

Договор КП-06-Н98/8

проект: Акреционни процеси в двойни звезди

Обекти на нашето изследване са (1) Ве/рентгеновите двойни звезди, (2) симбиотични повторни нови звезди, (3) джуджета нови звезди и свързани с тях обекти (симбиотични звезди, катаклизмични звезди и звезди с ултракъси периоди).

(1) Ве/рентгеновите двойни звезди – състоят се от масивна Ве звезда (бързовъртяща се В звезда на Главната последователност) и неутронна звезда или черна дупка.

(2) симбиотични повторни нови – състоят се от червен гигант (донор на маса) и бяло джудже, което акретира вещество.

(3) звезди от тип джуджета нови – са двойни полуkontaktни системи, които се състоят от бяло джудже и звезда от късен спектрален клас (около M0V) на главната последователност.

Това са едни от интригуващите обекти във нашата Галактика, които са ключови обекти за разбирането на физичните процеси за генериране на високоенергетично рентгеново и гама излъчване, и дори на гравитационни вълни. През последното десетилетие бяха изстреляни редица спътници (космически телескопи) от **NASA**, **ESA** (Европейската Космическа Агенция), **CNSA** (China National Space Administration) и др., с основна цел да наблюдават рентгеновото и гама излъчване на акретиращи неутронни звезди, черни дупки и бели джуджета в двойни звезди и квазари.

1.1. Състояние на изследванията по проблема

Основа на съвременната астрофизика са астрономическите наблюдения. Нашият екип реализира и анализира наблюдения на акретиращи компактни обекти с телескопите на Националната Астрономическа Обсерватория Рожен:

- **спектрални наблюдения** - 2.0м телескоп на Националната Астрономическа Обсерватория Рожен е съоръжен със съвременен Ешеле спектрограф и може да наблюдава Ве/рентгенови двойни звезди и повторни нови в диапазона 4300 – 7400 Ангстрьома.

- **фотометрични наблюдения** – многоцветни фотометрични наблюдения получаваме с три телескопа на Националната Астрономическа Обсерватория Рожен - новия 1.5 метровия фотометричен телескоп (Semkov, Petrov, Minev et al. 2025, C. R. Bulg. Acad. Sci.), 50/70 Шмид телескоп и 2м телескоп.

- ще бъдат използвани и наблюдения от базите данни **на космически спътници и телескопи**

Типовете звезди, включени в проекта, са:

(1) Ве/рентгеновите двойни звезди – масивният компонент на системата е бързовъртяща се Ве звезда на Главната последователност. В резултат на бързото въртене около нея се формира околосъзвезден диск, поток от който захранва акреционните структури около компактният обект. В спектъра на такива обекти се наблюдават емисионни линии (виж ревюто на Porter & Rivinius 2003, PASP, 115, 1153). На база на спектрални наблюдения на тези линии, с 2.0м телескоп на НАО Рожен + допълнителни спектри получени с 2.0 Liverpool telescope анализирахме околосъзвездните дискове в 4U 2206+54, MWC656, LSI+61303, X Per. Определихме размера на околосъзвездните дискове и изследвахме взаимодействието между компактният обект и материята в диска. Направихме периодограмен анализ на спектралните

данни, за да идентифицираме периодичности. Оценихме радиуса на околозвездния диск и разстоянието между компонентите при периастръ и апоастръ. Резултатите показват, че:

- за LSI+61303 (орбитален период 26.5 дни) - неутронната звезда е извън околозвездния диск през голяма част от орбитата. Неутронната звезда захваща и акретира вещество директно от външните части на диска само около периастръ. Повече детайли са дадени в статиите:

Zamanov & Marti, 2000, A&A, 358, L55, „First correlation between compact object and circumstellar disk in the Be/X-ray binaries“;

Zamanov, Stoyanov, Marti, et al., 2013, A&A, 559, A87 „H-alpha observations of the gamma-ray-emitting Be/X-ray binary LSI+61°303: orbital modulation, disk truncation, and long-term variability“

Zamanov, Marti, Stoyanov, et al., 2014, A&A, 561, L2 „Connection between orbital modulation of H-alpha and gamma-rays in the Be/X-ray binary LS I+61303“

- за MWC 656 (орбитален период 60.4 дни)- черната дупка акретира вещество от външния край на диска през целия орбитален период. Повече детайли са дадени в статиите:

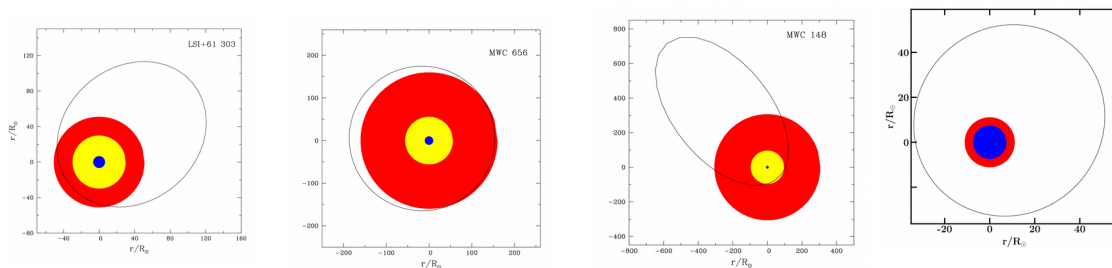
Zamanov, Stoyanov, Marchev, et al., 2022, AN, 34324019 „Optical spectroscopy of the Be/black hole binary MWC 656 - interaction of a black hole with a circumstellar disc“

