

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

АҢДАТПАСЫ

Жексебай Даурен Мурзатулы

Молекулалық бұлттардың және жұлдыздардың қалыптасуының радиоастрономиялық сипаттамалары

Жұмыстың жалпы сипаттамасы

Бұл жұмыс массивті жұлдыз қалыптасуымен байланысты молекулалық сырт ағындарды зерттеуге арналған. Шоғырлар Галактиканың АРЕХ телескопымен үлкен аумақты шолуынан салыстырмалы түрде күшті CO (3–2) эмиссиясы бар CO жоғары ажыратымдылық шолуы (CONRS) арасынан таңдалды. Бастапқы үлгілер арасындағы сырт ағындарды анықтау негізінен CO (3-2) спектрлерінің сызық қанаттарын және позиция-жылдамдық (Position-Velocity – PV) диаграммасын галактикалық ендік пен бойлық бойымен кесілген кескінін тексеру арқылы жасалды.

Тақырыптың өзектілігі

Жұлдыздардың қалыптасуы – бұл протожұлдыздық объектілер коллапсы мен заттардың аккрециясын, сондай-ақ биполярлы сырт ағындар түріндегі жұлдыз қалыптасу жүйесінің әсерінен массасын жоғалтуды қамтитын күрделі процесс. Молекулалық сырт ағынның іске қосылу механизмі массивті жұлдыздардың пайда болуын түсіну үшін өте маңызды. Жаңадан пайда болған жұлдыздардың сырт ағыны импульс пен энергияны қоршаған молекулалық бұлтқа бірнеше астрономиялық бірліктен ондаған парсекке дейін қашықтықта жібереді. 1976 жылы Orion KL жұлдыз қалыптасу аймағында алғашқы молекулалық сырт ағын тәжірибелік түрде ашылғаннан бері, көптеген басқа сырт ағындар ашылды. Соңғы 40 жылда массасы аз сырт ағындар саны айтарлықтай өсіп, нәтижесінде бірнеше түрлі модельдер пайда болды. Алайда массивті жұлдыздардың пайда болуымен байланысты молекулярлық сырт ағындар саны жағынан салыстырмалы түрде аз. Массивті жұлдыздардың пайда болуының процестері әлі де қызу пікірталастың тақырыбы болып табылатындығын ескере отырып, бұл процестерді түсіну үшін егжей-тегжейлі зерттеу үшін үлкен сырт ағындарды анықтау өзекті болып саналады.

Молекулалық сырт ағындар барлық массадағы жұлдыздар үшін, әсіресе жоғары массалы жұлдыздардың пайда болуы туралы түсінігімізді жақсартудың пайдалы құралы болып табылады. Массасы аз жұлдыздар үшін аккрециялық дискілерден туындаған биполярлық сырт ағындар теориялық модельдер мен бақылауларда расталған түзілу процесінің негізгі құрылыс материалы болып табылады. Алайда, жұлдыздардың жаппай пайда болу процесі әлі де көп талқылануда.

Жұлдыздардың массивті түзілуіне байланысты сырт ағындардың жүйелік зерттеулері массасы аз жұлдыздағы процестерді зерттеуге қарағанда әлдеқайда кеш басталды. 122 массивті жұлдыз түзуші аймақ (MSF) бағытында CO (1–0) қанаттарын іздеу олардың 90%-ында орташа және жоғары жылдамдықтағы қанаттар табылды. 10 MSF аймағының CO (1-0) картографиясы бес үлкен массалық сырт ағынды анықталды. Кейінірек 69 массивтік протожұлдыздарды CO (2-1) үміткерлеріне жүргізілген шолу жоғары жылдамдықты газдың жұлдыздардың жас объектілерінде кең таралғаны көрсетілді. 26 дереккөздің 21-інде биполярлық сырт ағын анықталды. Бұл зерттеулер көрсеткендей, массасы үлкен сырт ағындар массасы аз сырт ағындарға қарағанда әлдеқайда массивті және қуатты. Массивті және массасы аз сырт ағындардың коллимациялық факторлары айтарлықтай ерекшеленбейтіндігі анықталды, бұл өзге жұмыс нәтижелерінен ерекшеленді. 6.7 ГГц жиілікте метанол мазерімен байланысты 54 массасы үлкен сырт ағындарды зерттеу іске асырылып, массасы үлкен сырт ағындар аз массалы объектілер үшін де орындалатын сырт ағындар белсенділігі мен шоғыр массасы арасындағы масштабтау заңына бағынды, яғни аз массалы және массасы үлкен жұлдыздарда қалыптасу үдерісі бірдейлігін көрсетілді. Сырт ағындар қоршаған ортадағы турбуленттілікті тудыратындай қуатты, бірақ бұлт турбуленттілігіне айтарлықтай ықпал етпейді деп болжанды.

