

ASTROFİZİKA

UOT 524.31.01-36

45 Dra (HD 171635, F7 Ib) ULDUZUNUN FUNDAMENTAL
PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİZ.A.SƏMƏDOV^{*,**}, Ə.M.XƏLİLƏV^{**},
Ə.R.HƏSƏNOVA^{**}, F.G.HƏSƏNOVA^{*}**Bakı Dövlət Universiteti**** Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası**ferqane_gencevi@rambler.ru, xalilov1955@rambler.ru*

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2 m-lik teleskopunun Kude fokusunda 45 Dra ulduzunun 8-12 Å/mm dispersiya və 0.3Å spektral ayırdetmə ilə alınmış spektrləri tədqiq edilmişdir. Ulduzu xarakterizə edən bəzi spektral və fotometrik parametrlərin müşahidədən tapılması və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi, həmçinin parallaksın tətbiqi əsasında 45 Dra ulduzunun effektiv temperaturu və səthində ağırlıq qüvvəsinin təcili təyin edilmişdir: $T_{\text{eff}} = 6100 \pm 200$, $\lg g = 1.6 \pm 0.2$. Alınmış nəticələrin təkamül nəzəriyyəsinə əsasən aparılmış hesablamalarla müqayisəsindən ulduzun kütləsi, radiusu və işıqlığı tapılmışdır: $M/M_{\odot} = 9.2$, $R/R_{\odot} = 80$, $L/L_{\odot} = 5 \cdot 10^3$.

Açar sözlər: *ulduzlar, ifrat nəhənglər, fundamental parametrlər.*

Ulduzların kimyəvi tərkiblərinin model üsulu ilə analizi üçün onların əsas fundamental parametrləri – effektiv temperatur T_{eff} və atmosferində ağırlıq qüvvəsi təcili g təyin edilməlidir. Başqa sözlə, atmosfer modelləri əsasında ulduzların kimyəvi tərkibləri təyin olunur. Həmçinin bu parametrləri bilməklə ulduzların digər mühüm parametrlərini – kütləsi M , radiusu R , işıqlığı L və yaşını t hesablamaq olar. Beləliklə, ulduzların kimyəvi tərkibinin və digər parametrlərinin dəqiq təyini T_{eff} və $\lg g$ parametrlərindən asılıdır.

Əvvəlki işlərimizdə [1–4] olduğu kimi bu işdə də 45 Dra ulduzunun effektiv temperatur və atmosferində ağırlıq qüvvəsi təcili, bu parametrlər əsasında isə radius və işıqlığı təyin olunur.

Ulduzun effektiv temperaturu və ağırlıq qüvvəsi təcilini təyin etmək üçün $\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramı qurulmuşdur. Diaqramın qurulması bir sıra spektral və fotometrik kəmiyyətlərin müşahidədən tapılmış və ulduz atmosferləri modelləri əsasında hesablanmış nəzəri qiymətlərinin müqayisəsinə əsaslanır. Həmçinin ulduzun parallaksına əsaslanan yeni üsuldən istifadə olunur.

Qeyd edək ki, parallaksın tətbiqi ulduzların atmosfer modelləri ilə bağlı deyil.

1. T_{eff} və $\lg g$ –nin təyini üsulları

1.1. Fotometrik indekslərin və Balmer seriyası xətlərinin tətbiqi. Bu bölmədə əvvəlki işlərimizdə [5–7] tətbiq etdiyimiz üsullardan istifadə olunur.

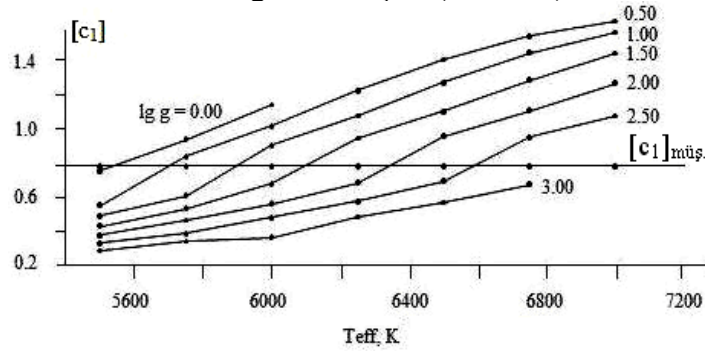
Aşağıdakı meyarlar əsasında ulduzun effektiv temperaturu və ağırlıq qüvvəsi təcili təyin edilir:

- $[c_1]$ indeksinin müşahidədən tapılmış və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi.
- Q indeksinin müşahidə və model üsulu ilə hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi.
- Hidrogenin Balmer seriyası xətlərinin ekvivalent enliklərinin müşahidə və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi.

