

Г.Р.Сүбебекова* , А.С.Бейсебаева 

ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

*e-mail: gulnursubebekov@gmail.com

В[e] ҚҰБЫЛЫСЫ БАР IRAS 20090 + 3809 ЖҰЛДЫЗЫНЫҢ ДОППЛЕРЛІК ТОМОГРАФИЯСЫ.

Аннотация. Бұл жұмыстың зерттеу объектісі ретінде Аққу шоқжұлдызының солтүстік жартышарында ($l=75^\circ.3$, $b=+2^\circ.6$) орналасқан IRAS 20090+3809 ($V\sim 10.9$ жұлдыздық шамасына тең) жұлдызы алынған. IRAS 20090+3809 жүйесінің іргел параметрлері келесідей міндерге ие: $T_{\text{эфф}}=11000\pm 500$ К, проекциялық жылдамдығы $V_i = 31 \pm 3$ км/с, жұлдыз аралық жұтылуы $A_V = 0.50 \pm 0.02$ mag, жұлдызға дейінгі қашықтығы $D = 2.4 \pm 0.1$ крс, және жарықтылығы $\log L/L_\odot = 3.5 \pm 0.1$, орбиталды периоды $P_{\text{orb}} = 131.290 \pm 0.080$ күнге тең болып табылады.

Жұмыста Допплер томографиясы әдісін пайдалана отырып IRAS 20090+3800 жұлдызының H_α және Fe II сызықтарының профильдерін зерттедік. Спектралды сызықтарының профильдерін зерттеу үшін жоғары рұқсаттамадағы $R=18,000-65,000$ 25 бақылау нәтижелері алынған. IRAS 20090+3809 жұлдызының жоғары рұқсаттамадағы спектроскопиялық бақылаулары McDonald Observatory (Техас, США) обсерваториясындағы 2.1 метрлік және Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Martir (OAN SPM, Baja California, Мексика) обсерваториясындағы 2.1 метрлік телескоптарында алынған.

Мақалада жұлдыз маңайлы шаң-тозанды қабықшасы бар қос жүйенің Fe II 6431 Å және H_α сызықтары үшін томография нәтижесі бойынша тұрғызылған Допплер картасы көрсетілген. Допплер томографиясының нәтижесінде негізгі эмиссиялық сызықтардың көзі қос жүйенің компоненттерінің арасынан В-жұлдыз аймағынан келетінін байқаймыз.

Түйін сөздер: шаң-тозанды қабықшасы бар жұлдыздар, Допплер томографиясы, спектроскопиялық талдау.

Кіріспе

FS CMa [1] типті объектілер тобының мәні шаң пайда болатын жаңа типті объект ретінде маңызды. Сонымен қатар, бұл жұлдыздар тобы жұлдызаралық қабықтардың пайда болуы мен эволюциясын зерттеу үшін өте маңызды, өйткені осы уақытқа дейін масса алмасуы бар қос жүйелердегі жұлдыздардың эволюциясы донорлық жұлдыздың массаның жоғалуы және бұл затты акцептор жұлдызымен қабылдау мүмкіндігі туралы теориялық болжамдар негізінде ғана зерттелген. Бұл топ жаңа болғандықтан, FS CMa сияқты жұлдыздардың табиғатын түсінуге байланысты бірқатар сұрақтар бар. Сондықтан осы топтың әр объектісін зерттеу қажеттілігі туындайды.

Бұл жұмыстың зерттеу объектісі Аққу шоқжұлдызының солтүстік жартышарында ($l=75^\circ.3$, $b=+2^\circ.6$) орналасқан IRAS 20090+3809 ($V\sim 10.9$ жұлдыздық шамасына тең) жұлдызы болып табылады.