Жоғарыда айтылғандардан массивті жұлдыздардың қалыптасуына байланысты молекулалық сырт ағындарды мұқият зерттеу қажет деген қорытынды жасауға болады.

Дәстүрлі сырт ағынды іздеу әдістері, әдетте, басқа бақылаулардан белгілі жұлдыз қалыптастыру белсенділігінің анықтамалық дереккөздеріне негізделген. Инфрақызыл дереккөздер молекулалық сырт ағынның индикаторы ретінде пайдаланылды. Соңғы онжылдықта молекулалық сырт ағынды ауқымды іздеу минуттық бұрыштық ажыратымдылықтан молекулалық сызықтарды зерттеудің көп деректері арқылы мүмкін болды.

Алайда, қолмен сәйкестендіру зерттеулері көп деректерді өңдеуге байланысты ауыр және адамдар бейнені қалай қабылдауы сияқты субъективті факторларды қамтиды. Компьютерлік іздеу әдістерін енгізуге қатысты аздаған жұмыстар бар. Соңғы жылдары машиналық оқыту алгоритмдері қарапайымдылығымен және дәлдігімен үлгіні тану саласында кеңінен қолданыла бастады. Белгіленген критерийлерден гөрі алдын-ала белгіленген үлгілер жиынтығына сүйене отырып, олар нақты анықтау қиын құрылымдарды анықтауға арналған тамаша құралдар болар еді.

Астрофизикалық мәліметтер жиынтығын талдауда ML әдістерін қолдану өсуде. Үлкен көлемдегі мәліметтер жиынтығын санаулы уақытта өңдеу қабілеті бар бұл әдістер машиналық оқытуды одан әрі тартымды етеді. Машиналық оқыту саласында үздіксіз жаңалықтар ағыны болғандықтан, оны астрономиядағы қолдану оның орасан зор әлеуетін көрсетеді. Деректерді талдаудың бұл жаңа әдісі астрономиялық мәселелер туралы басқаша ойлануды, деректер туралы жаңа көзқарастарды дамытуды және

информатика, техника және басқа салалардағы зерттеушілермен белсенді ынтымақтастықты талап етеді.

Машиналық оқыту әдістері сәйкестендіру мен жіктеу процесінің қажетті абстракциясы үшін болашағы бар жол ұсынады. Бұл әдістерді анықтайтын алгоритмдер мәліметтерге негізделген және бақыланатын және қажетті параметрлері арасындағы байланысты параметрлік физикалық модельдерді қолданбай зерттеуге арналған. Қосымша мәліметтер алынып, жаттығулар жиынтығының сапасы мен көлемі жақсарған сайын, машиналық оқыту өзінің білімін және мәліметтер жиынтығының моделін жақсарта алады, одан да нақты болжамдар жасай алады. Сондай-ақ, адамдардан айырмашылығы, машиналық оқыту модельдері жедел және автоматты түрде жаңа масштабталатын процесс арқылы жаңа деректер туралы болжам жасай алады.

Жұмыстың мақсаты массивті жұлдыздардың пайда болуының процестерін түсіну үшін үлкен сырт ағындарды анықтау және зерттеу болып табылады.

Зерттеудің міндеттері

1 Бастапқы үлгілер арасындағы сырт ағындарды CO (3-2) спектрлерінің сызық қанаттарын және PV диаграммасын галактикалық ендік пен бойлық бойымен кесілген кескінін тексеру арқылы анықтау.

