

Авторска справка за научните приноси по темата на конкурса

на гл. ас. д-р Стоянка Пенева

Конкурса за заемане на академичната длъжност доцент е обявен в ДВ бр. 90 от 15.10.2016 г. по тематика „Ранни етапи в звездната еволюция“ за нуждите на отдел „Звезди и звездни системи“ в Институт по астрономия с НАО

Наблюденията на областите на звездообразуване показват, че новообразуваните звезди проявяват различни типове фотометрична променливост: краткотрайни избухвания с голяма амплитуда, периодични изменения на блясъка предизвикани от наличието на студени и горещи петна по звездната повърхност, затъмнения от фрагменти на околосвездни дискове или големи облаци от междוזвезден прах, повишаване на блясъка за дълги периоди от време в резултат от засилване на темпа на акреция от околосвездния диск. Спектралната променливост се изразява чрез промяна на интензитета на наблюдаваните емисионни линии и появата на нови линии, предизвикани от нестационарни процеси в звездните амосфери или от взаимодействието на звездата с околосвездната среда.

Основната част от фотометричните наблюдения използвани в публикациите ми са получени с 2-м RCC и 50/70 см Шмит телескопи на НАО - Рожен с няколко вида CCD камери. За фотометрия са използвани също данни от 1.3-м RC телескоп на обсерваторията Скинакас (Гърция). Обработени са спектрални наблюдения от 2-м RCC и 1.3-м RC телескопи с фокални редуктори, гризми и дифракционни решетки.

1. Изучаване на областите на звездообразуване. Списъкът на изследваните области на звездообразуване включва: NGC 7129, IC 5146, NGC 7000, обширните области на звездообразуване в Serphei, Auriga, Tauri и др. Получени са дълги редове от фотометрични наблюдения на много нестационарни обекти, изявяващи различни типове променливост. Открити са нови променливи обекти и обекти с емисионни линии, показващи спектралните и фотометрични характеристики на звездите преди Главната последователност (PMS). Обект на изследване са Т Tauri звездите, които според интензитета на емисионните линии и най-вече на H α се разделят на класически Т Tauri звезди и на звезди със слаби линии, обектите показващи избухвания с продължителност от десетки години от типа FU Orion (FUor) и подобните на тях обекти, но с продължителност на избухването от няколко месеца - EX Lupi (EXor), обектите показващи затъмнения от газово-прахови облаци от типа UX Orion (UXor) и емисионните звезди на Хербиг (HAe/Be звезди) – млади звезди с относително по-големи маси от Т Tauri звездите.

2. Еруптивни звезди от типа FU Orion. До момента са известни около 20 обекта, които могат да бъдат причислени към този тип. Едно от основните направления в нашите изследвания са редовните фотометрични наблюдения и построяването на кривите на блясъка за десетки години назад. Избухванията на тези обекти са с амплитуди от 4-5 зв. величини и се дължат на драстична промяна в темпа на акреция (до три порядъка). Изследваните от нас обекти показват съществени разлики във времето необходимо за покачане и спадане на блясъка, както и на фотометричната активност при състояние на повишен блясък. Предложеното от нас обяснение на тези явления е, че различните обекти се намират на различни етапи от своята еволюция. В спокойно състояние те са обикновени T Tauri звезди, с масивни акреционни околозвездни дискове. Останалата след образуването на звездата материя продължава да се натрупва в диска и в определен момент, в резултат на термична или гравитационна нестабилност настъпва рязко увеличение на темпа на акреция. То е съпроводено със засилване на звездния вятър, който от своя страна съдейства за фрагментирането на диска. Подобни епизодични увеличения на акрецията, навярно се случват няколко десетки или даже стотици пъти по време на преминаването на звездите през T Tauri фаза. Изчисленията показват, че може би до 50% от масата на младите звезди се натрупва по време на избухвания от FUor тип. В същото време частичното фрагментиране на диска е начало на зараждането на планетните системи.

Откритото от нас избухване на FUor звездата V2493 Cyg в областта на NGC 7000 е първото до сега, преди звездата да е достигнала максималния си блясък. Нашите фотометрични и спектрални резултати са получени основно от оптични наблюдения показват сложна крива на покачване на блясъка с два регистрирани максимума. Спектралните наблюдения показват изявен P Cyg профил на H α и натриевият дублет с бързи промени на профила, свидетелство за интензивен звезден вятър. През последните години блясъка на звездата остава постоянен, около максималното ниво, което е свидетелство за приблизително постоянен темп на акреция. Следователно V2493 Cyg може да бъде причислена към “по-младите” FUor-и. Друг подобен обект с постоянна акреция за период от над 60 години е Parsamian 21.

Други два изследвани от нас FUor обекти показват съществена фотометрична активност, която е свидетелство за силно променлив темп на акреция. Това са V1735 Cyg и V582 Aur, които биха могли да бъдат причислени към “по-старите” FUor-и. При V582 Aur е наблюдавана промяна на спектъра при бързото спадане на блясъка, от спектър на FUor в повишено състояние, той постепенно преминава в спектър на T Tauri звезда при спадането на блясъка. Същевременно при спадането на темпа на акреция, многоцветната фотометрия показва наличието на значителни количества прахови частици в околностите на звездата, които допълнително понижават блясъка на звездата. Подобни бързи фотометрични промени са наблюдавани и при V1647 Ori като е регистрирано бързо повишение на блясъка, последвано от постепенно спадане, характерно за FUor обектите, но също и един много дълбок минимум продължил над две години. Навярно V 1647 Ori е преходен обект между FUor и EXor, тъй като показва фотометричните характеристики на първия тип и спектралните на втория тип.

