

«6D061100 – Физика және астрономия» мамандығы бойынша философия докторы PhD дәрежесін алу үшін жазылған диссертацияның

АҢДАТПАСЫ

Куратова Айжан Кенескеновна

FS CMa типті ыстық жұлдыздардың фотометриялық және спектрлік заңдылықтары

Жұмыстың жалпы сипаттамасы

Бұл жұмыс FS CMa типті ыстық жұлдыздарды іздеудің фотометриялық критерийлерін әзірлеуге және осы типті HD 45677 және AS 78 екі нысанның спектрофотометриялық зерттеуге арналған.

Тақырыптың өзектілігі

B[e] феномен B типті жұлдыздардың спектрлеріндегі рұқсат етілген және тыйым салынған эмиссиялық сызықтарының және жұлдыз маңындағы шаң-тозаңның сәулеленуімен түсіндірілетін инфрақызыл (ИК) сәулеленудің артылуы деп аталады.

B[e] феномені бар жұлдыздар арасында жақында үлкен топ (қазіргі уақытта шамамен ~100 объект) бөлініп шықты, олар рұқсат етілген және тыйым салынған өтпелердің ең күшті эмиссиялық сызықтарын және ыстық жұлдызға жақын шаң-тозаң сәулесімен байланысты ИҚ артылуын көрсетеді. Бұл топтың жұлдыздары прототип-жұлдызының тағайындалуы бойынша FS CMa объектілері деген атауға ие болды.

Осы объектілердің спектрлеріндегі эмиссиялық сызықтарының күшін FS CMa типті объектілерде байқалатын жарқырауы ~300-ден ~30000-ге дейінгі Күн жарқырауы бар жеке жұлдыздардың заттың эволюциялық жоғалуымен түсіндіруге болмайды. ИҚ артылудағы энергияның таралуы объектілердің эволюциясы процесінде протожұлдызды бұлттан қалған шаң-тозаңнан емес, жұлдыз маңындағы шаң-тозаңның пайда болуын болжайды.

FS CMa типті объектілердің бұл қасиеттері бұл заттың жұлдыздық компоненттер арасында орын алатын немесе орын алған қос жүйелер деген гипотезаны ұсынуға мүмкіндік береді. Тасымалданатын заттың бір бөлігі жұлдыздар маңындағы қабықшаны құрайды. Бұл гипотезаны тексеру үшін ұзақ мерзімді спектроскопиялық және фотометриялық бақылаулар қажет.

Жоғарыда айтылғандармен қатар, HD 45677 (FS CMa) жұлдызының эволюциялық статусы нақты анықталмаған. Бірнеше зерттеулердің авторлары оған Бас Тізбекке дейінгі сатыдағы объект статусын береді, алайда бақылау

деректері эволюцияның озық кезеңін көрсетеді, сондықтан бұл сұрақ әлі де ашық күйінде қалып отыр.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, осы диссертациялық зерттеудің негізгі бағыты **«FS CMa типті ыстық жұлдыздардың фотометриялық және спектрлік заңдылықтары»** тақырыбына бөлінді, ол B[e] феномені бар ыстық жұлдыздардың физикалық параметрлері мен эволюциялық статусын анықтауға арналған.

Жұмыстың мақсаты фотометриялық критерийлерді әзірлеу және FS CMa тобына жаңа объектілерді іздеу; B[e] феноменін көрсететін екі объектінің: HD 45677 (FS CMa) және AS 78 табиғаты мен эволюциялық статусын анықтау болып табылады; осы объектілерді спектрлік және фотометриялық бақылаулар қатарын зерттеу.

Зерттеу міндеттері

1. FS CMa типті объектілерді іздеудің фотометриялық критерийлерін өңдеу;

2. HD 45677 (FS CMa) және AS 78 объектілердің физикалық параметрлерін анықтау.

3. HD 45677 (FS CMa) және AS 78 эволюциялық статусын анықтау;

4. HD 45677 (FS CMa) және AS 78 қос жүйелер болып табылатын гипотезасын тексеру.

Зерттеу объектілері: B[e] феноменімен FS CMa типті ыстық жұлдыздар.

Зерттеу пәні: B[e] феноменін көрсететін FS CMa типті объектілердің байқалатын сипаттамалары.

