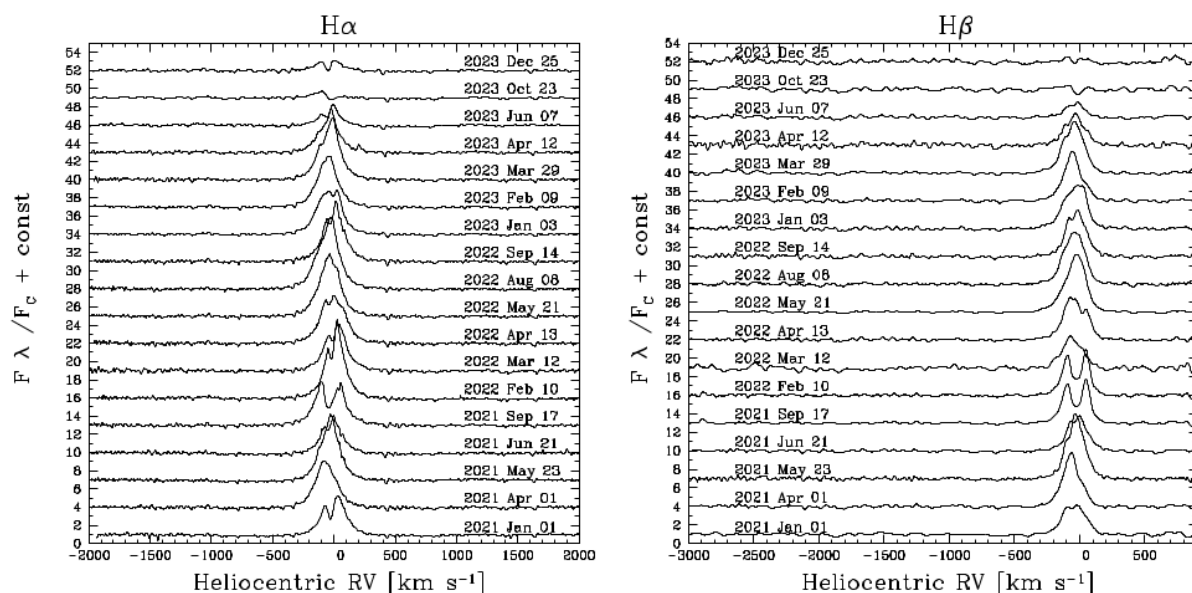
Еволюция на емисионната линия H α в спектъра на RS Oph.

3.2 Проведено е комплексно изследване на активната фаза на симбиотичната повторна нова T CrB чрез анализ на спектрални, фотометрични и рентгенови наблюдения. По спектри от базата данни ARAS е изследвана променливостта на емисионни линии в спектъра на T CrB. Доказана е корелация между потока на линиите и фотометричната активност. Предложено е обяснение на наблюдаваната спектрална променливост, свързана със самопоглъщане и други ефекти. (Iłkiewicz, K., Mikołajewska, J., Stoyanov, K., Manousakis, A., Miszański, B.: 2016, MNRAS 462, 2695 - *Active phases and flickering of a symbiotic recurrent nova T CrB*)



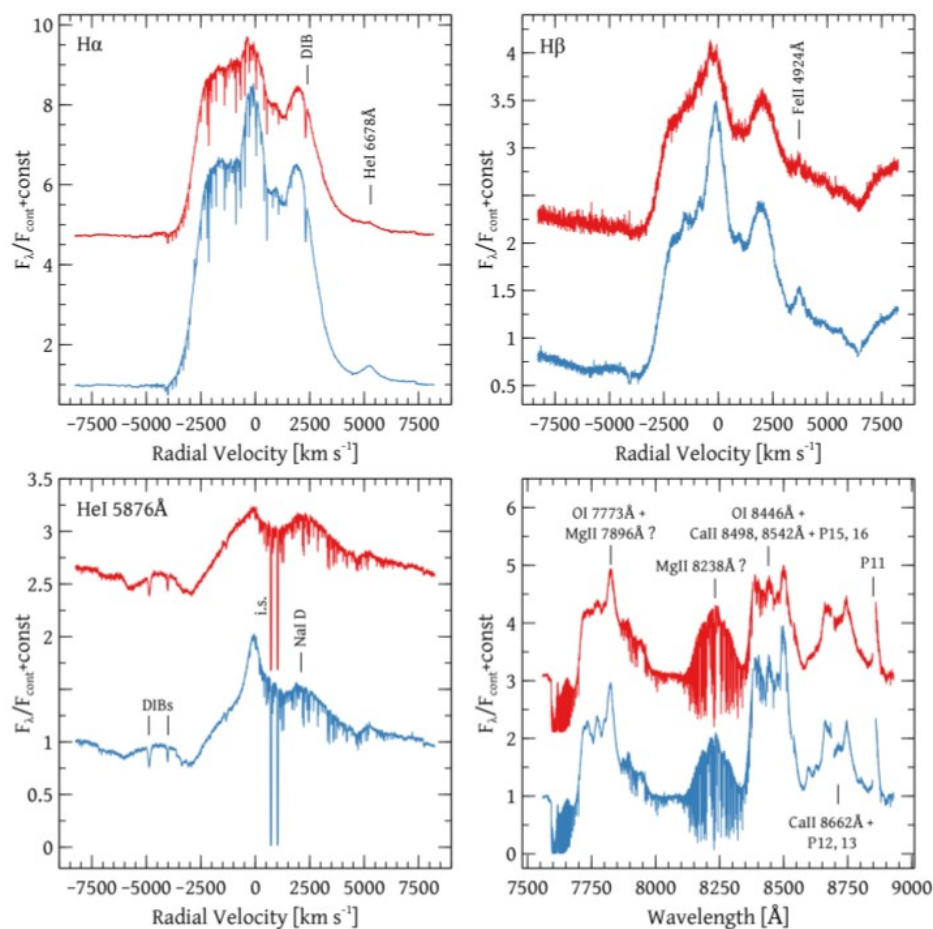
Дълговременна променливост на емисионните линии в спектъра на Т CrB.