Zamanov, Stoyanov, Marti et al., 2016, A&A, 593, A97 „Optical spectroscopy of Be/gamma-ray binaries“

- за MWC 148 (орбитален период 314 дни) - неутронната звезда е извън околозвездния диск през голяма част от орбитата. Около периастръ неутронната звезда (забележка: компактният обект може да не е неутронна звезда, а да е черна дупка) навлиза дълбоко в диска. Повече детайли са дадени в:

Zamanov, Stoyanov, Marti et al. 2021AN....342..531 „Radius, rotational period, and inclination of the Be stars in the Be/gamma ray binaries MWC 148 and MWC 656“.

Zamanov, Marti, Garcia-Hernandez, 2017, „Mass of the compact object in the Be/gamma-ray binaries LSI+61303 and MWC 148“, Bulgarian Astronomical Journal, Vol. 27, p. 57



Фиг. 1. Орбити и околозвездни дискове на четири Be/рентгенови двойни звезди, оценени на базата на спектрални наблюдения с 2м телескоп в НАО Рожен (публикувани са в Zamanov et al. 2016, A&A, 593, A97, и в Stoyanov et al., 2025 A&A, 697, A237).

- 4U 2206+54 - неутронната звезда е извън околозвездния диск. Резултатите предполагат, че когато дискът е малък, неутронната звезда не достига външните части на диска. Повече детайли са дадени в:

Stoyanov, K. A.; Zamanov, R. K.; Latev, et al. 2014, AN....335.1060 „Orbital parameters of the high-mass X-ray binary 4U 2206+54“

Stoyanov, Moiseev, Nikolov, et al., 2025, A&A, 697, A237, „Optical observations of the peculiar high-mass X-ray binary 4U 2206+54“

(2) симбиотични повторни нови – състоят се от червен гигант (донор на маса) и бяло джудже, което акретира вещество. Когато натрупаното количество достигне критична маса, върху повърхността на бялото джудже започва термоядрена реакция. Т CrB и RS Oph са симбиотични повторни нови, които преминават през спокойни и активни фази между своите класически избухвания като нова. Статистическите характеристики на тези активни фази до момента са слабо проучени, поради което тяхната природа оставаше неизвестна. Нашият анализ на статистическите свойства на активните фази показва, че те съответстват на избухванията и свръхизбухванията, наблюдавани при джуджета нови (Pikiewicz, Mikolajewska, Stoyanov, “Symbiotic Star T CrB as an Extreme SU UMa-type Dwarf Nova“ 2023, ApJ, 953, L7). Времето между отделните избухвания съвпада с теоретичните предсказания за подобни системи. Освен това, развитието на последната активна фаза във оптическия и рентгеновия диапазон е в съответствие със свръхизбухване. Това предполага, че Т CrB показва избухвания от тип джудже нова с изключително дълъг период, тоест тя е тясно свързана с нестабилности от тип джудже нови. Приликите между последното свръхизбухване и активността преди избухването на новата през 1946 г. сочат, че следващото класическо избухване на Т CrB като нова може действително да се очаква съвсем скоро (от края на 2025 г. – до 2027 г.).