Üsulun əsas ideyası yuxarıda göstərilən fiziki kəmiyyətlərin nəzəri qiymətlərini müşahidə qiyməti ilə üst-üstə salaraq $\lg g$ – T_{eff} cütləri dəstini təyin etməkdir. $Q = (U-B) - 0.72(B-V)$ UBV fotometrik sistemində, $[c_1] = c_1 - 0.2(b-y)$ ubvy fotometrik sistemində təyin olunan indekslərdir. Qeyd edək ki, bu indekslər ulduzlararası fəzada udulmanın təsirindən azaddır.

45 Dra ulduzu üçün [8]–ə əsasən $c_1 = 0.861$, $b-y = 0.370$, $[c_1] = 0.787$. Bir sıra cədvəl modelləri üçün $[c_1]$ indeksi Kuruçun [9] modelləri əsasında hesablanır. $[c_1]$ indeksinin müşahidə və nəzəri qiymətlərini müqayisə etmək üçün qurulmuş qrafiklər şəkil 1–də göstərilmişdir.

Bu qrafiklər əsasında uyğun $\lg g$, T_{eff} cütlərini təyin edirik. Təyin olunmuş $\lg g$, T_{eff} cütləri cədvəldə göstərilmişdir (cədvəl 1).

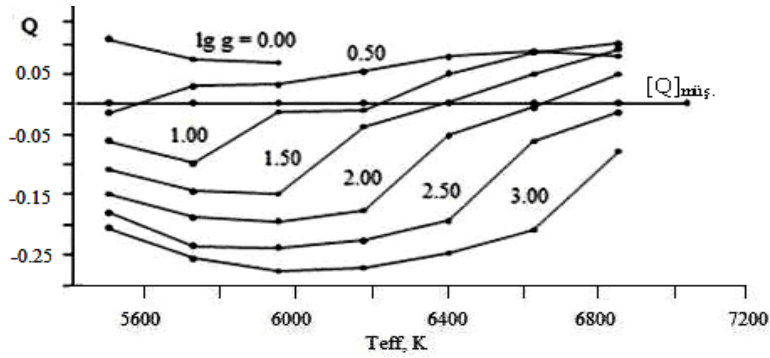


Şəkil 1. $[c_1]$ – T_{eff} diaqramı.

Cədvəl 1

$\lg g$	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
T_{eff} , K	5540	5700	5900	6090	6340	6590	–

[10]–a əsasən $U-B = 0.44$, $B-V = 0.61$, $Q = 0.0008$. Bir sıra cədvəl modelləri üçün Q indeksi Kuruçun modelləri [9] əsasında hesablanır. Q indeksinin müşahidə və baxılan cədvəl modelləri üçün hesablanmış nəzəri qiymətlərini müqayisə etmək üçün qrafiklər qurulur (şəkil 2).



Şək. 2. $Q - T_{\text{eff}}$ diaqramı.

Bu qrafiklər əsasında təyin olunmuş $\lg g$, T_{eff} cütləri cədvəl 2-də verilir.

Cədvəl 2

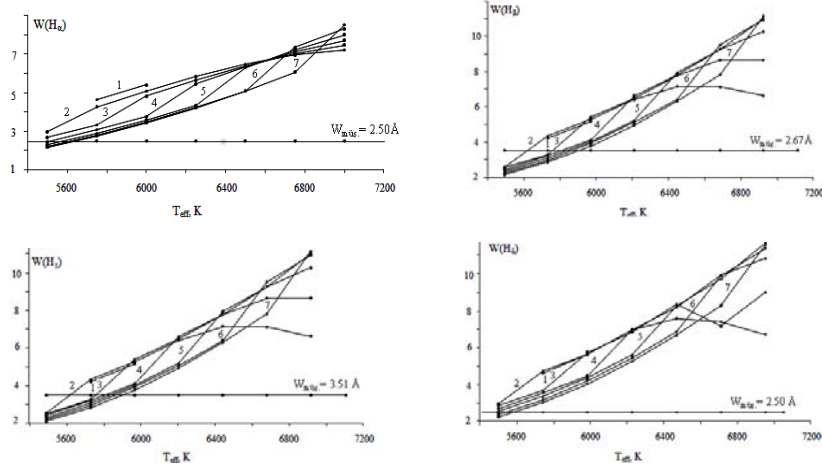
$\lg g$	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
T_{eff}, K	–	5600	6300	6500	6780	–	–