Друг интересен обект от FUor тип, изследван от нас е V733 Ser. Крива на блясъка на звездата показва приблизително еднакъв темп на повишение и на спадане на блясъка за периоди от няколко десетки години. Това явление не е типично за останалите обекти от този тип, но дава едно ценно доказателство, че повишението на темпа на акреция може да става и сравнително плавно, а не само под формата на избухване.

3. Изследвания на затъмненията при младите звезди от UXor тип. Многоцветната фотометрия използвана от нас дава много добри резултати при разделянето на два различни процеса: затъмнения и избухвания. И при двата процеса се наблюдава променливост с голяма амплитуда, но ако не разполагаме с кривата на блясъка за дълъг период, не можем да определим, кое от състоянията на звездата е основното. Характерната за затъмненията от прахови частици промяна на цветовите индекси, т.нар. обръщане на цветовете е много сигурно доказателство за наличие на такъв процес. Когато една звезда се затъмнява от прахови облаци нейните цветови индекси се увеличават и звездата почервява, но когато количеството на праха нарастне съществено, разсейването на светлината от праховите частици води до обратния процес – намаляване на цветовите индекси и “посиняване” на звездата.

Един типичен обект от този тип е V 1184 Tau за който е проведена дългогодишна наблюдателна кампания. Нашите наблюденията показват, че звездата е неправилна променлива с амплитуда около 0.6 зв. величини в максимума на блясъка, а спектъра и е на T Tauri звезда със слаби линии. През периода 2003-2015 г. е наблюдавано спадане на блясъка с около 4 звездни величини. Според нас при V 1184 Tau се наблюдават два вида променливост, първи в резултат от въртенето на покрита с големи студени петна звездна повърхност и втори – затъмнение от намиращи се в орбита около звездата големи газово-прахови облаци, остатъци от процеса на звездообразуване.

Подобни фотометрични и спектрални характеристики показва и друга изследвана от нас звезда – GM Ser. Първоначалните предположения за тази звезда са за избухвания от EXor тип. Нашият фотометричен мониторинг за период от 8 години, показва, че през повечето време звездата е в положение на повишен блясък, като са наблюдавани няколко спадания на блясъка за сравнително кратки периоди. Изменението на цветовите индекси, също свидетелства за затъмнение от прахови частици. В същото време спектралните наблюдения показват наличието на значителен темп на акреция, подобно на класическите T Tauri звезди. Следователно при този обект се наблюдава едновременно: 1) засилена акреция от диска и образуване на горещи петна по повърхността на звездата и 2) неперодични затъмнения от прахови облаци.

4. Фотометрични и спектрални изследвания на T Tauri звезди. Нашите патрулни фотометрични наблюдения в областта на NGC 7000 показват, че много от PMS звездите в тази област са фотометрични променливи със сравнително големи амплитуди. Получените криви на блясъка показват, че се наблюдават и двата процеса – избухвания и затъмнения, като вторите се оказват по-разпространени сред младите звезди. Този резултат е донякъде неочакван, тъй като доскоро се предполагаше, че затъмненията от околосвездни прахови облаци са характерни главно за HАе/Ве звездите

и ранните (F, G клас) T Tauri звезди. Нашите резултати показват, че подобни облаци от протозвездна материя останала след образуването на звездите се наблюдават и около късните (K, M клас) T Tauri звезди, които са със сравнително по-малки маси.

5. Участие в международни кампании по наблюдения на PMS звезди. Участвах в кампаниите за фотометрични наблюдения на затъмнителната променлива EE Cer съвместно с колеги от ИА с НАО. Инициативата за кампаниите е на наши колеги от Полша, но участници в тях са и астрономи от Гърция, Чехия, Германия, САЩ, Чили, Унгария и др. Резултатите от наблюденията на затъмненията са публикувани и докладвани на международни конференции. Моделът на EE Cer, направен на базата на наблюдаваните затъмнения предполага наличие на двойна система, като затъмнението на първия компонент от системата е предизвикано от околосвездния диск на втория компонент.

6. Калибриране на вторични фотометрични стандарти. Важно условие за провеждането на фотометрични наблюдения е наличието на стандартни звезди в полето на наблюдавания обект. В повечето случаи атмосферните условията на НАО - Рожен не позволяват коректно преизчисление от инструментални към стандартни звездни величини. Нови фотометрични UBVRI стандарти (общо над 50 звезди) са калибрирани в областите на V733 Cer, GM Cer, V1735 Cyg и Parsamian 21.

7. Приложение на архивните фотографски наблюдения при изследванията на PMS звезди. Създадената от служители на ИА с НАО база данни за широкогълните фотографски плаки дава много добри възможности за изследване на фотометричната променливост на нестационарните обекти. Едно от първите приложения на тази база от данни беше построяването на историческата крива на блясъка на V 733 Cer. През последните години данни от архивни фотографски наблюдения са използвани при фотометричните изследвания на V1184 Tau, V1735 Cyg, V2493 Cyg, V582 Aur и Parsamin 21. Придобитият опит от тези изследвания показва, че най-полезни са фотографските наблюдения от голямите Шмит телескопи, като тези в обсерваториите: Паломар, Кисо, Калар Алто, Азиаго, Таутенбург, Зонеберг, Рожен и др.

Извън темата на конкурса научните ми интереси включват още:

- Фотометрични изследвания на активните галактични ядра, квазари и блазари;
- Фотометрични наблюдения на симбиотични звезди;