

Г.Р.Сүбебекова, А.Е. Амантаева, С.А. Хохлов  
 ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,  
 Алматы, 050040, Қазақстан  
 \*E-mail: [amantayeva.94@gmail.com](mailto:amantayeva.94@gmail.com)

## IRAS 20090+3809 ЖҰЛДЫЗЫНЫҢ СПЕКТРАЛДЫ ӨЗГЕРУЛЕРІ

**Аннотация.** Бұл жұмыста Акку шоқжұлдызында орналасқан ( $l=75^\circ.3$ ,  $b=+2^\circ.6$ ) В[e] феномені бар, яғни спектрінде тыйым салынған эмиссиялық сызықтарының болуы, көрінетін жұлдыздық шамасы  $V \sim 11.0$  mag тең, IRAS 20090+3809 жұлдызы зерттелген. Объектің оптикалық спектрін талдау нәтижесінде IRAS 20090+3809 жұлдыз спектріндегі жұтылу сызықтары  $T_{\text{eff}}=11,000 \pm 500$  K тиімді температурасына ие, В-типті жұлдыздың болуын көрсетеді. IRAS 20090+3809 жұлдызының спектріндегі жұтылу және сәулелену сызықтарының жылдамдығының тұрақты радиалды өзгерістері келесі орбиталық параметрлермен анықталады:  $P_{\text{orb}}=131.274 \pm 0.090$  тәулік, нөлдік фаза (В-типті компонент жақсы байланыста болған уақытта)  $JD_0=JD\ 2,455,025.6 \pm 1.5$ , RV (сәулелік жылдамдық) қисығының жартылай амплитудасы  $K_1=51.7 \pm 3.0$  км с<sup>-1</sup> және жүйелік жылдамдығы  $\gamma=-31.8 \pm 2.6$  км с<sup>-1</sup> тең. IRAS 20090+3809 жұлдызының спектріндегі жұтылу сызықтарының жылдамдығының кезеңдік радиалды өзгерістері оның қос жүйелі екенін көрсетеді. 2009 жылдың қараша айынан бастап 2017 жылдың қараша айына дейінгі кезеңі аралығында жүргізілген бақылаулар кезінде, біздің зерттелген жиырма жеті оптикалық спектрде (3600-10,500 Å) IRAS 20090+3809 жұлдызының спектралды ажыратылымдылық қабілеті  $R=18,000-65,000$  болатын және орташа сигнал / шу қатынасы  $\sim 100$  тең екінші компоненттің іздері табылған жоқ.

**Түйін сөздер:** В-типті жұлдыз, В[e] феномен, FS CMa типті жұлдыздар.

### Кіріспе

В[e] құбылысы, В-типті жұлдыз спектрінде ыстық жанама шаң әсерінен үлкен инфрақызыл шығынға ие тыйым салынған эмиссия сызықтарының болуынан анықталады [1]. Сондай қасиеттерге ие 65 галактикалық объектілер ұсынылып, В[e] құбылысының байқалуын келесідей түсіндіруге тырысты: ғаламшарлық тұмандықтың пайда болуы (PN); OB жұлдызының суық серіктесімен байланысы; OB массивті жұлдыздың тікелей зат тасымалдауы. Бірақ бастапқы тізімдегі жарты объектілер эволюциялық статусы белгілі топ мүшесіне енбеді. Олар В[e] феномені бар классификацияланбаған объектілер деп аталды [2].

Көптеген классификацияланбаған объектілер [3] Ae/Be Хербиг (HAeBe), В[e] аса алыптар қатарына да емес, бинарлы жүйелер қатарына еніп, FS CMa

типті объектілер деп аталды. FS CMa типті объектілердің жарықтылығының үлкен диапазоны [ $2.5 \leq (\log L/L_\odot) \leq 4.5$ ] бастапқы массаларының кең диапазондарын, Галактикадағы шаңның үлкен мөлшерін шығару мүмкін деп меңзейді. Сондықтан объектілерді кешенді зерттеу сызбасы жұлдыздардың эволюциясын және олардың жанама материалдарын түсінуде маңызды орын алады.

Бұл мақалада Акку шоқжұлдызында ( $l=75^\circ.3$ ,  $b=+2^\circ.6$ ) орналасқан IRAS 20090+3809 жұлдызын,  $V \sim 11.0$  mag зерттеуге арналған. Спектрінде  $H\alpha$  сәулелену сызығының бар болуы алғаш рет [4] және жақында [5] жұмыстарында расталған, жұлдызды 10.7 mag көрнекі жарықтылығы бар В түріндегі жұлдыз ретінде көрсетті. 1999 жылдың қыркүйек-желтоқсан айларында 115 күнге созылатын ауытқушылықты зерттеу (NSVS, сүзгісі бар оптикалық

фотометриясыз) [6] 0.15mag амплитудаға тең өзгерістерді анықтады.

