«6D061100 – Физика және астрономия» мамандығы бойынша философия докторы PhD дәрежесін алуға арналған диссертациясына

АҢДАТПА

Хохлов Азамат Анатольевич

Жұлдызмаңайлы қабықшасы бар қос жұлдызды жүйелерді спектрлік және фотометрлік талдау.

Жұмыстың жалпы сипаттамасы

Бұл жұмыс B[e] құбылысы бар объектілердің арасында ең күшті ИҚ шығынына ие эмиссиялық IRAS 07080+0605 (V ~ 12.1) жұлдызының спектрлік және фотометриялық бақылауларын талдау нәтижелеріне арналған. Бұл зерттеу жұмысының мақсатын орындау үшін Мексиканың, Құрама Штаттарының, Чили мен Қазақстанның астрофизикалық обсерваторияларынан фотометрлік және спектрлік бақылау деректері алынған болатын. Сонымен қатар, әдебиет көздерінде кездесетін қол жетімді барлық мәліметтер мен ASAS SN, UCAC4 және 2MASS мәліметтері талданған. IRAS 07080+0605 жұлдызын бақылау 2004 жылдан 2021-ші жылға дейін екі онжылдықтай уақытты қамтиды. Осы диссертацияның екінші тарауында қолданылатын құралдарға, астрофизикадағы деректерді талдаудың заманауи әдістеріне және деректерді жинау әдістеріне кең шолу жасалған. Зерттеу нәтижесінде жұлдызды жүйенің физикалық параметрлері анықталған. Оптикалық және ИҚ аймақтарында энергияның спектрде таралуы модельденген. Объектінің жұтылу сызықтарының 24±1 тәуліктік периодымен және 10±2 км/с жартыамплитудасымен өзгеретінін анықталып, бұл аз массалы екінші компоненттің бар екеніне дәлел болды. Сонымен қатар ASAS SN мәліметтеріннен жұлдызды жүйенің көрінетін жылтырауы тұрақты 190 күн периодымен, алайда 0,2 жұлдыздық шамаға сәйкес тұрақсыз амплитудамен, өзгеріп отыратыны анықталды. IRAS 07080+0605 жұлдызының бақылау сипаттамалары «Қызыл үшбұрыш» (HD 44179) протопланеталық тұмандығына ұқсайтыны анықталды. IRAS 07080+0605 жұлдызының шаңды дискі ода көміртегі бөлшектерінің (шаңның барлық мөлшерінің ~ 10–20 %) және полициклді ароматты көмірсутектердің эмиссиялық сызықтарының (ПАК) бар екенін көрсетеді. Бақылау мәліметтерін жан-жақты талдау нәтижесінде IRAS 07080+0605 жұлдызы бақылау сипаттамаларына сәйкес post-AGB эволюциялық кезеңіне бағытталып жатқан алғашқы (анықталғандардың ішінен) FS Cma тобының жұлдызы деген қорытынды жасалды.

Тақырыптың өзектілігі

Сәулелік детекторлар пайда болғаннан бері алынған әртүрлі әдістермен (фотометрия, спектроскопия, интерферометрия) бақылаулар эволюцияның

әртүрлі кезеңдеріндегі жұлдыздардың 70% -дан астамы қос жұлдыз немесе көп жүйелердің бөлігі болып табылатынын көрсетті.

Бір-біріне жақын орналасып пайда болған қос жұлдызды жүйелер өмір бойы өзара әрекеттесе алады, осылайша бұл жүйелердегі масса алмасудың арқасында жүйеде үлкен көлемдегі жұлдызды материяның болу кезеңдерін арттырады. Осындай массатасымалдаудың периодтары жүйенің массаларын өзгертеді және жұлдызды жүйенің ішкі және сыртқы бөліктерін жұлдызмаңайлы газбен толтыра алады. Осымен бірге шаңды бөлшектер осындай қабықшаның сыртқы бөліктерінде де, яғни температурасы 1500-2000К-нен төмен температураларда пайда бола алады.

Қос жүйелердің кейбір түрлерінде жұлдыздық құрамдас бөліктер арасындағы масса алмасудың күштілігі соншалықты, ол компоненттерінің массасын айтарлықтай өзгертуімен қатар ұлкен және тығыз, өте үлкен мөлшердегі жұлдызмаңайлы газдың конденсациясымен қоса жүретін, жұлдызмаңайлық газды дисктің пайда болуына әкеледі. Мұндай жүйелер жұлдызды фотондардың жұлдызмаңайлы газ мен шаңнан қайта саулеленуінің арқасында спектрінде күшті эмиссиялық сызықтармен бірге көрінетін және ИҚ шығындарға ие болатынын көрсетеді. Жоғарыда аталған құбылыстар Вольф-Райе серік жұлдызы бар екілік жүйелерде байқалады; планетарлық тұмандыққа қарай дамитын асимптотикалық алпауыт тармақтың қос жұлдыздарында; ашық көк айнымалылар (LBVs); және FS Canis Majoris (FS CMa) типті объектілерде.