Бұл жұлдыз ең алғаш спектрінде H_α эмиссиялық сызықтары бар жұлдыз ретінде [2] жұмысында көрсетілген. IRAS 20090+3809 жұлдызының инфрақызыл артықтығы кросс-корреляция әдісі арқылы Tycho-2 оптикалық каталогында және MSX инфрақызыл каталогында [3] жұмысында көрсетілген. IRAS 20090+3800 жұлдызы NOMAD каталогының фотометриялық критерийлері бойынша FS CMa тобының жұлдызы ретінде ерекшеленген, оған дейін бұл жұлдыз қатты инфрақызыл сәулеленетін ерте типтегі жұлдыз ретінде белгілі болатын [5]. Сонымен қатар [6] жұмысында бұл объект қара құрдымға үміткер компоненті бар қос жүйе ретінде анықталған. Жұмыста біз қазіргі уақытта жақын қос жүйелерді зерттеу үшін өзекті болып табылатын Допплер томография әдісін қолдандық, өйткені картада жұлдыздық заттың донорлық жұлдыздан екінші жұлдызға ауысуы көрсетілген.

Аппаратура және бақыланған материалдарды өңдеу

Спектрлік бақылаулардың нәтижесінде $R=18,000-65,000$ жоғары шешімімен 25 бақылау алынды. 2,7 метрлік МакДональд обсерваториясының телескопы (Техас, АҚШ) және 2,1 метрлік Астрономико-Нажиональдық Сан-Педро Мартир телескопының көмегімен OAS 20090 + 3809 жұлдызының жоғары ажыратымдылығымен спектроскопиялық бақылаулар алынды (OAN SPM, Baja California, Мексика). Осы обсерваторияларда алынған барлық спектрлер IRAF-тің шоғырланған/саңылаулы бағдарламалық пакетін қолданып өңделді. Бұл спектрлерді алғашқы өңдеудің негізгі кезеңдеріне келесілер жатады: CCD кадрларын алдын-ала өңдеу (бұрыс пікірлерді есепке алу, ғарыштық бөлшектерді шығару, шашыраңқы сәулелерді есепке алу); бірөлшемді спектрлерді шығару; дисперсті арақатынасын анықтау; объектінің спектріне дисперсия байланысын байланыстыру; толқын ұзындығын түзету. Жоғары ажыратымдылықтағы спектрлер 3,3 метрлік CFHT телескопының көмегімен ESPaDoNS спектроскопиялық поляриметрді спектроскопиялық режимде алды. Өңдеу Urena және Libre-ESPrIT бағдарламалық пакеттерін қолдану арқылы жүзеге асырылды [7].

Доплерлік томография

IRAS 20090 + 3809 жүйесіндегі Na және Fe II 6431Å эмиссия сызықтарының пайда болу аймақтарын зерттеу үшін техникаға сәйкес Доплер томографиясы [8]. Fe II 6431Å сызығы оптикалық спектрдегі ең күшті металл сызықтарының бірі болғандықтан таңдалды. Доплерлік карталар спектрлерді фазалық ажыратымдылықпен біріктіріп, максималды энтропия әдісін қолдана отырып жасалды [9]. (1-суретте) Na және Fe II 6431Å сызықтарының айналасындағы фазалық қатарлардың спектрлері және соған сәйкес Доплер карталары көрсетілген. Иілу бұрышы $i = 72^\circ$, ал орбиталық фазасы $\phi = 0,0$ жоғарғы байланыстағы көрінетін жұлдыздың жағдайына сәйкес келеді. Жүйеде кейбір маңызды орындардың орналасуы, мысалы