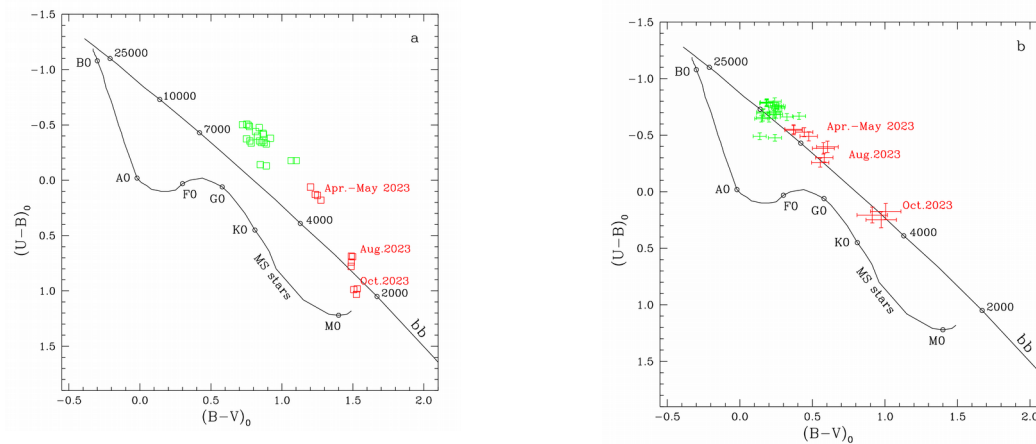


Fig.2 Двухцветна диаграма $(U - B)$ versus $(B - V)$. Левия панел показва цветовете (коригирани за междузвездното почервявяване на Т CrB. Десния панел показва горещия компонент (приноса на червения гигант е изваден). Със зелен цвят са начертани наблюденията по време на суперактивната фаза (2016–2022), със червен цвят са наблюдения направени след това (април – октомври 2023). Повече детайли могат да се намерят в нашата статия **Zamanov et al., 2023, A&A, 680, L18**, „Accretion in the recurrent nova T CrB: Linking the superactive state to the predicted outburst“.

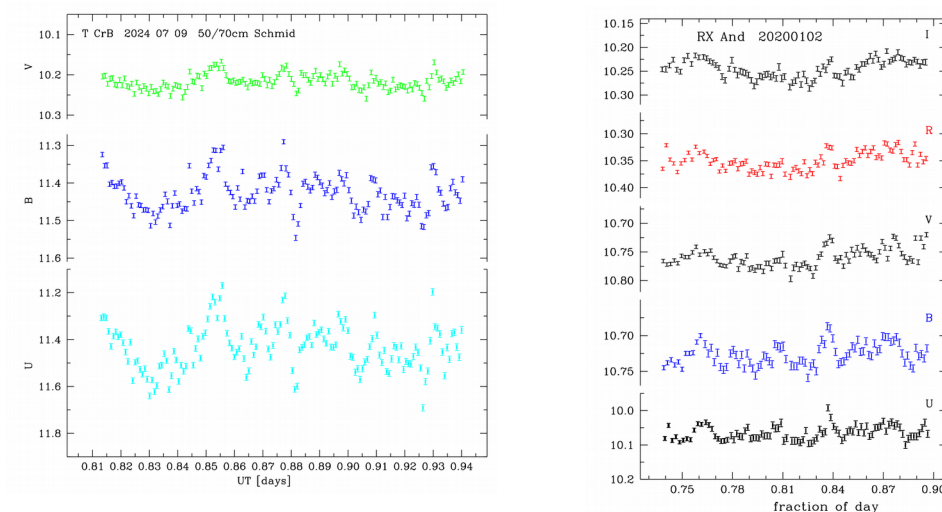


Fig. 3. Примери на наши наблюдения на кратковременне променливост (фликеринг). Нашите наблюдения и резултати за фликеринг на акретиращи бели джуджета в симбиотични повторни нови и свързани с тях обекти могат да бъдат намерени в следните статии:

Zamanov, Boeva, Latev, et al. 2016, MNRAS, 457, L10 "Flickering of accreting white dwarfs: the remarkable amplitude-flux relation and disc viscosity"

Zamanov et al., 2018, MNRAS, 480, 1363 „The recurrent nova RS Oph: simultaneous B- and V- band observationsof the flickering variability“

Zamanov et al., 2017, AN, 338, 680 „Discovery of optical flickering from the symbiotic star EF Aquilae“

(3) джуджета нови звезди – орбиталните периоди на тези звезди са няколко часа. Обекти, за които реализирахме наблюдения с 50/70 см Шмид телескоп са RX And, AR And и DX And. Резултати бяха публикувани в:

Zamanov, Nikolov, Georgieva, 2021, BlgAJ, 35, 11 „UBVRI observations of the flickering of the dwarf nova RX And“

Dankova, Zamanov, Kostov, 2023, BlgAJ, 38, 114, “BV Photometric Observations of the Dwarf Novae DX And and AR And“

Zamanov, Dankova, Moyseev, et al., 2023, BlgAJ, 39, 58, "BV photometric observations of the flickering of the dwarf nova RX And"

Отбелязваме, че за RX And определихме темпа на акреция върху бялото джудже във високо състояние $1.2 \times 10^{-9} \text{ M}\odot/\text{yr}$ (Zamanov, Dankova, Moyshev, et al. 2023, *BlaAJ*, 39, 58). Разработената методика за определяне на темпа на акреционния поток беше приложена за повторната нова T CrB (Zamanov et al., 2023, *A&A*, 680, L18).

1.2. Насоченост на изследванията в съответствие с целите на Националната стратегия за научни изследвания и с обществени предизвикателства, определени в нея, както и с регионални и европейски приоритети

През последните години Министерския Съвет на Република България прие и финансира Националната пътна карта за Научна Инфраструктура. Благодарение на финансирането беше пуснат в действие Ешелен спектрограф на 2.0 м телескоп на Националната Астрономическа Обсерватория Рожен, нов 1.5 м фотометричен телескоп, нови CCD камери. В момента се реализира проект за подмяна на 60 см телескоп с нов 80 см алт-азимутален телескоп.