FS CMa типті объектілерді 2007 жылы профессор Мирошниченко жеке жаңа топ ретінде анықтады. Қолданыстағы расталған деректерге, сондай-ақ талдау нәтижелеріне сәйкес FS CMa объектілерін қалыптастырудың ең ықтимал сценарийі бұл массаның бір бөлігінің жұлдызды кеңістікке жоғалуы мен шаң-тозаңды қабықшасының немесе дискінің пайда болуымен жүретін қос жүйенің құрамдас бөліктері арасында күшті масса алмасу орын алатын жақын қос жүйенің эволюциясы болып табылады.

Қазіргі уақытта FS CMa жұлдыздарын зерттеуде айтарлықтай ілгерілеушілік бар. Ұзақ мерзімді бақылау уақыттық қатарларының егжей-тегжейлі және жан-жақты талдауы осы жұлдыздар тобының спектрлік өзгерістері сияқты жаңа қасиеттерін ашуға мүмкіндік берді; жұлдыздар спектрінде литий сызықтарының болуы және т.б. Осы топтың бірқатар объектілері үшін орбиталық периодтар анықталды, жүйенің құрамдас бөліктерінң физикалық ерекшеліктері сипатталды және жұлдыздардың физикалық параметрлері анықталды, анықталған параметрлер объектілердің жарқырауының кең ауқымын көрсетті, ол мұндай жұлдыздардың біздің Галактикада да, басқаларында да. мөлшерінің көп болуын дәлелдейді. Өте күшті ИҚ шығын FS Cma тобының жұлдыздары Галактикадағы есептелмейтін шаңның көзі екенін көрсетеді. Мұндай объектілер ешқашан шаң шығарушылар болып саналмаған және галактикалық шаңның «өндірілуін» қайта бағалау қажет екенін көрсетеді.

Бұл жаңа топты зерттеуде проблемалар бар, олардың негізгілері жұлдыздардың физикалық параметрлерін және олардың жұлдызмаңайлы

қабықшаларын анықтау, сондай-ақ жұлдыздың эволюциялық статусын анықтау. Соңғысы FS CMa тобының кейбір объектілерінің эволюциялық статусы туралы қарама-қайшы пікірлерді тудырады. Бұл жұлдызмаңайлы қабықшалардағы заттардың түзілу механизмдеріне байланысты. Мысалы, FS CMa тобының ең жарқын объектілері үшін: HD 85567, HD 50138, FS CMa, жұлдыздардың эволюциялық статусы туралы қарама-қарсы көзқарастар бар. Бірқатар зерттеулер жоғарыда аталған объектілерді негізгі реттілікке эволюция сатысында тұрған Herbig Ae/Be (HAeBe) жұлдыздары ретінде жіктейді. Алайда бұл объектілердің ешқайсысы жұлдыз түзетін аймақта орналаспаған. Бұл объектілердің нағыз жас жұлдыздардан негізгі айырмашылығы $\lambda > 10$ мкм толқын ұзындығында ағынның күрт төмендеуі болып табылады. Бұл ерекшелік эволюцияның алдыңғы кезеңдерінде пайда болған жұлдызмаңайлық қабықшада суық/алыс шаңның болмауынан туындайды. Бас тізбек жұлдыздарына жақын жерде жұлдызды материя үлкен туыстық бұлттардан жиналады, сондықтан оның құрамында суық/алыс шаң болады.

Жоғарыда аталған объектілердің тағы бір ықтимал эволюциялық сценарийі А.С.Мирошниченко (жоғарыда сипатталған) ұсынған қос жүйенің компоненттері арасындағы консервативті емес масса алмасу болып табылады, және осыдан кейін ол оны жеке классқа FS CMa прототипіне сәйкес жіктеген. Сонымен қатар, HD 85567, HD 50138, FS CMa үшін қосарлдану белгілері барлық үш жұлдыз үшін спектр-астрометриялық бақылауларда анықталды. Осыған қарамастан, HD 85567, HD 50138, FS CMa объектілері жас Herbig Ae/Be жұлдыздары ретінде жіктелген бірқатар жұмыстарда қосарлылық ескерілмейді.

Жоғарыда айтылғандай эволюциялық статусты анықтау мәселесінен басқа, келесі себептерге байланысты кейбір FS CMa объектілерінің жарқырауын (жүйенің негізгі параметрлерінің бірі) анықтау мәселесі туындайды. Біріншіден, жұлдызмаңайлы заттың әсер етуін түсіндіру оңаф емес, себебі зат жұлдыз сәулесін жұтумен қатар спектрлік сызықтарда иондаушы ультракүлгін сәулеленуді, оптикада және ИҚ-контиуумінде қайта шығарады. Екіншіден, әртүрлі әдістермен анықталған объектілерге дейінгі қашықтық кейбір жағдайларда бір-бірімен сәйкес келмейді.