IRAS 20090+3809 ИҚ-артылуын [7] оптикалық Tycho2 [8] және IR Center Space Space Experiment (MSX) каталогында [9] позиционалды сәйкестендіру кезінде анықтады. Біз бұл нысанды NOMAD каталогында [10] дерлік жақын ИҚ аймағындағы үлкен артықшылығы бар [11] ерте түрдегі жұлдыз ретінде анықтадық және оны [B] құбылысына ие үміткер объект ретінде қарастырдық.

Бұл жұмыста IRAS 20090+3809 жұлдызының іргелі параметрлерімен табиғатын түсіну жолында жоғары ажыратылымды спектроскопия нәтижелері көрсетілген.

### Бақылаулар мен мәліметтер дерекқорының мұрағаты

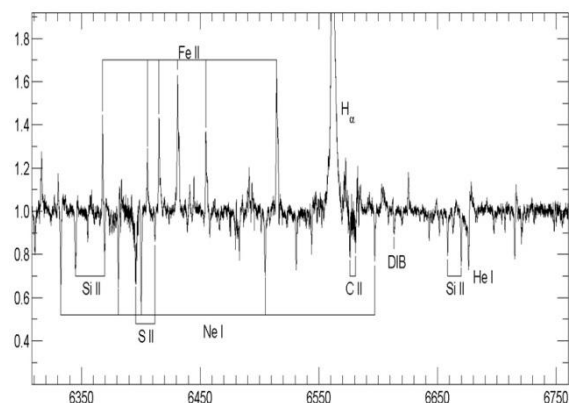
IRAS 20090+3809 жұлдызының жоғарғы ажыратылымды оптикалық спектроскопиялық бақылаулары McDonald обсерваториясында (Texas, USA, R = 60, 000), Observatorio Astronómico Nacional San Pedro Martir (OAN SPM, Baja California, Mexico, R = 18,000) және CFHT (Hawaii, USA, R = 65,000) жүргізілген.

### Спектроскопиялық нәтижелер

IRAS 20090+3809 жұлдызының оптикалық спектрі В кеш спектралды типті көрсетеді. Сонымен қатар спектр Si, S, N және Ne сияқты элементтермен мейлінше қамтылған(1-сурет).

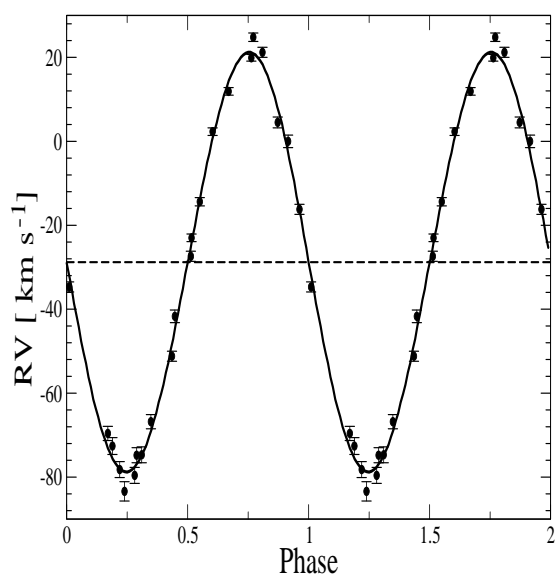
Барлық спектрлердің орналасуы (жұлдызаралық объектілерді ескермегенде) бірдей амплитудамен және фазада айтарлықтай өзгермелі, ол өз кезегінде қос жүйенің белгісін білдіреді. Біз RV(сәулелік жылдамдық) деректерінде периодтарды іздеуге Lomb-Scargle периодограмма талдауын [12] қолдандық. Жүйенің орбиталды периоды  $P_{orb}=131.290\pm 0.080$  тәулік. Келесі элементтерге ие дөңгелек орбитаға сәйкес келеді: орбиталды период мәні  $P_{orb}=131.274\pm 0.090$  күн, дәуірдің нөлдік

фазасы (В-типті серіктеспен)  $JD_0=JD 2,455,025.6\pm 1.5$ , RV қисығының жартылай амплитудасы  $K1=51.7\pm 3.0$  км  $s^{-1}$ , және жүйелік жылдамдығы  $\gamma=-31.8\pm 2.6$  км  $s^{-1}$ . Орбиталды периодпен қалыптасқан RV (сәулелік жылдамдық) қисығы, 2-суретте көрсетілген.