Зерттеу әдістері: Зерттеу соңғы 20-30 жылда спектрдің оптикалық диапазонында фотометрия және спектроскопия әдістерімен жүргізілді.

Фотометриялық бақылаулар АФИФ ТШАО-да (Қазақстан) 1-метрлік телескопта орындалды – 8 (FS CMa), 6 – (AS 78); 0.81-метрлік телескопта Dark Sky Observatory (DSO, Appalachian State University, АҚШ) – 1; ASAS-SN (2014-2021), ASAS-3 (2003-2010) шолуларынан бақылаулар.

Спектрлік бақылаулар келесі обсерваториялардан алынды: 0.81-метрлік телескопта – Three College Observatory (АҚШ) – 68; 2-метрлік – San Pedro Martir observatory (SPM, Universidad Nacional Autónoma de México, Мексика) – 50; 3.6-метрлік телескопта – Canada-France-Hawaii Telescope (Mauna Kea Observatory, Гавайи) – 16; 2.7-метрлік – McDonald observatory (АҚШ) – 11; 2-метрлік – Himalayan Chandra Telescope (Үндістан) – 2; 2-метрлік – Apache Point Observatory, New Mexico, АҚШ – 1.

Өңдеу және талдау стандартты пакеттерді IRAF, Maxim DL, SAO Image DS9, XmGrace, Excel пайдалана отырып орындалды.

Қорғауға шығарылатын тұжырымдар

1) (B-V), (V-K), (J-K), K-[12] түс көрсеткіштеріне негізделген фотометриялық критерийлер спектрінде рұқсат етілген және тыйым салынған эмиссиялық желілер бар FS CMa типті объектілерге жаңа кандидаттарды, сондай-ақ қызыл сәуленің артық болуын анықтайды.

2) HD 45677 және AS 78 объектілерінің жарықтылығы $9 \cdot 10^{29}$ Вт және $3,1 \cdot 10^{30}$ Вт құрайды, бұл Герцшпрунг-Расселдің диаграммасындағы Басты

Тізбектен кейінгі объектілер эволюция сатысында екенін және жас жұлдыздар емес екенін көрсетеді.

3) HD 45677 жұлдызының спектріндегі сутегі желілері пішіндерінің қарқындылығының қатынасы 184 күн кезеңімен өзгереді, ал Si II фотосфералық желісінің жағдайы және AS 78 нысанының оптикалық жылтырлығы 120 күн кезеңімен өзгереді, бұл олардың қос жұлдызды жүйе болып табылатынын көрсетеді.

Жұмыстың жаңалығы

Диссертациялық жұмыстың жаңалығы мен өзіндік ерекшелігі онда **алғашқы рет:**

1) FS CMa типті объектілер тобына кандидаттарды іздеудің фотометриялық критерийлері әзірленді және олардың негізінде B[e] феноменін көрсететін 25 жаңа объект табылды;

2) FS CMa типті жұлдыздардың: HD 45677 және AS 78 20 мен 30 жыл аралығында фотометриялық және спектроскопиялық бақылауларына талдау жүргізілді, бұл зерттелетін объектілердің эволюциялық статусын анықтауға мүмкіндік берді;

3) HD 45677 жұлдызының спектріндегі сутегі сызығының профильдері шыңдарының интенсивтілік қатынасының, сондай-ақ, AS 78 объектінің Si II 5056 Å фотосфералық сызығының орны және оптикалық жарықтығының уақыт бойынша өзгеруі анықталды.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы

Жұмыста алынған нәтижелерді астрономиялық ғылыми-зерттеу зертханаларының мамандарының, оқытушылардың, докторанттардың, магистранттардың және жоғары оқу орындарының студенттерінің, физика мұғалімдерінің және жалпы білім беретін мектептердің оқушыларының қызметі үшін қолдануы мүмкін. Затты тасымалдау белгілері бар объектілерді іріктеудің әзірленген жаңа әдістері оқу процесі барысында сынақтан өткізілді, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың физика-техникалық факультетінде «Физика және астрономия» мамандығының бакалавриаты, магистратурасы мен докторантурасының арнайы курстарына енгізілді.