2 Сырт ағынның физикалық параметрлерін есептеу

3 Сырт ағын параметрлерін шоғыр қасиеттерімен сылыстыра отырып осы параметрлердің физикалық мәндерін талқылау.

Зерттеу нысандары: ATLASGAL дереккөзінен салыстырмалы түрде күшті CO (3-2) эмиссиясына ие шоғырлар.

Зерттеу пәні: молекулалық сырт ағындарда болатын құбылыстар заңдылықтары.

Зерттеу әдісі

Радиоастрономиялық сигналдарды талдау үшін осы диссертацияда кешенді талдау әдістері қолданылады. Компьютерлік талдау Gildas бағдарламалық кешенінде және Python бағдарламасымен жүргізілді.

Қорғауға арналған негізгі тұжырымдар:

1. COHRS деректерінен құрылған PV (позиция-жылдамдық) диаграммаларын талдау Галактиканың $10^\circ < l < 55^\circ$ және $|b| \leq 0.5^\circ$ аймағында массивті сырт ағыны бар 157 жаңа жұлдыз қалыптасу шоғырларының болуын көрсетеді.

2. Жұлдыз қалыптасу сатысы дамыған (H II аймағына тиісілі MSF) шоғырлардың физикалық параметрлері ($M_{clump} > 2.5 \times 10^3 M_\odot$,

$L_{bol} > 3.0 \times 10^5 L_{\odot}$, $T_{dust} > 20K$, $N_{H_2} > 10^{22.4} cm^{-2}$) жоғары мәндерге ие, сонымен қатар зат ағынының лездігі ($\dot{M}_{out} > 3.2 \times 10^{-3} M_{\odot} yr^{-1}$) де жоғары болады.

3. CO (3-2) молекулаларының интенсивтілік спектрлерін талдаумен анықталған механикалық күш, массасы төмен шоғырларға ұқсас, массивтік шоғырларда жарықтылық жоғарылаған сайын өседі, бұл логарифмдік масштабта сызықтық жуықтауға сәйкес келеді ($\lg(F_{out}) = -4.90 + 0.70 \lg(L_{bol})$).

Жұмыстың ғылыми жаңалығы алғаш рет келісі жұмыстар жүргізілуіне байланысты:

1 Толық үлгілерде 20% анықтау ықтималдығымен барлығы 157 массасы үлкен сырт ағындар анықталды, және анықталған биполярлы сырт ағындармен және сенімді қашықтықтағы 84 сырт ағынның қасиеттері есептелді.

2 Сырт ағындар тиісінше 5 тыныш шоғырларда (5/19 немесе 26%), 7 протожұлдыз шоғырларында (7/93 немесе 8%), 67 YSO шоғырларда (67/386 немесе 17%) және 78 MSF шоғырларда (78/269 немесе 29%) анықталды. 26% тыныш шоғырда анықтау жылдамдығы үлгінің аздығына байланысты.

3 Үлгі үшін сырт ағын массасы мен шоғыр массалары арасындағы статистикалық байланыс $\lg(M_{out}/M_{\odot}) = (-1.1 \pm 0.21) + (0.9 \pm 0.07) \lg(M_{clump}/M_{\odot})$ қатынасымен анықталды.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңызы

Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелерді массивті жұлдыздардың қалыптасу процестерін зерттеу және қалыптасу механизмін түсіну үшін қолдануға болады.

Автордың жеке үлесі

Дипломдық жұмыстың авторы Қытайдағы обсерваторияда (Xinjiang Astronomical Observatory of the Chinese Academy of Sciences, Үрімші) спектрлік мәліметтерді өңдеуге, талдауға қатысты.

Талдау нәтижелерін үміткердің жеке өзі алды. Тапсырмаларды қою және нәтижелерін талқылау ғылыми кеңес берушілермен бірлесіп жүзеге асырылды.