Қазіргі уақытта жаңадан ашылған FS CMa тобының объектілерінің табиғаты мен процестерін ашу үшін жауап беру қажет бірқатар маңызды сұрақтар бар. Оларға бұл топтың объектілерінедейінгі және кеінгі объектілерді іздеу, шаңның пайда болу уақытын және оның ұзақтығын шектеу, жақын маңдағы объектілердің болмауының себептерін іздеу, топтың жаңа бақылау сипаттамаларын және бұл жұлдыздар эволюциясының қай кезеңінде екенін анықтау және т.б.

Осы жаңа топтың әрбір объектісін егжей-тегжейлі және жан-жақты зерттеу FS CMa жұлдыздарының табиғатын түсінудегі қажетті процесс болып табылады.

Сондықтан, осы диссертациялық жұмыстың аясында B[e] құбылысы бар объектілер арасында ең күшті ИҚ-шығынына ие IRAS 07080+0605 жүйесі

зерттелді. Бұл жұлдызды FS CMa тобына Мирошниченко А.С. 2007 ж., қосарлылық сипаты бар жұлдыз ретінде қосқан болатын. Дегенмен, объектіні зерттеуге қатысты соңғы зерттеулер (Arias et al. 2018; Condori et al. 2019) IRAS 07080+0605-ті жұлдызын бас тізбекке дейінгі (pre-main-sequence) жұлдыз ретінде жіктейді. Сонымен қатар, IRAS 07080+0605 жүйесі үшін параметрлерді анықтауда бірқатар өзгешеліктер бар. Бұл, ең алдымен, Condori және т.б. 2019 жұмысында келтірілген тек бір спектрді барлық оптикалық диапазонда FEROS спектрографын пайдалану арқылы алынғанын есептемегенде тар толқын ұзындық диапазонда және бір өлшемді спектрлері пайдалану арқылы ғана зерттеліп келгеніне байланысты. Бұл жағдайлар жүйенің нақты іргелі параметрлерін анықтау үшін спектрлік сипаттамаларын мұқият зерттеуге кедергі келтірді.

Жұмыстың мақсаты IRAS 07080+0605 эмиссиялық жұлдызын жан-жақты зерттеу болып табылады, оған мыналар кіреді: IRAS 07080+0605 оптикалық спектрлерінің үлкен жинағын (жоғары ажыратымдылықты) зерттеу, оптикалық және инфрақызыл сәулелерде спектрдегі энергияның таралуын модельдеу, іргелі параметрлерді нақтылау үшін өзінің көп түсті оптикалық және жақын инфрақызыл фотометриясын зерттеу, сонымен қатар объектінің табиғаты мен эволюциялық жағдайын зерттеу.

Зерттеу міндеттері

1. Спектрлік және фотометрлік талдаудың негізінде эмиссиялық IRAS 07080+0605 жұлдызының негізгі іргелі параметрлерін анықтау.

2. IRAS 07080+0605 жұлдызының энергиянң спектрінде таралуын модельдеу.

3. IRAS 07080+0605 жұлдызының бақылау сипаттамаларына негізделе отырып жұлдыздың табиғатымен эволюциялық статусы жайлы қорытындылар жасау.

Зерттеу объектісі: FS CMa типіндегі эмиссиялық IRAS 07080+0605 жұлдызы.

Зерттеу әдістері

1. IRAS 07080+0605 жұлдызының фотометриялық және спектрлік бақылаулары.

2. IRAF астрофизикалық деректерді өңдеу пакетін пайдалану арқылы алынған бақылау деректерін өңдеу және талдау.

3. IRAS 07080+0605 жұлдызының спектріндегі энергияның таралуын модельдеу

Қорғауға ұсынылған негізгі тұжырымдамалар

1. IRAS 07080+0605 жұлдызының жоғары ажыратымдылықтағы спектрлерінің кросс-корреляциялық талдауын пайдалана отырып, бұл жүйеде қосымша жұлдыздық компоненттің бар екені анықталды.

2. Жоғары ажыратылымдықтағы спектрлердің талдауының, фотометрияның және ЭСТ-ын модельдеуінің нәтижесінде IRAS 07080+0605 жұлдызының бақыланатын оптикалық жарықтылығы V сүзгісінде жұлдызмаңайлы диск әсерінен 43 есе төмендейтіні айқындалды.

