

«6D061100 – Физика и астрономия» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін диссертациялық жұмысқа

АҢДАТПА

МАНАПБАЕВА АРАЙЛЫМ БЕКБОЛАТҚЫЗЫ

AQUILA МОЛЕКУЛАЛЫҚ БҮЛТЫН РАДИОАСТРОНОМИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ЖҮЛДЫЗ ТҮЗІЛУ АЙМАҚТАРЫН ІЗДЕУ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Бұл диссертациялық жұмыс Aquila молекулалық бұлтының W40 және Serpens South жұлдыз түзілу аймақтарын радиоастрономиялық бақылауға және Serpens3 жаңа жұлдыз түзілуін аймағын анықтауға, сондай-ақ бақыланған инфрақызыл бақылаулар деректері бойынша қарастырылып отырған аймақтардағы жас жұлдызды объектілерді табуға және олардың эволюциялық кезеңін анықтауға бағытталған. Бұл зерттеу радиоастрономия үшін өте маңызды, өйткені молекулалық бұлттар жұлдыздардың пайда болу орны болып саналады және жұлдыз түзілу процестерін түсіну жұлдыздық жүйелердің қалыптасуы мен эволюциясы туралы ақпаратты тереңдетуге көмектеседі. Диссертациялық жұмыста алғаш рет Қытай Ғылым Академиясының Шыңжаң астрономиялық обсерваториясының 26-метрлік Нань-Шань радиотелескопынан алынған Aquila молекулалық бұлтының W40 және Serpens South аймақтарындағы формальдегид молекуласы (H_2CO) мен $H_{110\alpha}$ радиорекомбинациялық сызығының радиоастрономиялық бақылауларына талдау жасалды. Зерттеу барысында жұлдыз түзілудің Serpens3 жаңа аймағы анықталды. W40 III аймағындағы $H_{110\alpha}$ радиорекомбинациялық сызығының бақылауларын талдау оның физикалық параметрлерін есептеуге мүмкіндік берді, оған сәйкес иондалған сутегі аймағы ультракомпакт типке жатқызылатындығы дәлелденді. Жақын және орта инфрақызыл бақылаулар деректері бойынша жас жұлдыз объектілерін іздеу және сәйкестендіру үшін жасақталған алгоритм зерттелетін әрбір жұлдыз түзілу аймақтарында бұрын анықталмаған объектілерді анықтауға мүмкіндік берді. Спектрдегі энергияның таралуы деректері негізінде объектілердің эволюциялық мәртебесі туралы қорытынды жасалды.

Тақырыптың өзектілігі. Соңғы жылдары молекулалық астрофизиканың ең маңызды жетістігі жұлдыздар молекулалық бұлттарда қалыптасуы туралы негізгі түсініктің пайда болуы болды. Молекулалық бұлттар мен жұлдыз түзілу аймақтарын зерттеу астрономиялық қауымдастық үшін өте өзекті мәселе және жұлдыздар, галактикалар және Ғаламның эволюциясы туралы ақпаратты жетілдіруде үлкен потенциалға ие. Молекулалық бұлттар жұлдыздардың пайда болуын зерттеудің негізгі объектілері болып табылады, өйткені олар жұлдыздар мен планеталардың пайда болу орындарын білдіреді. Жұлдызаралық молекулалар жұлдыздардың пайда болуы мен жойылу процестерінің жақсы

көрсеткіштері болып табылады, олардың болуы эволюцияның әртүрлі кезеңдерінің белгісі болып табылады. Жұлдызаралық молекулалардың іздерін аспан денелерінің барлық түрлерінде – ерте Ғалам объектілерінен бастап аса жаңаның қалдықтарына дейін табуға болады. Сондықтан молекулалар жұлдызаралық ортада пайда болатын белгілі бір процестер мен күйлердің көрсеткіштері ретінде қарастырылады. Молекулалық газ бұлттарының кинематикасы мен физикалық құрылымы туралы деректерді алудың тиімді әдісі радиосызықтардың қарқындылығын картаға түсіру болып табылады. Осы мақсатта әртүрлі күрделі молекулалардың сызықтары байқалады, мысалы, CO, H₂CO, NH₃, CH₂O және т.б. радиорекомбинациялық сызықтардың бақылаулары жұлдыз түзілу аймақтарымен байланысты НІІ аймақтарында болатын процесстер мен олардың физикалық параметрлерін зерттеуге бірегей мүмкіндік береді. НІІ аймақтарының тығыздығын, температурасын, массасын және басқа сипаттамаларын анықтау жұлдыз түзілу механизмдерін, газ динамикасын және молекулалық бұлттардың жас жұлдыздардың сәулеленуімен өзара әрекеттесуін тереңірек түсінуге мүмкіндік береді.