Ulduzun spektrləri Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 2 m teleskopunun kude fokusunda alınmışdır. Spektrlərə əsasən H_{α} , H_{β} , H_{γ} , H_{δ} xətlərinin ekvivalent enlikləri təyin olunmuşdur:

Cədvəl 3

Xətlər	$\lambda, \text{Å}$	$W, \text{Å}$
H_{α}	6562.82	2.50
H_{β}	4861.33	2.67
H_{γ}	4340.48	3.51
H_{δ}	4101.73	2.50

Bu xətlərin nəzəri ekvivalent enlikləri [9]-da hesablanmışdır. H_{α} , H_{β} , H_{γ} və H_{δ} xətlərinin müşahidədən tapılmış və nəzəri modellər əsasında hesablanmış ekvivalent enliklərini müqayisə etmək üçün qrafiklər qurulur (şəkil 3).



Şək. 3. $W(H_{\alpha,\beta,\gamma,\delta}) - T_{\text{eff}}$ diaqramı.

1- $\lg g = 0.00$, 2- 0.50, 3- 1.00, 4- 1.50, 5- 2.00, 6- 2.50, 7- 3.00.

Bu şəkillər əsasında $\lg g$, T_{eff} cütləri təyin olunur (cədvəl 4).

Cədvəl 4

$\lg g$	$T_{\text{eff}}(\text{H}_\alpha),$ K	$T_{\text{eff}}(\text{H}_\beta),$ K	$T_{\text{eff}}(\text{H}_\gamma),$ K	$T_{\text{eff}}(\text{H}_\delta),$ K
0.00	–	–	5580	–
0.50	–	5550	5690	–
1.00	–	5600	5775	–
1.50	5500	5620	5840	–
2.00	5590	5660	5850	5500
2.50	5650	5690	5900	5550
3.00	5690	5720	5925	5590

1.2. Parallaksın tətbiqi. Parallaksın tətbiqi ulduzların effektiv temperaturu və ağırlıq qüvvəsi təcilinin təyinində yeni üsul hesab olunur. Bu üsul atmosfer modellərinin seçilməsindən asılı olmadığı üçün çox əhəmiyyətlidir.

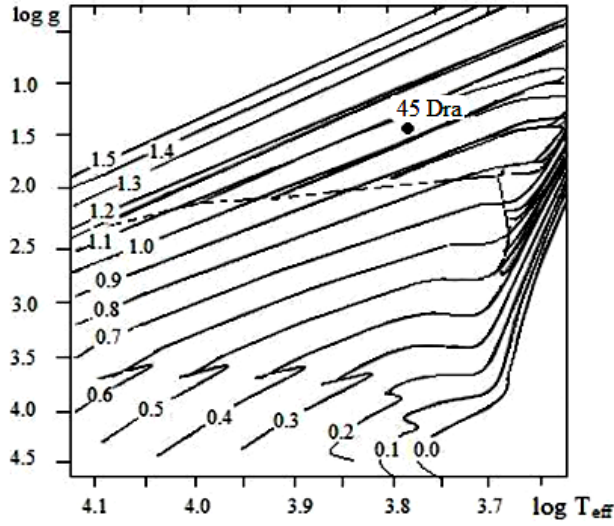
Aşağıdakı məlum ifadələrdən istifadə edək:

$$\lg d = -5.25 + 0.5 \lg M/M_\odot + 2 \lg T_{\text{eff}} + 0.5 \lg g + 0.2 m_v - 0.2 A_v + 0.2 BC \quad (1)$$

Burada d - ulduza qədər parseklərlə məsafə, M/M_\odot - ulduzun kütləsinin Günəş kütləsi ilə ifadəsi, m_v – görünən ulduz ölçüsü, A_v - ulduzlararası fəzada udulma, BC - bolometrik düzəlişdir. $d = 1/\pi''$ olduğunu nəzərə alaraq bu ifadəni aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\lg g - \lg M/M_\odot - 0.4 \cdot BC - 4 \cdot \lg T_{\text{eff}} = -10.50 + 2 \lg \pi'' + 0.4 \cdot m_v - 0.4 \cdot A_v \quad (2)$$