3. Кешенді зерттеу негізінде: фотометриялық және спектрлік айнымалылықты зерттеу, оптикалық және ИҚ-аймақтағы энергияның спектрде таралуын модельдеу, іргелі параметрлерін анықтау мен Қызыл Үшбұрыш планетарлық тұмандығымен салыстыра отырып IRAS 07080+0605 жұлдызының бақылау сипаттамалары аталған жұлдыдың FS CMa тоына жататынын және post-AGB эволюциялық кезеңіне бара жатқан екенін көрсетті.

Жұмыстың жаңашылдығы келесіде:

1. Бақылау деректері бойынша post-AGB эволюциялық кезеңіне бағытталған FS Cma тобына жататын алғашқы жұлдыз анықталды.
2. IRAS 07080+0605 жұлдызының спектрінде жұтылу сызықтарының өзгкрістері анықталды.
3. IRAS 07080+0605 жұлдызының энергияның спектрде таралу моделдеуі жүргізілді.
4. IRAS 07080+0605 жұлдызында post-AGB эволюциялық кезеңіндегі (HD 44179) Қызыл Үшбұрыш жұлдызының сипаттамаларына ұқсайтын ерекшеліктер анықталды.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы

Бұл диссертациялық жұмыстың нәтижелері Галактикалар мен жұлдыздарда шаңның пайда болуы мен эволюциясын түсіндіру үшін пайдалы болады.

Зерттеу дерек көздері пайдаланылған әдебиеттер тізімінде келтірілген түпнұсқа ғылыми еңбектер болып табылады.

Автордың жеке үлесі

Талдау нәтижелерін өтініш берушінің өзі алды. Жұмысқы міндеттерді қою және нәтижелерді талқылау ғылыми кеңесшілермен бірлесіп жүргізілді.

Нәтижелердің сенімділігі

Жұмыстың ғылыми тұжырымдарының сенімділігі басқа авторлар алған ұқсас объектілердің табиғаты туралы теориялық үлгілер мен қорытындыларға сәйкестігімен расталады.

Жұмысты апробациялау

Диссертацияда қамтылған негізгі нәтижелер ғылыми мақалада жарияланды, оның ішінде:

Thomson Reuters деректер базасына сәйкес жоғары импакт-факторы бар мақалалар немесе Scopus халықаралық ғылыми деректер базасына енгізілген жарияланымдар:

1. Khokhlov S. A., Miroshnichenko A. S., Zharikov S. V., Grankin K. N., Zakhozhay O. V., Manset N., Arkharov A. A., Efimova N., Klimanov S., Larionov V M., Khokhlov A. A., Kusakin A. V., Omarov C. T., Kokumbaeva R. I., Reva I. V., and Agishev A. T. Toward Understanding the B[e] Phenomenon. VIII. Nature and Variability of IRAS 07080+0605 //The Astrophysical Journal. – 2022. – Vol.932. – №1.

Қазақстан Республикасының Жоғары білім және ғылым министрлігі ұсынған:

1. Сарманбетов С.А., Кожагулов Е.Т., Ибраимов М.К., Хохлов А.А. Классификация спектров нормальных звезд главной последовательности нейронной сетью глубокого очищения // Журнал проблем эволюции открытых систем, выпуск 21 Т1, 2019

2. Жексебай Д.М., Хохлов С.А., Әсілхан Ә.Д., Хохлов А.А. Машиналық оқытудың (Machine learning) көмегімен молекулалық бұлттарды және жұлдыздардың қалыптасуын жіктеу // Журнал вестник «КазНИТУ», №3 (139), 2020г.

3. Ауельбекова Д. О. Амантаева А.Е. Хохлов А. А. Тұтылмалы жұлдызды модельдеу 2MASSJ02253615+2805508 // ҚазҰТЗУ хабаршысы №22021.

Тезистер жинақтарындағы жарияланымдар:

1. Нодияров А.С., Хохлов А. А. Спектральные изменение звезды IRAS 07080+0605 Материалы международной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі». – Алматы, 2019.

2. Ауельбекова Д. О., Хохлов А. А. Фотометрические исследования звезды IRAS 07080+0650 // Материалы международной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі». – Алматы, 2020.

3. Хохлов А. А. Природа IRAS 07080 + 0605 // Материалы международной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі». – Алматы, 2021.

Диссертация тақырыбының ғылыми жұмыс жоспарларымен байланысы

Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің «Ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру» іргелі ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарына сәйкес **«AP08856419** – Тығыз қос жұлдызды жүйелердегі кккрецияның бақылау көріністерін компьютерлік модельдеу әдістерімен талдау» және «AP19578879-Компьютерлік модельдеу әдістерін қолдана отырып, FS CMa типті жұлдыздардың бақылау көріністерін зерттеу» тақырыптары бойынша жүргізілді.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі

Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жұмыс 34 формуламен, 45 суретпен, 9 кестемен көркемделген, машинкамен басылған 99 беттік мәтінмен ұсынылған, әдебиеттер тізімінде 93 атау бар.