жұлдыздар массасының центрі және ыстық компоненттің Роше лобы 1 суретте көрсетілген. Сұр реңктегі суреттер Na (төменгі оң жақ) және Fe II 6431 шығару сызығына сәйкес келеді (жоғарғы оң жақта). Қалың контурларда Si II II сіңіру сызығын қолдана отырып, 6347 Å сызылған томография көрсетілген. Олар ыстық жұлдыздың жағдайына өте жақсы сәйкес келеді. Na және Fe II 6431Å доплер карталарының құрылымы күрделірек. Алғашқы жуықтауда Fe II 6431 Å сызығындағы ~ 30 км/с жылдамдықпен жүйенің масса центрінің айналасындағы сақина құрылымы айқын көрінеді. Бұл, мүмкін, дөңгелек дискінің ішкі бөлігіне (шекарасына) сәйкес келеді. Сақинаның жарықтығы біркелкі емес, бұл, ең алдымен, айналадағы дисктің желдің және/немесе ыстық компоненттің қозу күштерінің бұзылуымен байланысты. Доплер Na карталарында дөңгелек дискінің құрылымы жақсы түсінілмейді.

Сәулелендіру көзі жүйенің компоненттеріне қарағанда төмен жылдамдыққа ие және, мүмкін, ыстық компонент пен дөңгелек дискінің жұлдызды желарасындағы соққы аймағына сәйкес келеді. Дегенмен, Na картасының жарқын бөлігі Fe II картасының жарқын бөлігімен сәйкес келеді.

Қорытынды

Бұл жұмыста біз Доплер томографиясын қолданумен 20090 + 3800 IRAS жұлдызының Na және Fe II сызықтарының профильдерін зерттедік. Нәтижесінде доплерлік бейнелеу профильдік сызықтарының көздері B-жұлдызының айналасында, жүйенің компоненттері арасында және бүкіл жүйенің айналасында орналасқан дискіде таратылатындығын көрсетті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Miroshnichenko A.S. Toward understanding the B [e] phenomenon. I. Definition of the galactic FS CMa stars //The Astrophysical Journal. – 2007. – Т. 667. – №. 1. – С. 497.
- 2 Fairlamb J.R., Oudmaijer R.D., Mendigutía I., Plee J.D., van den Ancker M.E. A spectroscopic survey of Herbig Ae/Be stars with X-shooter - I. Stellar parameters and accretion

rates// Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2015. – Vol 453, Issue 1. - P. 976-1001.

3 Merrill P.W., Burwell C.G. Additional Stars whose Spectra have a Bright H α Line // Astrophysical Journal. – 1950. - vol. 112. - p.72.

4 Clarke A.J., Oudmaijer R.D., Lumsden S.L. Tycho-2 stars with infrared excess in the MSX Point Source Catalogue // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2005. vol. 363. - p. 1111-1124.

5 Miroschnichenko A.S., Manset N., Polcaro F., Rossi C., Zharikov S. The B[e] phenomenon in the Milky Way and Magellanic Clouds // IAU Symposium – 2011. - Vol. 272, P. 260-264.

6 Khokhlov S.A. et al. Toward Understanding the B [e] Phenomenon. VII. AS 386, a Single-lined Binary with a Candidate Black

Hole Component // The Astrophysical Journal. – 2018. – T. 856. – №. 2. – C. 158.