Қарқындылық континуумға нормаланған, толқын ұзындығының шкаласы гелиоцентрлік және Ангстреммен берілген.

1 сурет – IRAS 20090+3809 жұлдызының жоғарғы ажыратылымды спектр бөлігі.

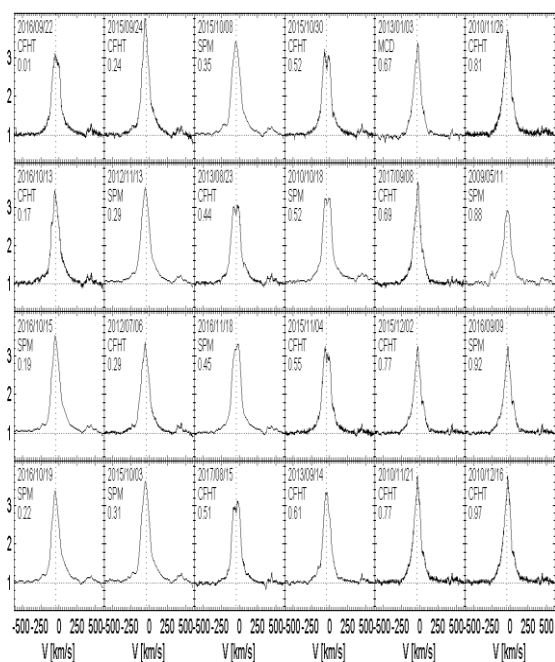


Нүктелі сызық жүйелік RV(сәулелік жылдамдық) сызығын көрсетеді, тұтас сызық мәтінде сипатталған орбиталды параметрлермен сәйкес келеді

2-сурет. – IRAS 20090+3809 спектрінен алынған орбиталды периодпен қалыптасқан RV(сәулелік жылдамдық) қисығы.

IRAS 20090+3809 жұлдызының фазалық өзгерулері эмиссиялық сызықтардың өзгерісін көрсетеді (мысалы, Fe II, H<sub>β</sub> және [Ca II]). На сызықтарының профильдерімен орбиталды фазаларының өзгерісі 3-суретте көрсетілген.

Дәл сондай EWs He I λ4471 сызықтары және Mg II λ4481 сызықтары (олардың EWs қатынасы 1.04±0.05), қалыпты әлсіз He I сызықтары, Si III λ4552/λ4568/λ4575 болмауы, әлсіз сызықтар Si III λ4552/λ4568/λ4575 триплет (EW~0.1 Å) және Si III λ4813/λ4819/λ4828 триплет сызықтары мүлдем жоқ, аздаған қатынас Si III λ4568/Si II λ4128 сызықтары EWS (~0.2-0.3), және әлсіз λ6578/λ6582 сызықтары (EW~0.1 Å) эффективті температурасы T<sub>eff</sub>=11,000±500 K [13].



Горизонталды нүктелі сызықтар сызық профилі арқылы континуум деңгейін ал вертикалды нүктелі сызықтар жүйелік (сәулелік жылдамдық)RV сызығы көрсетеді. Обсерватория атауы және орбиталды фазалары әр спектр үшін бақылау күндерімен көрсетілген.

3-сурет. – IRAS 20090+3809 жұлдызының спектріндегі H<sub>α</sub> сызықтарының орбиталды өзгерулері.

## Қорытынды

IRAS 20090+3809 жұлдызының жоғары ажыратылымды спектроскопиялық бақылаулар нәтижелері көрсетілген. Біздің объектті зерттеудің негізгі нәтижелері B-типті жұлдыздың спектрі Si, S, N және Ne элементтерінің көп мөлшерде болуы жұтылу сызықтарына мейлінше көп екені, қос жүйе табиғатына меңзейтін, IRAS 20090+3809 жұтылу сызықтарының жылдамдықтарының периодты радиалды өзгерістері байқалды. IRAS 20090+3809 сәулелену сызықтарының фазаланған өзгерістерін көрсетеді. Сонымен қатар периоды 131.27 күн және RV қисығының (сәулеллік жылдамдық) жартылай амплитудасы 51.8 км с<sup>-1</sup> тең дөңгелек орбитадағы бір сызықты қос жүйе екені анықталды.