Нәтижелердің сенімділігі

Жұмыстың ғылыми қорытындысының сенімділігі теориялық модельдердің келісуімен, басқа авторлар алған ұқсас объектілерді зерттеу туралы тұжырымдармен расталады.

Жұмыстың апробациясы

Диссертациялық жұмыс материалдары негізінде 7 баспа жұмыстары жарық көрді.

Thomson Reuters деректер базасы бойынша немесе Scopus халықаралық ғылыми деректер базасына енетін басыламдарда жоғары импакт-факторлы мақалалар:

1. Li Q., Zhou J., Esimbek J., He Y., Baan W.A., Li D., Wu G., Tang X., Ji W., Zhexeray D. High-mass Outflows Identified from COHRS CO (3–2) Survey // The Astrophysical Journal. – 2018. – Vol. 867, № 2. – P. 167.

Қазақстан Республикасы БҒМ БҒСБҚК ұсынған басылымдардағы мақалалар:

1. Жексебай Д.М., Хохлов С.А., Әсілхан Ә.Д., Хохлов А.А. Машиналық оқытудың (machine learning) көмегімен молекулалық бұлттарды және жұлдыздардың қалыптасуын жіктеу // Вестник КазНУ. – 2020. – Т. 139, № 3. – С. 142-149.

2. Жексебай Д.М., Хохлов С.А., Кожангулов Е.Т. Прогнозирования параметров и классификация молекулярного оттока с помощью сверточных нейронных сетей //Recent Contributions to Physics. – 2020. – Т. 75, № 4. – С. 88-95.

3. Kozhagulov Y.T., Zhexebay D.M., Sarmanbetov S.A., Sagatbayeva A.A., Zholdas D. Comparative analysis of object detection processing speed on the basis of neuroprocessors and neuroaccelerators //Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2020. – Vol. 332, № 4. – P. 61-67.

Тезистер жинақтарындағы жарияланымдар:

1. Zhanabaev Z.Zh., Kozhagulov Y.T., Khokhlov S.A., Ibraimov M.K., Zhexebay D.M., Agishev A.T. Commercialization of Studies of Neural Network Integrated Circuits //«Қоғамдық сананы жаңғыртудағы жоғары оқу орнының рөлі: «Университет 4.0 моделіне көшу» атты 48-ші ғылыми-әдістемелік конференциясының материалдары, 2018. – Т. 18. – С. 216.

2. Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Агишев А.Т. Биометрическая система на основе нейронных сетей для учета рабочего времени //Международная научная конференция студентов и молодых ученых, «ФАРАБИ ӘЛЕМІ», 2019. – С. 254.

3. Sagatbayeva A.A., Aitu B., Kanishuly I., Zhexebay D. Deep neural networks for object detection //Международная научная конференция студентов и молодых ученых, «ФАРАБИ ӘЛЕМІ», 2019. – С. 283.

Авторлық куәліктер:

1. Кожангулов Е.Т., Ибраимов М.К., Хохлов С.А., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А. Farabi Vision 1 – Тұлғаны сәйкестендіру арқылы жұмыс уақытын есепке алудың биометриялық жүйесі //Авторлық куәлік, 2019. № 1464.

2. Агишев А.Т., Хохлов С.А., Кожангулов Е.Т., Сарманбетов С.А., Жексебай Д.М., Ибраимов М.К. КІТС СТАТ – Келушілерді санау және видео-аналитика жүйесі //Авторлық куәлік, 2019. № 5461.

Диссертация тақырыбының ғылыми жұмыстар жоспарларымен байланысы

Диссертациялық жұмыста әзірленген әдістер ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарына сәйкес «Бейімделгіш өзқауымдасқан нейрондық

желіге негізделген машинаның көру» тақырыбы бойынша ҚР БҒМ ҒК «Өнімді инновацияларды ынталандыру» жобасының шеңберінде қолданылады.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі

Диссертация кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және екі қосымшадан тұрады. Жұмыс 41 сурет кескінделген, 2 формула, 5 кесте келтірілген, пайдаланылған әдебиеттер тізімі 211 атауды қамтитын 124 беттен тұратын машинамен басылған мәтінде берілген.