Инфрақызыл диапазонда молекулалық бұлттарды зерттеу олардың құрылымы мен сипаттамаларын толық ашуға мүмкіндік береді. Ал инфрақызыл диапазонда сәулелену көзі болып табылатын жас жұлдызды объектілерді анықтау жұлдыздардың пайда болуының эволюциялық кезеңдерін зерттеудегі қажетті қадам болып табылады. Жас жұлдызды объектілерді анықтауда және ең белсенді және қызықты жұлдыз түзілу аймақтарын зерттеуде бақылаулар маңызды рөл атқаратынын ескере отырып, соңғы уақытта Spitzer, WISE ғарыш аппараттарының аспан шолулары және инфрақызыл сәулелену көздерінің каталогтары кеңінен қолданылуда. Бақылаулар жас жұлдыз объектілерінің спектрлеріндегі энергияның таралуына талдау жасауға, сондай-ақ олардың физикалық қасиеттері, температурасы, құрамы және жұлдыз түзілу аймақтарының сәулелену қарқындылығы туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді.

Жұмыстың мақсаты Aquila молекулалық бұлты бағытында формальдегид молекуласының (H₂CO) спектрлік сызығымен және H_{110α} радиорекомбинация сызығымен радиоастрономиялық зерттеулер жүргізу, жұлдыз түзілу аймақтарының физикалық параметрлерін анықтау және жас жұлдыздар объектілерін іздеу болып табылады.

Зерттеу міндеттері:

1 Молекулалық бұлттар мен олардағы жұлдыз түзілу процестерін теориялық зерттеу;

2 Қытай ғылым академиясының Шыңжаң астрономиялық обсерваториясының 26-метрлік Нань-Шань радиотелескопында Aquila молекулалық бұлтын бақылау және алынған спектрлерді өңдеу;

3 Спектрлерде сәулелену және жұтылу сызықтарын зерттеу, радиокарталарды талдау, жұлдыз түзілу аймақтарының физикалық параметрлерін анықтау;

4 Жас жұлдызды объектілерді анықтау алгоритмін жасау;

5 Инфрақызыл диапазондағы жұлдыз түзілу аймақтарын зерттеу, жас жұлдызды объектілерді іздеу және сәйкестендіру;

6 Жас жұлдызды объектілердің спектрлеріндегі энергияның таралуын талдау, алынған нәтижелерді түсіндіру және объектілердің эволюциялық мәртебесін анықтау.

Зерттеу объектілері: Aquila молекулалық бұлтындағы белсенді жұлдыз түзілу аймақтары: W40, Serpens South және Serpens3.

Зерттеу әдістері. Диссертациялық зерттеуде Aquila молекулалық бұлтының жұлдыз түзілу аймақтарын зерттеудің эксперименттік және теориялық әдістері қолданылды. Спектрлердегі сәулелену және жұтылу сызықтарын зерттеу үшін, деректерді өңдеу және талдау үшін компьютерлік бағдарламалық орталар пайдаланылды: Gildas, DS9, IDL Astro кітапханалары, Python бағдарламалары. Жас жұлдызды объектілерді анықтау үшін MatLab бағдарламалық ортасында жасалған жаңа зерттеу алгоритмі қолданылды. Радиокарталарды талдау және олардың спектрлерін радио және инфрақызыл аймақтарындағы басқа обсерваториялардың бақылауларымен салыстыру үшін SIMBAD, Vizier, IRSA, Aladin v10.0 астрономиялық деректер базасы және AllWISE Data Release (Cutri+ 2013), 2MASS All-Sky Catalog of Point Sources (Cutri+ 2003), инфрақызыл каталогтары пайдаланылды.

Қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдамалар

1 Формальдегид молекуласының (H_2CO) жұтылу сызықтарының Aquila молекулалық бұлтында таралуы W40 және Serpens South жұлдыз түзілу аймақтарына сәйкес келеді, сонымен қатар Serpens3 жаңа жұлдыз түзілу аймағының бар екенін анықтайды.

2 ^{13}CO молекулалық сызығын пайдалану арқылы алғаш рет формальдегид молекуласының (H_2CO) қозу температурасы T_{ex} есептелді. Есептеу нәтижелері қозу температурасы W40 аймағы үшін 2-5 K, ал Serpens South және жаңадан табылған жұлдыз түзілу аймағы Serpens3 үшін ~ 2 K-ге сәйкес келеді.

3 $H_{110\alpha}$ радиорекомбинациялық сызығы W40 III жұлдыз түзілу аймағында тіркелді және физикалық параметрлері $T_e^* = 7300 K$, $EM = 7,4 \times 10^6$ пк · см $^{-6}$, $N_L = 9 \times 10^{47} c^{-1}$, $U = 28$ пк · см $^{-2}$, $R = 0,09$ пк, $M_{HII} = 0,15M_{\odot}$ III (иондалған сутегі) аймағы ультракомпакт типіне сәйкес келеді.

4 Инфрақызыл бақылау деректерін пайдалану арқылы Aquila молекулалық бұлтында эволюцияның ерте кезеңіндегі бұрын жас жұлдызды объект ретінде сәйкестендірілмеген 30 жаңа жас жұлдызды объект анықталды: W40 аймағы үшін – 11, Serpens South аймағында – 7 және Serpens3 аймағында – 12.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы алғаш рет:

1 Қытай Ғылым академиясы Шыңжаң астрономиялық обсерваториясының 26-метрлік Нань-Шань радиотелескопында алынған формальдегид молекуласының (H_2CO) және $\text{H}_{110\alpha}$ радиорекомбинация сызығының Aquila молекулалық бұлттың радиоастрономиялық бақылауларына талдау жасалды. Формальдегид молекуласының (H_2CO) жұтылу сызықтары эволюцияның ерте кезеңінде тұрған Serpens3 деп аталатын жаңа жұлдыз түзілу аймағын анықтады.

2 Aquila молекулалық бұлттың формальдегид молекуласының (H_2CO) T_{ex} козу температурасы есептелді.

3 $\text{H}_{110\alpha}$ радиорекомбинациялық сызығының бақылауларын талдау арқылы W40 III аймағының физикалық параметрлері анықталды.

4 WISE деректері бойынша толқын ұзындығының инфрақызыл диапазондағы Aquila молекулалық бұлттың жұлдыз түзілу аймақтарына бұрын анықталмаған және жас жұлдызды объектілердің эволюциясының әртүрлі кезеңдерінде жасақталған алгоритмді қолдану арқылы зерттеулер жүргізілді.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы. Диссертациялық жұмыстан алынған нәтижелер астрономияның негізгі астрофизикалық процестерін де, практикалық аспектілерін де зерттеу үшін қолданылуы мүмкін. Бұл жұмыс молекулалық бұлттардағы жұлдыз түзілу процестері туралы теориялық түсініктерімізді кеңейтуге айтарлықтай үлес қосады. Алынған нәтижелер қолданыстағы теориялық модельдерді нығайта алады және жұлдыз түзілу процестерін жақсырақ түсінуге бағытталған жаңа концепцияларды дамытуға ықпал етеді. Олар сондай-ақ астрономия және астрофизика саласындағы одан әрі зерттеулерде, сондай-ақ жұлдыздық жүйелердің эволюциясы мен қалыптасуын зерттеуге байланысты қолданбалы есептерде қолданылуы мүмкін.