## Әдебиеттер тізімі

1. Allen D. A., Swings J. P. The spectra of peculiar Be stars with infrared excesses //Astronomy and Astrophysics. – 1976. – Т. 47. – С. 293-302.
2. Lamers H. J. et al. An improved classification of B [e]-type stars //Astronomy and Astrophysics. – 1998. – Т. 340. – С. 117-128.
3. 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.
4. Merrill P. W., Burwell C. G. Additional Stars whose Spectra have a Bright H alpha Line //The Astrophysical Journal. – 1950. – Т. 112. – С. 72.
5. Kohoutek L., Wehmeyer R. Catalogue of H-alpha emission stars in the Northern Milky Way //Astronomy and Astrophysics Supplement Series. – 1999. – Т. 134. – №. 2. – С. 255-256.
6. Woźniak P. R. et al. Northern sky variability survey: Public data release //The Astronomical Journal. – 2004. – Т. 127. – №. 4. – С. 2436.
7. 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. – Т. 363. – №. 4. – С. 1111-1124.

8. Høg E. et al. Construction and verification of the Tycho-2 Catalogue //Astronomy and Astrophysics. – 2000. – Т. 357. – С. 367-386.

9. Egan M. P. et al. VizieR Online Data Catalog: MSX6C Infrared Point Source Catalog. The Midcourse Space Experiment Point Source Catalog Version 2.3 (October 2003) //VizieR Online Data Catalog. – 2003. – Т. 5114.

10. Zacharias N. et al. VizieR Online Data Catalog: I/297. – 2005.

11. Kuratova A. K. et al. A Search for New Objects with the B [e] Phenomenon //The B [e] Phenomenon: Forty Years of Studies. – 2017. – Т. 508. – С. 229.

12. Scargle J. D. Studies in astronomical time series analysis. II-Statistical aspects of spectral analysis of unevenly spaced data //The Astrophysical Journal. – 1982. – Т. 263. – С. 835-853.

13. Lennon D. J., Dufton P. L., Fitzsimmons A. Galactic B-supergiants. II-Line strengths in the visible: Evidence for evolutionary effects? //Astronomy and Astrophysics Supplement Series. – 1993. – Т. 97. – С. 559-585.

14. McErlean N. D., Lennon D. J., Dufton P. L. Galactic B-supergiants: A non-LTE model atmosphere analysis to estimate atmospheric parameters and chemical compositions //Astronomy and Astrophysics. – 1999. – Т. 349. – С. 553-572.

15. Markova N., Puls J. Bright OB stars in the Galaxy-IV. Stellar and wind parameters of early to late B supergiants //Astronomy & Astrophysics. – 2008. – Т. 478. – №. 3. – С. 823-842.

16. Miroshnichenko A. et al. Spectroscopic criteria for luminosity calibration of massive B5-A5 stars //Massive Stars: From alpha to Omega. – 2013.

*04.04.2019 басылымға қабылданды*

**Г.Р.Сүбебекова, А.Е. Амантаева, С.А. Хохлов**  
*ал-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,*  
*Алматы, 050040, Қазақстан*  
*\*E-mail: [amantayeva.94@gmail.com](mailto:amantayeva.94@gmail.com)*

### **IRAS 20090+3809 ЖҰЛДЫЗЫНЫҢ СПЕКТРАЛДЫ ӨЗГЕРУЛЕРІ**

**Аннотация.** Бұл жұмыста Аққу шоқжұлдызында орналасқан ( $l=75^{\circ}.3$ ,  $b=+2^{\circ}.6$ ) В[e] феномені бар, яғни спектрінде тыйым салынған эмиссиялық сызықтарының болуы, көрінетін жұлдыздық шамасы  $V \sim 11.0$  mag тең, IRAS 20090+3809 жұлдызы зерттелген. Объектінің оптикалық спектрін талдау нәтижесінде IRAS 20090+3809 жұлдыз спектріндегі жұтылу сызықтары  $T_{\text{eff}}=11,000 \pm 500\text{K}$  тиімді температурасына ие, В-типті жұлдыздың болуын көрсетеді. IRAS 20090+3809 жұлдызының спектріндегі жұтылу және сәулелену сызықтарының жылдамдығының тұрақты радиалды өзгерістері келесі орбиталық параметрлермен анықталады:  $P_{\text{orb}}=131.274 \pm 0.090$  тәулік, нөлдік фаза (В-типті компонент жақсы байланыста болған уақытта)  $JD_0=JD\ 2,455,025.6 \pm 1.5$ ,  $RV$  (сәулелік жылдамдық) қисығының жартылай амплитудасы  $K_1=51.7 \pm 3.0$  км с<sup>-1</sup> және жүйелік жылдамдығы  $\gamma=-31.8 \pm 2.6$  км с<sup>-1</sup> тең. IRAS 20090+3809 жұлдызының спектріндегі жұтылу сызықтарының жылдамдығының кезеңдік радиалды өзгерістері оның қос жүйелі екенін көрсетеді. 2009 жылдың қараша айынан бастап 2017 жылдың қараша айына дейінгі кезеңі аралығында жүргізілген бақылаулар кезінде, біздің зерттелген жиырма жеті оптикалық спектрде (3600-10,500 Å) IRAS 20090+3809 жұлдызының спектралды ажыратылымдылық қабілеті  $R=18,000-65,000$  болатын және орташа сигнал / шу қатынасы  $\sim 100$  тең екінші компоненттің іздері табылған жоқ.