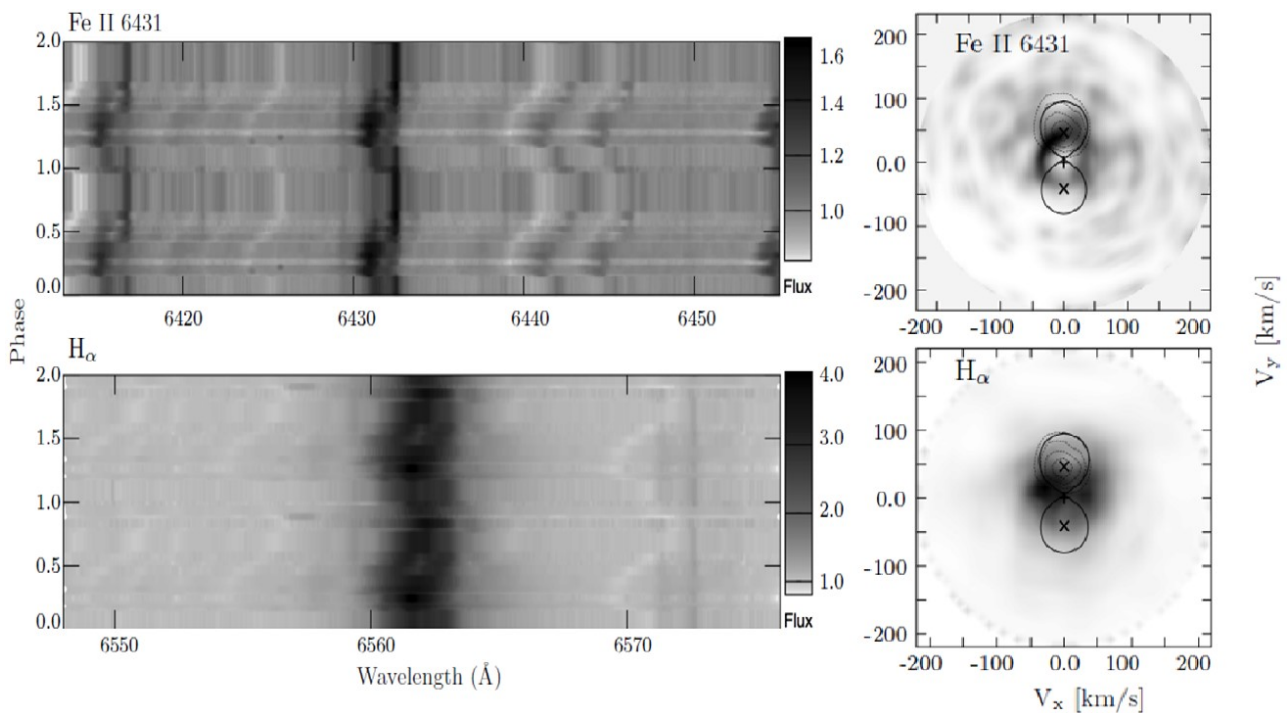
7 D'Alessio F., Di C., Amico D.P., Andrea G., Croce G., Danio L., Dario M., Ezio P., Fernando S., Roberto V., Gaetano V., SWIR-CAM: a NIR imager-spectrometer to search for extragalactic supernovae // Proc. SPIE. – 2000.- vol. 4008.- P. 748-758.

8 Beals C.S. The spectra of the Pycgni stars // Publications of the Dominion Astrophysical Observatory Victoria.-1953.- Vol. 9. – P. 1.

9 Marsh T.R., Horne K. Images of accretion discs–II. Doppler tomography // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 1988. – Vol. 235. – №. 1. – P. 269-286.