В съответствие с целите на Националната пътна карта за Научна Инфраструктура нашият проект е ориентиран към използване на съвременната апаратура закупена по тази пътна карта. В допълнение на наблюденията от Националната Астрономическа Обсерватория Рожен на Българска академия на науките, ще се използват данни от космически спътници и телескопи, приоритетно тези на Европейската Космическа Агенция (ESA). Ще следваме основни принципи на [ESA Strategy 2040](#) : explore and discover, strengthen European Autonomy and Resilience.

2. Цели на проекта, работни хипотези и средства и методи за постигането им

2.1. Цели и работни хипотези

Цел на проекта е изследване на акреционните процеси в Ве/рентгенови двойни звезди, симбиотични повторни нови и джуджета нови. Ще бъдат изследвани следните обекти:

1. Оптическа спектроскопия на Ве/рентгеновата двойна звезда MWC 1023 (BD+47 3129), координати RA 20 30 30, Dec +47 51 50, звездна величина $V=9.27$. Ще бъде наблюдавана спектрално с 2-метровия телескоп и фотометрично със 50/70 см Шмид телескоп. Ще бъде анализирано поведението на емисионните Балмерови и хелиеви линии.
2. Оптическа спектроскопия на Ве/рентгеновата двойна звезда V420 Aur (HD 34921) - RA 05 22 35, Dec +37 40 33, $V=8.9$. Ще бъде наблюдавана спектрално с 2-метровия телескоп и фотометрично със 50/70 см Шмид телескоп. Ще бъдат изследвани профилите и интензивностите на Балмеровите линии и линиите на хелий.
3. MWC 148 (HD 259440) – оптически компонент на гама-излъчвателя HESS J0632+057. Орбиталният период е 317.3 ± 0.7 дни, получен от анализ на рентгенови наблюдения (Adams et al. 2021, *ApJ*, 923, 241). Ще бъде наблюдавана спектрално с 2-метровия телескоп и фотометрично със 50/70 см Шмид телескоп. Ще бъде анализирано поведението на Балмеровите линии, линиите на хелий и еднократно йонизирано желязо и ще бъде търсена („има ли?“ и „каква е?“) орбиталната модулация на H-алфа, H-бета, и еднократно йонизирано желязо (FeII).
4. В болшинството Ве/рентгенови двойни звезди, компактният обект е неутронна звезда.

MWC 656 е първата Be/рентгеновата двойна звезда, за която има доказателства, че компактният обект е черна дупка със звездна маса, около 5-6 слънчеви маси (Casares et al. 2014, Nature, 505, 378). Ние показахме, че околозвездният диск пулсира с период равен на орбиталния (Zamanov et al. 2022, AN, 34324019). През последната година, се появиха статии които хвърлят съмнение, че вторичната компонента може да е sdO звезда. Предвиждаме да изследваме няколко ярки двойни звезди от тип Be+sdO - MWC 271, 7 Vul, 60 Cyg, чието поведение да бъде сравнено с това на MWC 656.

5. T CrB е повторна нова, която е имала избухвания през 1787, 1866, и 1946г., когато достига 2-3 звездна величина и е била ярка колкото Полярната звезда. Следващото избухване се очаква през 2025 - 2027 г. Предвижда се да бъде наблюдавана с някои от най-големите телескопи (както наземни така и космически), в т.ч. оптически, инфрачервени, рентгенови и гама. Тази система се състои от масивно бяло джудже ($1.4 M_{\odot}$) и елипсоидален червен гигант, с орбитален период 227 дни. Ние успяхме да оценим темпа на акреция по време на супер-активната фаза през 2016-2023 г. (Zamanov, Boeva, Latev, et al. "Accretion in the recurrent nova T CrB: Linking the superactive state to the predicted outburst", 2023, A&A, 680, L18) и размера на акреционния диск (Zamanov, Stoyanov, Marchev, et al. "Size of the accretion disc in the recurrent nova T CrB", 2024, AN, 34540036). Следващото изследване, което планираме да направим в настоящия проект е да оценим температурата и размера на източника на фликеринг на база на фотометрични наблюдения в UVB.

6. RS Oph – повторна нова, която е имала избухвания през 1898, 1933, 1958, 1967, 1985, 2006 и 2021г. В максимум достига 5 звездна величина. Състои се от масивно (carbon-oxigen) бяло джудже и M2III червен гигант, с орбитален период 455.7 дни. Искаме да приложим методиката, която развихме за оценяване на темпа на акреция в джуджетата нови, за да определим темпа на акреция, между избухванията, да разберем защо не са регулярни, и колко е критичното налягане за да започне термоядрена реакция.

7. EF Aql – RA 19 51 51 Dec -05 48 16, B=12.9. Това е наскоро идентифицирана симбиотична мирида, която има фликеринг подобен на симбиотичната повторна нова RS Oph. Повече детайли за нея могат да се намерят в Stoyanov, Iłkiewicz, Luna, et al. „Optical spectroscopy and X-ray observations of the D-type symbiotic star EF Aql“, 2020, MNRAS, 495, 1461. Предвиждаме да продължим изследването на този интересен обект във филтри B и V.