Жұмыстың астрономиялық әдістер мен құралдарды одан әрі дамыту үшін практикалық потенциалы бар. Оның нәтижелері молекулалық бұлттардағы жұлдыз түзілу процестерін зерттеуге бағытталған бақылау бағдарламаларын ұйымдастыруға негіз бола алады. Бұл практикалық қосымшалар жұлдыздардың пайда болуына және молекулалық бұлттардың эволюциясына қатысты астрономиялық зерттеулердің тиімділігі мен дәлдігін арттыра алады.

Автордың жеке үлесі. Диссертация авторы Қытай Ғылым Академиясының Шыңжаң астрономиялық обсерваториясының 26-метрлік Нань-Шань телескопында Aquila молекулалық бұлт бағытында формальдегид молекуласы (H_2CO) мен $\text{H}_{110\alpha}$ радиорекомбинациялық сызығына бақылау жүргізуге қатысты. Ол бақылау деректерін өңдеуді, Gildas, DS9, IDL Astro libraries және Python бағдарламалық орталарында физикалық сипаттамалардың негізгі есептеулерін, алгоритмді әзірлеуді және оны MatLab ортасында бағдарламалық іске асыруды, жас жұлдызды объектілерді іздеуді және алынған нәтижелерді өңдеуді жүргізді. Жүргізілген зерттеу бойынша міндеттер мен қорытындылар ғылыми кеңесшілермен бірлесіп келісілді.

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

Жұмысты апробациялау. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері баяндалды және талқыланды. Диссертациялық жұмыс материалдары бойынша 15 баспа жұмысы жарияланды.

Thomson Reuters дерекқоры бойынша немесе Scopus халықаралық ғылыми дерекқорына кіретін басылымдардағы жоғары импакт-факторы бар мақалалар:

1. Komesh T., Esimbek J., Baan W., Zhou J., Li D., Wu G., He Y., Sailanbek S., Tang X., **Манарбайева А.** H₂CO and H_{110α} Observations toward the Aquila Molecular Cloud // The Astrophysical Journal, 2019. – Vol. 874 (172). – PP. 1-10, Quartile: Q1. DOI:10.3847/1538-4357/ab0ae3

Web of Science деректер базасында индекстелген ғылыми журналдардағы жарияланымдар:

1. **Манарбайева А. В.**, Omar A.Zh., Alimgazinoва N.Sh., Komesh T., Kyzgarina M.T., Esimbek J., Assembay Zh.. Determination of physical parameters of the W40 III region using observations of H110α radio recombination line // Recent Contributions to Physics, 2023. - №3– С.4-11.

2. Nazar A.B., **Манарбайева А.В.**, Alimgazinoва N.Sh., Kyzgarina M.T., Demessinoва A.M. Identification of young star objects near dust bubble N10 // Recent Contributions to Physics, 2022. - №4– С.13-20.

3. Комеш Т., **Манапбаева А.Б.**, Esimbek J., Алимгазинова Н.Ш., Кызгарина М.Т., Бағжан Қ. Интерпретация радиоастрономических наблюдений H₂CO и H_{110α} в областях звездообразования W40 и Serpens South молекулярного облака Aquila // Вестник КазНУ, серия физическая, 2020. – Вып.74, №3. – С.19-28.

Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғарғы білім министрлігі Ғылым комитеті ұсынған және басқа басылымдардағы мақалаларда б, халықаралық конференциялардың тезистер жинақтарында 5 жарияланым жарыққа шықты.

Диссертация тақырыбының ғылыми жұмыс жоспарларымен байланысы

Диссертациялық жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғарғы білім министрлігі Ғылым комитетінің «Ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру» іргелі ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарына сәйкес «AP13067768 - Молекулалық бұлттардағы ыстық ядроларды радиоастрономиялық зерттеу және массивтік жұлдыздардың жұлдыз түзілу аймақтарын зерттеу» тақырыбы бойынша жүргізілді.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі

Диссертация кіріспеден, үш бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және төрт қосымшадан тұрады. Жұмыс баспа мәтінінің 114 бетінде көрсетілген, 64 суретпен кескінделген, 14 формула, 9 кесте келтірілген, пайдаланылған әдебиеттер тізімінде 104 атау бар.