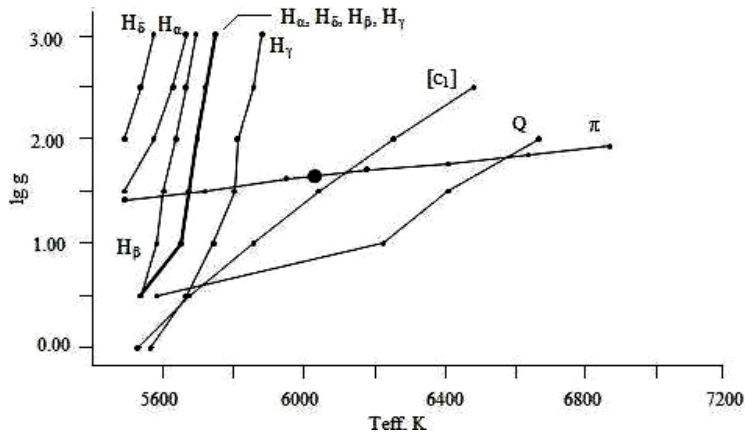
Bərabərliyin sol tərəfini $\lg g - \lg M/M_\odot - 0.4 BC - 4 \lg T_{\text{eff}} = Y$, sağ tərəfini isə $-10.50 + 2 \lg \pi'' + 0.4 m_v - 0.4 A_v = C$ işarə edək. π'' , m_v , A_v kəmiyyətləri müşahidədən məlumdur, odur ki, (2) ifadəsinin sağ tərəfi sabit kəmiyyətdir. 45 Dra ulduzu üçün $\pi = 0''.00254$ [11], $m_v = 4^m.78$ [12], $A_v = 3.2 \cdot E(B-V) = 0.163$. Bu qiymətləri nəzərə alsaq, $C = -13,4$ alarıq. (2) ifadəsinin sol tərəfi dəyişən kəmiyyətdir, bura T_{eff} və $\lg g$ və bu kəmiyyətlərlə bağlı M/M_\odot və BC kəmiyyətləri daxildir. (2) tənliyini həll etmək üçün M/M_\odot qiymətini bilməliyik. Bu qiymət nəzəri təkamül əyrilərinin köməyi ilə tapılır ([13], şəkil 4). Məlumdur ki, hər bir təkamül əyrisinə müəyyən M/M_\odot kəmiyyəti uyğundur. Tədqiq etdiyimiz ulduz üçün T_{eff} -ə bir qiymət, $\lg g$ -ə isə buna uyğun diapazonda müxtəlif qiymətlər verərək təkamül əyrilərindən M/M_\odot -i, ulduz atmosferi modellərindən isə BC -ni hesablayırıq. Qeyd edək ki, T_{eff} və $\lg g$ -ə verdiyimiz qiymətlər diapazonu ulduzun spektral və işıqlıq siniflərinə uyğun qiymətlərdir. Ulduzların effektiv temperaturlarının və ağırlıq qüvvəsi təcilinin təyinində parallaksın tətbiqi üsulu [14]-də geniş şərh olunur.



Şək. 4. $\log g - \log T_{\text{eff}}$ diaqramı.

Beləliklə, qəbul olunan T_{eff} -ə uyğun $\lg g$ -nin müxtəlif qiymətlərində (2) ifadəsinin sol tərəfi hesablanır və bu ifadənin hər iki tərəfini bərabərləşdirən $\lg g$ -nin qiyməti götürülür. Sonra yuxarıda qeyd olunan əməliyyat T_{eff} -ə müxtəlif qiymətlər verməklə aparılır, bir neçə T_{eff} , $\lg g$ cütləri tapılır. Bu cütlər $\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramında qeyd olunur (şəkil 5).

Yuxarıda qeyd olunan üsullarla təyin olunmuş $\lg g$, T_{eff} cütləri əsasında $\lg g - T_{\text{eff}}$ müstəvisində onların müxtəlif kombinasiyalarına uyğun qrafik qurulur (şəkil 5). Qrafikdə hər bir əyri $\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramında müqayisə olunan fiziki kəmiyyətlərin müşahidə və nəzəri qiymətlərinin üst-üstə düşdüyü nöqtələrin həndəsi yeridir.



Şək. 5. $\log g - T_{\text{eff}}$ diaqramı.

$\lg g - T_{\text{eff}}$ diaqramına əsasən (şəkil 5) tədqiq etdiyimiz ulduzun effektiv

temperaturu və səthində ağırlıq qüvvəsi təcili təyin olunur: $T_{\text{eff}} = 6100 \pm 200 \text{ K}$,
 $\lg g = 1.6 \pm 0.2$.