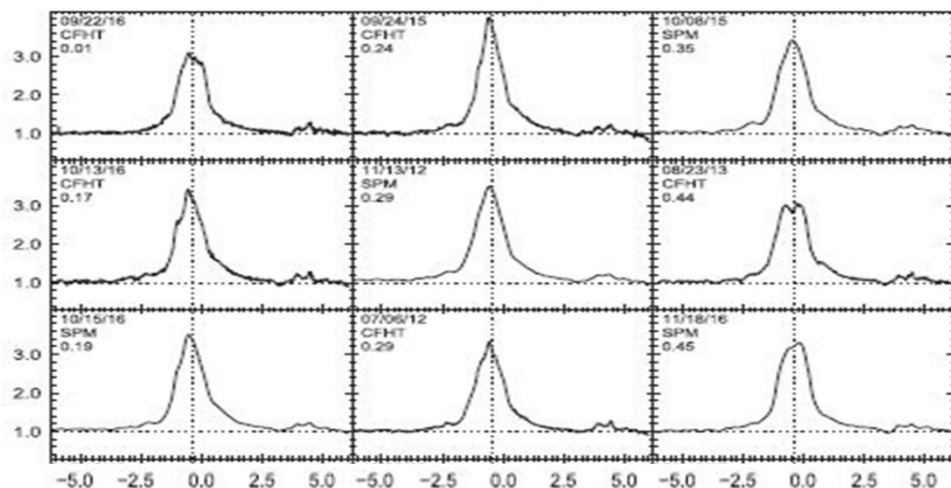
15.04.2020 басылымга қабылданды

Қосымша 1



1 – сурет. Оң жақ панель: Fe II 6431 Å (жоғарғы панель) және H α (төменгі панель) үшін томография арқылы қалпына келтірілген, екілік жүйеде айналмалы газдың орналасуының доплерлік карталары. Сол жақ панель: Fe II сызықтары айналасындағы аймақтағы орбиталық кезеңмен біріктірілген 6431 Å (жоғарғы) және H α (төменгі). Қарқындылық шкаласы (жергілікті континумға қатысты салыстырмалы ағын) оң жақта, ал орбитальды фаза сол жақта көрсетілген.

Қосымша 2



2 – сурет. IRAS 20090 + 3809 спектріндегі $H\alpha$ сызығының орбитальды өзгерістері. Көлденеңсызықтарсызықтарконтинумдеңгейін, ал вертикаль сызықтаржүйелік RV көрсетеді. Обсерватория атаулары мен орбитальды фазалар әр спектр үшін бақылау күндерімен бірге көрсетілген.

Г.Р.Сүбебекова*, А.С.Бейсебаева

ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

*e-mail: gulfursubebekov@gmail.com

В[e] ҚҰБЫЛЫСЫ БАР IRAS 20090 + 3809 ЖҰЛДЫЗЫНЫҢ ДОППЛЕРЛІК ТОМОГРАФИЯСЫ.

Аннотация. Бұл жұмыстың зерттеу объектісі ретінде Аққу шоқжұлдызының солтүстік жартышарында ($l=75^\circ.3$, $b=+2^\circ.6$) орналасқан IRAS 20090+3809 ($V\sim 10.9$ жұлдыздық шамасына тең) жұлдызы алынған. IRAS 20090+3809 жүйесінің іргел параметрлері келесідей міндерге ие: $T_{\text{эфф}}=11000\pm 500$ К, проекциялық жылдамдығы $V_i = 31 \pm 3$ км/с, жұлдыз аралық жұтылуы $A_V = 0.50 \pm 0.02$ mag, жұлдызға дейінгі қашықтығы $D = 2.4 \pm 0.1$ крс, және жарықтылығы $\log L/L_\odot = 3.5 \pm 0.1$, орбиталды периоды $P_{\text{orb}} = 131.290 \pm 0.080$ күнге тең болып табылады.

Жұмыста Допплер томографиясы әдісін пайдалана отырып IRAS 20090+3800 жұлдызының $H\alpha$ және Fe II сызықтарының профильдерін зерттедік. Спектралды сызықтарының профильдерін зерттеу үшін жоғары рұқсаттамадағы $R=18,000-65,000$ 25 бақылау нәтижелері алынған. IRAS 20090+3809 жұлдызының жоғары рұқсаттамадағы спектроскопиялық бақылаулары McDonald Observatory (Техас, США) обсерваториясындағы 2.1 метрлік және Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Martir (OAN SPM, Baja California, Мексика) обсерваториясындағы 2.1 метрлік телескоптарында алынған.

Мақалада жұлдыз маңайлы шаң-тозаңды қабықшасы бар қос жүйенің Fe II 6431 Å және $H\alpha$ сызықтары үшін томография нәтижесі бойынша тұрғызылған Допплер картасы көрсетілген. Допплер томорграфиясының нәтижесінде негізгі эмиссиялық сызықтардың көзі қос жүйенің компоненттерінің арасынан В-жұлдыз аймағынан келетінін байқаймыз.

Кілт сөздер: шаң-тозаңды қабықшасы бар жұлдыздар, Допплер томографиясы, спектроскопиялық талдау.