Диссертацияда алынған нәтижелердің практикалық пайдасы бақылаудың жаңа нәтижелері халықаралық эксперименттік деректер базасына елеулі үлес қосады, ұлттық және халықаралық масштабта осы зерттеулердің бақылау астрофизикасының өзекті проблемаларын шешуге бағдарлануымен анықталады, бақылаулар және олардың интерпретациясы газ-тозанды қабығы бар жұлдыздардың пайда болу механизмдерін, ыстық жұлдыздардың айналасында шаң-тозанның пайда болуын түсіну үшін маңызды, бұл түптеп келгенде Ғаламның пайда болуын түсінуге әкеледі.

Алынған нәтижелердің дұрыстығы мен негізділігі

Зерттеу барысында алынған нәтижелер мен қорытындылар барлық бөлімдердің мазмұнын көрсетеді және негізгі ғылыми нәтижелерді рецензияланатын халықаралық және отандық ғылыми журналдарда жариялаумен расталады. Жұмыстың ғылыми тұжырымдарының сенімділігі тәуелсіз зерттеулер нәтижелерімен және басқа авторлар алған қорытындылармен сәйкестігімен расталады.

Автордың жеке қосқан үлесі

2018 жылғы спектрлік бақылауларды автор University of North Carolina Greensboro (UNCG, АҚШ) басқаратын Three College обсерваториясының 0.81 метрлік телескопында ғылыми-зерттеу тағылымдамасынан өту кезінде алды. 2017, 2019 жылдардағы фотометриялық бақылаулардың бір бөлігін ізденуші В.Г.Фесенков атындағы Астрофизикалық институттың (АФИФ, Қазақстан) Тянь-Шань астрономиялық обсерваториясының (ТШАО) 1-метрлік телескопында орындады.

Ізденушімен спектрлік және фотометриялық бақылауларды өңдеу және талдау жүргізілді. Міндеттерді қою және алынған нәтижелерді талқылау ғылыми кеңесшілермен бірлесіп жүргізілді.

Басылымдар

Диссертациядағы негізгі нәтижелер 11 ғылыми жұмыста жарияланды, оның ішінде:

Thomson Reuters деректер базасы бойынша немесе Scopus халықаралық ғылыми деректер базасына кіретін басылымдардағы импакт-факторы жоғары мақалалар:

1. Khokhlov S.A., Miroshnichenko A.S., Kusakin A.V., Zharikov S.V., Kuratov K.S., **Kuratova A.K.** et al. Toward Understanding the B[e] Phenomenon. VII. AS 386, a Single-lined Binary with a Candidate Black Hole Component // *Astrophysical Journal*. – 2018. – Т.856. – № 2. – С.158 (**IF=5.58**)

2. Miroshnichenko A.S., Danford S., Zharikov S.V., Zakhochay O.V., **Kuratova A.K.** et al. Properties of Galactic B[e] Supergiants: V. 3 PUP – Constraining the Orbital Parameters and Modeling the Circumstellar Environments // *Astrophysical Journal*. – 2020. – Vol.897. – №1. – С.48. (**IF=5.75**)

ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған басылымдардағы мақалалар:

1. Манапбаева А.Б., **Куратова А.К.**, Куратов К.С., Алимгазинова Н.Ш., Көмеш Т., Демесинова А.М., Наурызбаева А.Ж., Кызгарина М.Т. Жас жұлдыздар спектрлеріндегі энергия таралуын бақылау және моделдеу // *Вестник КазНУ. Сер. физ.* – 2019. - № 2(69). - С.17-26.

Тезистер жинақтарындағы басылымдар:

1. Манапбаева А.Б., Демесинова А.М., **Куратова А.К.** MWC 342 жас жұлдызын зерттеу // *Мат. междунар. научн. конф. студ. и мол. уч. «Фараби Әлемі»*. – Алматы. - 2019. - С. 270.

2. Тилеукулова А.К., **Куратова А.К.**, Пердебаева М.Н. Фотометрические исследования звезды с B[e] феноменом IRAS 20090+3809 // *Мат. междунар. научн. конф. студ. и мол. уч. «Фараби Әлемі»*. – Алматы. – 2019. – С. 287.

3. Демесинова А.М., Манапбаева А.Б., **Куратова А.К.**, Базарова Г.А. Исследование эволюции двойных систем промежуточных масс // *Мат. междунар. научн. конф. студ. и мол. уч. «Фараби Әлемі»*. – Алматы. - 2019. - С. 252.