8. SU Lyn – RA 06 42 55 Dec +55 28 27, B=10.1. Повече детайли за тази транзитна симбиотична звезда, която има фликеринг подобен на симбиотичните повторни нови, могат да се намерят в: Iłkiewicz, Mikolajewska, Scaringi, Teyssier, Stoyanov, & Fratta „SU Lyn - a transient symbiotic star“. Предвиждаме да продължим изследване на този интересен обект фотометрично и спектрално.

9. Звезди от тип джуджетата нови са компактни двойни звезди (с орбитални периоди типично 5-10 часа, които се състоят от бяло джудже (по-масивна компонента) и червена звезда (вторична компонента). В повечето случаи вторичната компонента е звезда на главната последователност, която запълва своята зона на Рош, формира поток през вътрешната точка на Лагранж. Този поток захранва акреционния диск около бялото джудже. Звездите от тип джудже-нова имат повтарящи се избухвания с амплитуда 2-4 звездни величини, които се повтарят на временна скала седмици-месеци. Избухванията са резултат от нестабилности в диска, нарастване на акреционен поток през диска и нарастване на темпа на акреция върху бялото джудже. В нашия списък за изследване са следните джуджетата нови и свързани с тях обекти:

RX And, RA 01 04 35 Dec +41 17 57, бляска варира от 11 до 15 звездна величина. Звездата ще бъде изследвана фотометрично със 50/70 см Шмид телескоп.

DX And, RA 23 29 46 Dec +43 45 04, бляска варира от 12 до 16 звездна величина. Звездата ще бъде изследвана фотометрично със 50/70 см Шмид телескоп.

AR And, RA 01 45 03 Dec +37 56 33. Обикновено е около 15 звездна величина. Показва избухвания веднъж в годината, когато достига до 10-11 звездна величина.

LU UMa (CW 1045+525) – RA 10 48 18, Dec +52 18 29, V=14.9. Орбиталния период е 6.51 часа. Tappert et al. (2001, A&A, 380, 533) дискутират няколко сценария за природата на този обект (новоподобна, магнитна катаклизмична, джудже нова), и предполагат and find that a dwarf nova classification is the most probable, although not completely explaining the observed characteristics. Звездата ще бъде изследвана фотометрично със 1.5 метровия и 50/70 см Шмид телескоп.

GP Com (G 61-29) - RA 13 05 42 +18 01 03, звездната величина във V е 15.9-16.1. Звездата ще бъде изследвана фотометрично със 2.0 и 1.5 метровия телескопи. Засега предвиждаме през първия етап на проекта, изследването да е в един филтър - V. В зависимост от получените резултати, през втория етап може да бъде разширено в във филтри B, V и R.

LW Cas - засега тази звезда е класифицирана като variable young stellar object (YSO) candidate. Нашата хипотеза е, че това е ... (предумишлено не посочваме точния тип). Звездата ще бъде изследвана спетрално и фотометрично.

2.2. Методи за постигане на изследователските цели

- **спектрални наблюдения** - 2.0м телескоп на Националната Астрономическа Обсерватория Рожен е съоръжен със съвременен Ешелe спектрограф и може да наблюдава Ве/рентгенови двойни звезди и повторни нови в диапазона 4300 – 7400 Ангстрьома. Ще се анализират основно Балмеровите линии H-алфа, H-бета, линии на хелий (HeI) и желязо (FeII), както и други емисионни и абсорбционни линии, разширение на линиите, техните профили, интензивности. Ще бъде анализирана тяхната променливост.

- **фотометрични наблюдения** – многоцветни фотометрични наблюдения получаваме с три телескопа на Националната Астрономическа Обсерватория Рожен - новия 1.5 метров фотометричен телескоп (Semkov, Petrov, Minev et al. 2025, C. R. Bulg. Acad. Sci.), 50/70 см Шмид телескоп и 2м телескоп. 2 метровия и 1.5 метровия телескопи могат да наблюдават звезди с добра точност до 18 звездна величина. За по-ярки обекти можем да използваме и Шмид телескопа, който е подходящ за наблюдение на обекти от 9 до 14 звездна величина.

- събиране и анализ на данни от космически телескопи – Gaia, TESS, Fermi LAT и други.

- **числено моделиране** на акреционните процеси на база на модели на акреционни дискове - нестабилности и активни области, взаимодействие на акреционния поток с магнитно поле, променливост на излъчването и др.

- **определяне на физични параметри** – размер на околозвездни и акреционни дискове, температура на акреционните структури (диск, граничен слой, горещо петно), разширение на спектралните линии, периодичности на променливостта.

- за обработка на спектралните наблюдения ще се използват пакетите в IRAF - kpnocoude, echelle, astutil, etc.

- за анализ на фотометричните наблюдения ще се използват IRAF (пакетите ccdproc, qphot, wphot), софтуерната система MaximDL и пакетът astropy.