Г.Р.Сүбебекова*, А.С.Бейсебаева
КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;
*e-mail: gulnursubebekov@gmail.com

ДОПЛЕРОВСКАЯ ТОМОГРАФИЯ ЗВЕЗДЫ IRAS 20090 + 3809 С ФЕНОМЕНОМ B[e].

Аннотация. В данной работе объектом исследования является IRAS 20090+3809 ($V \sim 10.9$ mag), звезда северного полушария в созвездии Лебедя ($l=75^\circ.3$, $b=+2^\circ.6$). Фундаментальные параметры системы IRAS 20090+3809 составляют $T_{\text{эфф}}=11000 \pm 500$ K, проекционная скорость $V_i = 31 \pm 3$ км/с, межзвездное поглощение $A_V = 0.50 \pm 0.02$ mag, расстояние до звезды $D = 2.4 \pm 0.1$ кpc, и светимость $\log L/L_\odot = 3.5 \pm 0.1$, орбитальный период $P_{\text{orb}} = 131.290 \pm 0.080$ дней.

В работе были исследованы профили линии $H\alpha$ и FeII звезды IRAS 20090+3800 с помощью Доплеровской томографии. Для исследования профилей спектральных линии были получены 25 наблюдений с высоким разрешением $R=18,000-65,000$. Спектроскопические наблюдения звезды IRAS 20090+3809 с высоким разрешением были выполнены на 2.7 метровом телескопе McDonald Observatory (Техас, США) и 2.1 метровом телескопе Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Martir (OAN SPM, Baja California, Мексика).

В работе представлены Доплеровские карты расположения околозвездного газа в двойной системе, реконструированные по результатам томографии для линий FeII 6431 Å и $H\alpha$. В результате Доплер томография показала, что источники эмиссионных линий распределены в области вокруг B-звезды, между компонентами системы и в диске, расположенном вокруг всей системы.

Ключевые слова: звезды с газопылевой оболочкой, Доплеровская томография, спектроскопический анализ.

G.R. Subebekova*, A.S. Beisebaeva
al-Farabi Kazakh National university, Almaty, Kazakhstan;
*e-mail: gulnursubebekov@gmail.com

DOPPLER TOMOGRAPHY OF THE STAR IRAS 20090 + 3809 WITH B[e] PHENOMENON.

Abstract In this paper, the object of study is IRAS 20090 + 3809 ($V \sim 10.9$ mag), a northern hemisphere star in the constellation Cygnus ($l = 75^\circ.3$, $b = +2^\circ.6$). The fundamental parameters of the IRAS 20090 + 3809 system are $T_{\text{eff}} = 11000 \pm 500$ K, projection velocity $V_i = 31 \pm 3$ km / s, interstellar absorption $A_V = 0.50 \pm 0.02$ mag, distance to the star $D = 2.4 \pm 0.1$ kpc, and luminosity $\log L / L_\odot = 3.5 \pm 0.1$, orbital period $P_{\text{orb}} = 131.290 \pm 0.080$ days.

In this work, we studied the profiles of the $H\alpha$ and Fe II lines of the IRAS star 20090 + 3800 using Doppler tomography. To study the spectral profiles, 25 observations were obtained with a high resolution of $R = 18,000-65,000$. High-resolution spectroscopic observations of the star IRAS 20090 + 3809 were obtained with the 2.7-meter McDonald Observatory telescope (Texas, USA) and the 2.1-meter Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Martir telescope (OAN SPM, Baja California, Mexico).

The paper presents Doppler maps of the location of circumstellar gas in a binary system, reconstructed from tomography for the Fe II 6431 Å and $H\alpha$ lines. As a result, Doppler imaging showed that the sources of emission lines are distributed in the region around the B-star, between the components of the system and in the disk located around the entire system.

Keywords: stars with a dusty shell, Doppler tomography, spectroscopic analysis.