Шетелдік халықаралық конференцияларда:

1. **A. K. Kuratova**, A. S. Miroshnichenko, K. S. Kuratov, A. Zh. Naurzbayeva, N. Sh. Alimgazinova, and A. B. Manapbayeva. A Search for New Objects with the B[e] Phenomenon // *The B[e] Phenomenon: Forty Years of Studies*

ASP Conference Series, Astronomical Society of the Pacific, Vol. 508, Prague, Czech Republic, 2017. – pp. 229-232.

2. **Kuratova Aizhan K.**, Miroshnichenko Anatoly S., Kusakin Anatoly V., Zharikov Sergei V. et al. Spectroscopic monitoring of the B[e] objects FS CMa and MO Cam // Odessa Astronomical Publication, Vol.32, Ukraine, 2019. – pp.63-65.

3. Khokhlov, S.A., Miroshnichenko, A.S., Kusakin, A.V., **Kuratova, A.K.**, Zharikov, S.V., Zakhozay, O.V., et al. The Emission-Line Dusty Object IRAS 07080+0605, a Less Evolved Example of the Red Rectangle // Odessa Astronomical Publication, Vol.33, Ukraine, 2020. – pp.141-146.

4. D. Korčáková, A. S. Miroshnichenko, F. Sestito, S. V. Zharikov, N. Manset, V. Votruba, M. Šlechta, S. Danford, P. Kroupa, A. Raj, N. Dvoráková, S. A. Khokhlov, A. V. Kusakin, I. V. Reva, R. I. Kokumbaeva, Ch. T. Omarov, S. D. Chojnowski, N. Sh. Alimgazina, A. Zh. Naurzbayeva, **A. K. Kuratova**. The First Detection of a Strong Magnetic Field in a FS CMa Star // International conference OBA Stars: Variability and Magnetic Fields (STARS-2021), Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, April 26–30, 2021. – p.43.

5. A. S. Miroshnichenko, N. Sh. Alimgazina, A. Zh. Naurzbayeva, **A. K. Kuratova**, S. V. Zharikov, N. Manset, A. Raj. A New Search for Galactic Objects with the B[e] Phenomenon // International conference OBA Stars: Variability and Magnetic Fields (STARS-2021), Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia, April 26–30, 2021. – p.48.

Жұмысты апробациялау

Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер:

– «The B[e] Phenomenon: Forty Years of Studies» халықаралық ғылыми конференциясында (2017, Чехия Республикасы, Прага қаласы);

– «Фараби Әлемі» (2019, Алматы, Қазақстан) студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясында;

– 6-ші «New Trends in Cosmology, Astrophysics and after Gamow» және 20-ші «Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, High Energy Physics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology» Гамов халықаралық конференцияларда (2019, 2020, Одесса қаласы, Украина);

– «OBA Stars: Variability and Magnetic Fields (STARS-2021)» халықаралық ғылыми конференциясында (2021, Санкт-Петербург қаласы, Ресей) баяндалып, талқыланды.

Диссертация тақырыбының ғылыми жұмыстар жоспарларымен байланысы

Диссертациялық жұмыс ҚР БҒМ мемлекеттік бюджеттен қаржыландырылатын іргелі зерттеулердің мақсатты бағдарламалары шеңберінде орындалды:

1. «Ф.0679 – Жұлдыздық және планеталық жүйелердің астрофизикалық зерттеулері, «Ыстық жұлдыздардағы массаның жоғалуы мен шаң түзілуін зерттеу» жобасы (2015-2017 жж.);

2. «Ф.0795 – Галактикадан тыс және галактикалық объектілердегі және олардың ішкі жүйелеріндегі физикалық процестерді зерттеу», «Аралық массалардың қос жүйелерінің эволюциясын зерттеу» жобасы (2018-2020 жж.);

3. «Г.2013 – Қазақстан Республикасының индустриалды-инновациялық дамуының негізі ретінде қазіргі физиканың іргелі мәселелерін зерттеу, «Ыстық жұлдыздардың фотометриялық және спектрлік зерттеулері» жобасы (2016 ж.).

Диссертацияның көлемі мен құрылымы

Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 3 бөлімнен, қорытындыдан және 91 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады, 111 беттік негізгі компьютерлік мәтінді қамтиды, оның ішінде 59 сурет, 8 формула және 10 кесте.