3. Колектив и базова организация

3.1. Компетентност на колектива в научната област

проф. д-р Р. Заманов – има над 100 публикации по тематика „акреция в двойни звезди“, в това число 60 като водещ изследовател (първи автор). Много от публикациите са в списания Q1 (Astronomy & Astrophysics, MNRAS, Astrophysical Journal). Забелязани цитати над 1100.

доц. д-р К. Стоянов има над 50 публикации по тематика „акреция в двойни звезди“, в това число 20 като водещ изследовател (първи автор). Много от публикациите са в списания Q1. Забелязани цитати над 300.

доц. д-р К. Iłkiewicz – има над 70 публикации, в това число 20 като първи автор. Полски астроном от Nicolaus Copernicus Astronomical Center, Polish Academy of Sciences, Варшава, Полша. Сътрудничи с нас от около 10 години и вече имаме 8 съвместни публикации по симбиотични повторни нови и свързани с тях обекти.

доц. д-р М. Христова има над 20 публикации по тематика „разширение на спектрални линии“. Много от публикациите са в списания Q1-Q2. Има опит със спектрални наблюдения.

гл. ас. д-р К. Янкова има опит с моделиране на излъчването на акреционни дискове. Автор е на над 15 публикации по тематика „акреционни дискове“ в катаклизмични и рентгенови двойни звезди.

Мирослав Мойсеев (докторант в ИА с НАО с научен ръководител доц. К. Стоянов) – има опит с наблюдения – спектрални и фотометрични (работил е като оператор на 2м телескоп на НАО Рожен), както и работа с astropy (Python for astronomy).

Люба Данкова – след като е работила по фотометрия на астероиди и комети, издаването на Bulgarian Astronomical Journal и Астрономически Календар, в последните 3 години започна да работи по програмата за изследване на повторни нови и джуджета нови. Ще реализира фотометрични наблюдения с 2.0м телескоп и 50/70 Шмид телескоп на НАО Рожен.

Борислав Спасов – има повече от десетилетие опит в многоцветни фотометрични наблюдения. Един от най-добрите астрономи-фотометристи в България. Има над 30 публикации (повечето от които в Q1 списания), в които има съществен принос за получаване на качествени фотометрични наблюдения.

Силвия Канджичка – студент в ТУ София (очаква се да получи степен бакалавър през 2026 г.). Ще работи в проекта по разширение на спектралните линии, калибриране на спектрите по дължина на вълната, и като софтуерен специалист.

Владимира Иринева – с диплома от Кембридж и 2 международни школи по астрономия, очаква се да започне докторантура в Институт по Астрономия с НАО през януари 2026. Ще работи по обработка на наблюдения (data processing) и моделни пресмятания на физични параметри на акреционни потоци.

3.2 Капацитет на базовата организация за провеждане на изследванията

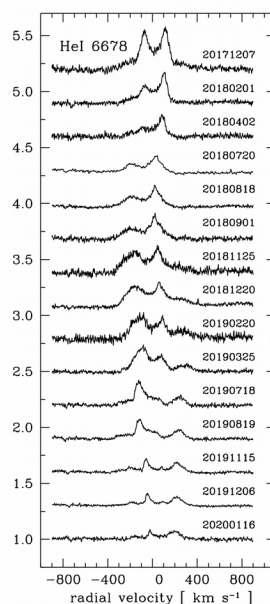
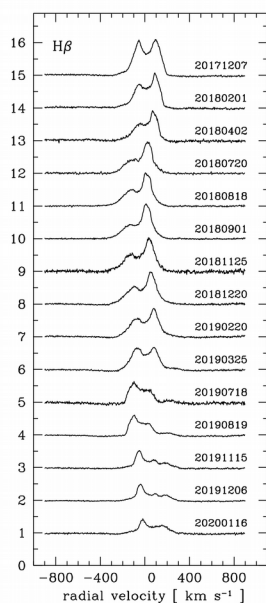
Основно ще се използват телескопите на Националната Астрономическа Обсерватория Рожен:

--- 2-метровия телескоп е съоръжен със съвременен Ешелел спектрограф и може да наблюдава в диапазона по дължина на вълната от 3800 до 9000 Ангстрьома за обекти до 11-та звездна величина. За нашите цели ще използваме диапазона от 4300 до 7400 Ангстрьома, където сигнала е по-висок.

--- 1.5 метровия телескоп – новият фотометричен телескоп, част от Националната пътна карта за научна инфраструктура. Нов телескоп, който дава много добро качество на наблюденията.

-- 50/70 см Шмид телескоп. Съоръжен е с ССД камера и нови филтри идентични на тези на 1.5м телескоп. Предимството му е, че има поле от небето (field of view) 1 x 1 градус. Ще се използва за наблюдение на обекти по ярки от 15 звездна величина.