3.3 Използвайки спектри от спектрографа ESPERO е изследвана симбиотичната повторна нова Т CrB в периода 2016-2023 г., обхващащ цялата свръх-активна фаза преди очакваното избухване като нова, като е проследена еволюцията на емисионните линии H α , H β , He I и He II. Установена е значителна спектрална еволюция на системата, включително преходи между еднопикови, двупикови и тринопикови профили на H α , както и практически изчезване на He I и He II емисиите в края на активната фаза, което показва съществени промени във физическите условия в областта на формиране на линиите. За първи път е установена количествена връзка между интензивността на H α емисията и рентгеновото излъчване на Т CrB, като е получена статистически значима антикорелация между еквивалентната ширина на H α и рентгеновия поток ($\rho = -0.78$), която свързва спектралните промени с еволюцията на процесите на акреция. Показано е, че в края на активната фаза настъпва преход към режим с по-нисък темп на акреция, при който граничният слой около бялото джудже става предимно оптически тънък, което води до увеличаване на твърдото рентгеново излъчване и отслабване на оптичните емисионни линии. (Stoyanov, K. A., Luna, G. J. M., Zamanov, R. K., Iłkiewicz, K., Nikolov, Y. M., Moyseev, M., Minev, M., Kurtenkov, A., Stefanov, S. Y.: 2025, *BlaAJ* 42, 29 - *Evolution of the optical emission lines and the X-ray emission during the super-active stage of T CrB*)



Еволюция на емисионните линии $H\alpha$ и $H\beta$ в спектъра на Т CrB.

3.4 Проведени са спектрални наблюдения със спектрографа ESPERO на новата V392 Per в ранната фаза на избухването, определени са особеностите на профилите на основните емисионни линии и е проследена ранната спектрална еволюция на системата. Установено е, че емисионните линии $H\alpha$ и $H\beta$ имат трипикова структура, характеризираща се с два компонента с висока скорост (около $\pm 2000 \text{ km s}^{-1}$) и централен тесен компонент, което показва сложна кинематика на изхвърленото вещество и несферична геометрия на изхвърленото вещество. Определено е междוזвездното поглъщане до V392 Per чрез анализ на дифузните междוזвездни ивици (DIBs) и линията KI, като е получена стойност $E(B-V)=1.18\pm0.10 \text{ mag}$, необходима за надеждното определяне на светимостта и останалите физични параметри на системата. Предложена е интерпретация, че V392 Per е близък аналог на повторните нови U Sco и V2672 Oph, като е обсъдено нейното бъдещо еволюционно развитие в рамките на Модела на хибернацията на катаклизмичните променливи звезди. (Stoyanov, K. A., Tomov, T., Stateva, I., Georgiev, S.: 2020, *BulgAJ* 32, 63 - *High-resolution optical spectroscopy of Nova V392 Per*)



Избрани профили в спектъра на V392 Per след избухването.

Бъдещите изследвания в областта на новите и повторно новите звезди ще бъдат насочени към спектрални наблюдения с основна цел изследване на физическите процеси, протичащи по време на избухванията, и еволюцията на изхвърленото вещество. Приоритетно място в бъдещата научна програма ще заемат наблюденията на дългоочакваното избухване на повторно нова Т СгВ, което се очаква в близките месеци/години. Натрупаният опит от дългогодишния спектрален мониторинг на системата ще позволи проследяване на спектралната еволюция, изследване на динамиката на изхвърленото вещество, развитието на звездния вятър и други, както и сравнение с избухванията на системата RS Oph. Особен интерес представлява изясняването на връзката между спектралните изменения, рентгеновото излъчване и физическите процеси в близост до бялото джудже. Паралелно с това ще продължат спектралните изследвания на галактични нови, достъпни за наблюдение със спектрографа ESPERO на 2m телескоп на НАО Рожен, като това силно зависи от инструмента на телескопа по време на избухването. Основен акцент ще бъде поставен върху ранните стадии на избухването, когато се формират основните спектрални особености, позволяващи определяне на скоростите на разширение, геометрията на изхвърлената обвивка, физичните параметри на псевдофотосферата и процесите на йонизация. Евентуалното оборудване на 1.5m телескоп на НАО Рожен с нов спектрограф с ниска разделителна способност ще разшири значително възможностите за подобни изследвания. Това ще позволи наблюдения на по-слаби нови и по-бърза реакция при избухванията. По този начин ще се увеличи вероятността за получаване на спектри още в първите часове и дни след избухването, когато се наблюдават най-бързите и най-важни промени в техните спектри.