**Түйін сөздер:** В-типті жұлдыз, В[e] феномен, FS CMa типті жұлдыздар.

Г.Р.Сүбебекова, А.Е. Амантаева, С.А. Хохлов  
Казахский национальный университет имени аль-Фараби,  
Алматы, 050040, Казахстан  
\*E-mail: [amantayeva.94@gmail.com](mailto:amantayeva.94@gmail.com)

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗВЕЗДЫ IRAS 20090+3809

**Аннотация.** Настоящая работа посвящена исследованию объекта с В[e] феноменом IRAS 20090+3809 ( $V \sim 11.0$  mag), в спектре которой присутствуют запрещённые эмиссионные линии. Данный объект является звездой северного полушария в созвездии Лебедя ( $l=75^\circ.3$ ,  $b=+2^\circ.6$ ). Линии поглощения в спектре звезды IRAS 20090+3809 указывают на поздний подкласс спектрального класса В, с эффективной температурой  $T_{\text{eff}}=11,000 \pm 500$  К. В данной работе были обнаружены регулярные изменения лучевых скоростей линий поглощения и излучения со следующими орбитальными параметрами:  $P_{\text{orb}}=13.274 \pm 0.090$  дня, нулевая фаза (звезда спектрального класса В находится за невидимым компонентом)  $JD_0=JD\ 2,455,025.6 \pm 1.5$ , полуамплитуда кривой RV (лучевая скорость)  $K_1=51.7 \pm 3.0$  км с<sup>-1</sup>, а так же системная скорость  $\gamma=-31.8 \pm 2.6$  км с<sup>-1</sup>. Периодические изменения лучевых скоростей линий поглощения в спектре звезды IRAS 20090+3809 указывают на ее бинарный характер. В наших двадцати семиоптических спектрах (в период с ноября 2009 года по ноябрь 2017 года) высокого разрешения ( $R=18,000-65,000$ ) звезды IRAS 20090+3809 и средним отношением сигнал / шум  $\sim 100$  в спектральном диапазоне 3600-10,500 Å не было обнаружено следов вторичного компонента.

**Ключевые слова:** звезда В-типа, В[e] феномен, звезды типа FS CMa.

G.R.Subebekova, A.E. Amantayeva, S.A. Khokhlov  
*al-Farabi Kazakh National university,*  
*Almaty, 050040, Kazakhstan*  
\*E-mail: [amantayeva.94@gmail.com](mailto:amantayeva.94@gmail.com)

## THE SPECTRAL CHANGES OF THE STAR IRAS 20090+3809

**Abstract.** In this paper is devoted to the study of an object with the phenomenon В[e], in the spectrum of which there are forbidden emission lines, stars IRAS 20090+3809, with a magnitude  $V \sim 11.0$  mag, located in the constellation Cygnus ( $l=75^\circ.3$ ,  $b=+2^\circ.6$ ). From the analysis of absorption lines in the IRAS 20090+3809 star spectrum, the optical spectrum shows the presence of a b-type star with an effective temperature of  $T_{\text{eff}}=11,000 \pm 500$  K. Was discovered regular variations of the radial velocity of the absorption lines and emission, with the following orbital parameters:  $P_{\text{orb}}=13.274 \pm 0.090$  days, a zero phase which is equal to the (component В is in a superb connection)  $JD_0=JD\ 2,455,025.6 \pm 1.5$ , poluamplitudist curve RV (radial velocity)  $K_1=51.7 \pm 3.0$  км с<sup>-1</sup>, and a systemic velocity  $\gamma=-31.8 \pm 2.6$  км с<sup>-1</sup>. Periodic radial variations in the rate of absorption lines in the spectrum of the star IRAS 20090+3809 indicate its binary character. In our twenty-seven optical spectra of high resolution (3600-10,500 Å) IRAS 20090+3809 with a spectral resolution of  $R=18,000-65,000$  and an average signal / noise ratio of  $\sim 100$  in the period from November 2009 to November 2017, no trace of the secondary component was detected.

**Key words:** B-type star, В [e] phenomenon, FS CMa-type stars.