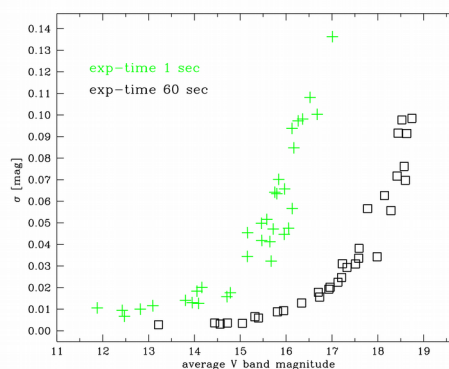
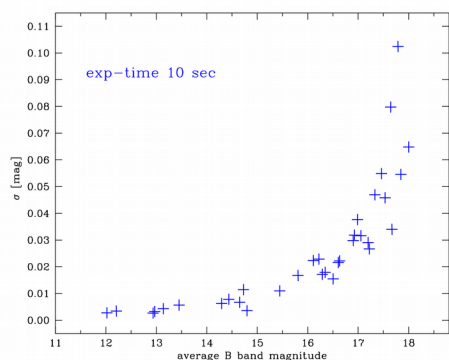
Примери за наблюдения (за повече информация са посочени публикации):



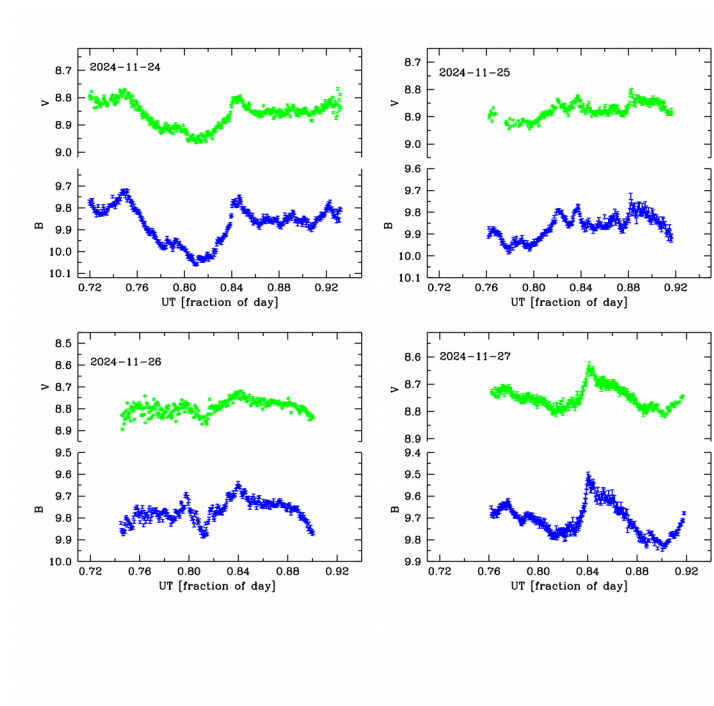
Фиг.
4.

Променливост на емисионните линии на Ве/рентгеновата двойна звезда X Per. Спектрите са получени с 2м телескоп на НАО Рожен. Повече детайли могат да се намерят в:

Zamanov, Stoyanov, Wolter, et al., “An eccentric wave in the circumstellar disc of the Be/X-ray binary X Persei“, 2020, MNRAS, 499, 3650.



Фиг. 5. Точност на фотометрията със новия 1.5 метров фотометричен телескоп на НАО Рожен. Вижда се, че добра фотометрична точност може да се постигне за обекти от 12 до 18 звездна величина (повече детайли могат да се намерят в Семков и др, 2025, Доклади на БАН, 78, 797).



Фиг. 6 Двухцветна фотометрия на звездата омикрон от Кит (Мира) получена с 50/70 см телескоп на НАО Рожен. Повече детайли за точността на фотометрията могат да се намерят в

Zamanov, Spassov, Konstantinova-Antova, et al. "Optical flickering in Mira and mass accretion rate onto the companion white dwarf", 2025, NewA, 12102452.

3.3 План за управление на проекта

Управлението на проекта ще се осъществява от проф. Р. Заманов (основно научната и финансовата част) и доц. К. Стоянов (научната, финансова и административна).

- проф. Р. Заманов има опит в организирането на колективи от 5-10 човека за решаване на конкретни научни проблеми и публикуването на статии (за справка виж SCOPUS, Web of Science, NASA-ADS).

- доц. К. Стоянов – има опит в публикуването на статии, има административен опит. Бил е един мандат научен секретар на Институт по Астрономия с НАО и сега е заместник-директор.

- Организацията и реализирането на наблюденията, ще се осъществява от М. Мойсеев, Б. Спасов, и Л. Данкова съобразно календарното разпределение на наблюдателното време на телескопите на НАО Рожен.

4. План на изследванията

4.1 Описание на работна програма на проекта:

- закупуване на компютри, инсталиране на астрономически софтуер;
- фотометрични и спектрални наблюдения на Ве/рентгенове двойни и симбиотични повторни нови;
- многоцветни фотометрични наблюдения на джуджета нови в системата UBVRI;
- калибриране на получените спектрални наблюдения по дължина на вълната;
- обработка на фотометричните наблюдения и привеждане в стандартни звездни величини;
- пресмятане на физични параметри (температура, размери, маси, темпове) на акреционни потоци и свързаните с тях структури;
- моделиране на акреционните потоци в различните обекти и свързаните с тях структури (акреционен диск, струя, горещо петно, граничен слой, и др.);
- представяне на резултатите на конференции в страната и чужбина;
- публикуване на резултатите в списания с импакт фактор или импакт ранг.

4.2 График за изпълнение на проекта

- месеци 1-6 – закупуване на компютри, инсталиране на астрономически софтуер, фотометрични и спектрални наблюдения на Ве/рентгенове двойни, симбиотични повторни нови и джуджета нови и свързани с тях обекти. Калибриране на получените наблюдения.
- месеци 6-12 – фотометрични и спектрални наблюдения на Ве/рентгенове двойни, повторни нови и джуджета нови, обработка на фотометричните наблюдения и привеждане в стандартни звездни величини, калибриране на получените спектрални наблюдения по дължина на вълната и интензивност, представяне на резултатите на национални и международни конференции, публикуване в научни списания.
- месеци 12-24 - фотометрични и спектрални наблюдения, включване в списъка на новопоявили се транзитни обекти, калибриране на получените наблюдения, моделиране, пресмятане на физични параметри (температура, размери, маси, темпове) на акреционни потоци и свързаните с тях структури, писане на статии, представяне на резултатите на конференции в страната и чужбина.
- месеци 24-36 - фотометрични и спектрални наблюдения на транзитни обекти, калибриране на получените наблюдения, моделиране, публикуване на резултатите в списания с импакт фактор или импакт ранг.

5. Очаквани резултати от изпълнението на проекта

5.1 Описание на очакваните резултати, свързани с нови знания

Очакваме да получим нови наблюдения (всяко астрономическо наблюдение е до голяма степен уникално само по себе си), да получим нови и да разширим съществуващите знания в областта на акреционните процеси при двойни звезди, взаимодействието на компактни обекти (неутронни звезди, черни дупки) с околното вещество, формирането на оптично, инфрачервено и високо енергетично (рентгеново, гама) лъчение при процесите на акреция, да определим стойностите на физични параметри (температура, размери, маси, темпове) на акреционни потоци и свързаните с тях структури.

5.2 Принос към решаване на проблеми, свързани с обществени предизвикателства

Една от основните цели в Европейския съюз е развитие на качествени научни изследвания. Този проект е свързан с осигуряване на по-добри условия за изследователска работа, дава възможност за кариерно развитие в България и предвижда изследвания в една модерна област „Астрофизика“ със съвременни телекопи, спътници и методи. Включването на учени от 4 различни института:

- Институт по Астрономия с НАО, БАН
- Институт за Космически Изследвания и Технологии, БАН
- Технически Университет – София,
- Полската Академия на Науките,

ще помогне за обмяна на опит и идеи, развитие на научно-техническо сътрудничество и за привличане на млади хора към Българска Академия на Науките.

Популяризиране на резултатите по проекта се предвиждат да бъдат направени и за по-широка аудитория, като ученици на различни школи по астрономия като „Бели Брези“, научно популярни лекции на утвърдени научни събития за широка публика като „Софийски фестивал на науката“, семинари пред студенти, и др.

6. План за реализация и разпространение на резултатите от научния проект

Очакваните резултати от проекта ще имат научно-фундаментален характер и се изразяват в публикуването на научни публикации в списания с импакт фактор и SJR, както и презентации и постери на научни конференции. Наша цел е резултатите да бъдат публикувани в списания ранг Q1 – Astronomy & Astrophysics (A&A), Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS), Astrophysical Journal, ранг Q2 – New Astronomy, ранг Q3 – Astronomische Nachrichten, Доклади на БАН (Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences), ранг Q4 – Bulgarian Astronomical Journal, международни академични издания (Astronomers Telegram), просеединги на конференции, и др.

7. Мерки за спазване на принципа на отворената наука

Получените и публикувани наблюдения ще бъдат направени с отворен достъп през системата Zenodo (Open repository for EU-funded research outputs from Horizon Europe, Euratom, and earlier Framework Programmes). The data are stored safely for the future in CERN's Data Centre.

Препринти на статии ще бъдат качвани на arXiv: arxiv.org is a free distribution service and an open-access archive for nearly 2.4 million scholarly articles in the fields of physics, astrophysics, mathematics, computer science, etc. Това е най-използваната база за статии и препринти в астрофизиката, която е директно свързана с базата на NASA-ADS.

8. Работни пакети

предвид на характера на нашите изследвания разделянето на пакети е по-скоро формално. Ние ще работим по конкретните (посочени по-горе) обекти съобразно получените наблюдения и тяхното поведение:

- пакет 1: Ве/рентгенови двойни звезди (месеци 1 -36)
- пакет 2: симбиотични повторни нови (месеци 1 -36)
- пакет 3: джуджета нови звезди (месеци 1 -36)

По всеки пакет ще се работи през цялата продължителност на проекта. Всеки пакет включва наблюдения, калибриране, анализ, моделиране, писане на статии и публикуване.