Müqayisə üçün aşağıdakı cədvəldə digər müəlliflərin aldıqları nəticələr göstərilmişdir:

Cədvəl 4

T_{eff}, K	$\lg g$	Müəlliflər
6130	1.52	R. O. Gray [15]
6100	1.60	M. Andrievsky [16]
6151	2.15	V. V. Kovtyukh [17]
6000	1.70	L.S. Lyubimkov [18]
6100	1.60	Bizim nəticələr

Göründüyü kimi bizim nəticələr digər müəlliflərin nəticələri ilə uyğunluq təşkil edir.

2. Təkamül parametrlərinin təyini

T_{eff} və $\lg g$ üçün təyin olunmuş qiymətlərə əsaslanaraq təkamül əyri-lərinin köməyi ilə ulduzun kütləsi təyin olunur: $M/M_{\odot} = 9.2$ (Şəkl.4).

Ulduzun kütləsi məlum olarsa, onun radius və işıqlığını aşağıdakı ifadələrdən təyin edə bilərik:

$$\lg R/R_{\odot} = 2.22 + 0.5 \lg M/M_{\odot} - 0.5 \lg g,$$

$$\lg L/L_{\odot} = -15.045 + 2 \lg R/R_{\odot} + 4 \lg T_{\text{eff}}.$$

Təyin etdiyimiz $T_{\text{eff}} = 6100 \text{ K}$, $\lg g = 1.6$, $M/M_{\odot} = 9.2$ qiymətlərinə əsaslanaraq hesablayırıq:

$$R/R_{\odot} = 80, L/L_{\odot} = 5 \cdot 10^3$$

Əsas nəticələr

1. Ulduzu xarakterizə edən bəzi fotometrik və spektral parametrlərin müşahidədən tapılmış və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi və həmçinin parallaksın tətbiqi əsasında 45 Dra ulduzunun effektiv temperaturu və səthində ağırlıq qüvvəsinin təcili təyin edilmişdir: $T_{\text{eff}} = 6100 \pm 200 \text{ K}$, $\lg g = 1.6 \pm 0.2$.
2. T_{eff} və $\lg g$ üçün təyin olunmuş qiymətlərə əsaslanaraq təkamül hesablamaları əsasında 45 Dra ulduzunun kütləsi təyin edilmişdir: $M = 9.2 M_{\odot}$.
3. Ulduzun kütləsini bilərək onun radius və işıqlığı hesablanmışdır: $R = 80 R_{\odot}$, $L = 5 \cdot 10^3 L_{\odot}$.

ƏDƏBİYYAT

1. Халилов А.М., Самедов З.А., Гасанова А.Р. Исследование сверхгиганта 89 Her // *Астрономический журнал* 2008, т. 85, №10, с. 940–945.
2. Səmədov Z.A. 110 Her (F6V) ulduzunun kimyəvi tərkibinin və atmosfer parametrlərinin təyini // *Bakı Universitetinin xəbərləri*, 2010, № 2, s. 182–187.
3. Səmədov Z.A., Hacıyeva G.M. BS 7386 (F7V) ulduzunun fundamental parametrlərinin təyini // *Bakı Universitetinin xəbərləri*, 2010, №4, s.161–165.
4. Səmədov Z.A., Məlikova J.A. HR 7451 (F7V) və HR 7495 (F5II – III) ulduzunun fundamental parametrlərinin təyini // *Azərbaycan Astronomiya Jurnalı*, 2010, № 4, s.29–33.
5. Любимков Л.С., Самедов З.А. Исследование атмосфер сверхгиганта δ CMa (F8Ia) и

- определение его эволюционных параметров // Известие Крымской астрофизической обсерватории, 1985, т. 72, с. 99–107
6. Самедов З.А. Исследование атмосфер сверхгиганта iSco (F2I) и θ Sco (FII) // Астрофизика, 1988, т. 28, с. 564–572.
 7. Самедов З.А. Исследование атмосфер сверхгиганта α Cyг (A2Ia) //Астрономической журнал, 1993, том 70, с. 82–90.
 8. Hauck B., Mermilliod M. uvby β photoelectric photometric catalogue // Astronomy and Astrophysics, May, 1998, p. 1-33.
 9. Kurucz L.S. CD–ROM, 2004, № 13, p.256.
 10. Nicolet B. Photoelectric photometric catalogue of homogeneous measurements in the UBV system //Astronomy and Astrophysics, 1978, v. 374, issue 2, p.664-690.
 11. Leeuwen V.F. Validation of the new Hipparcos reduction // Astronomy and Astrophysics, November, 2007, v. 411, p. 1435-1452.
 12. Cutri R.M., Skrutskie M.F., Van Dyk S., Beichman C.A., Carpenter J.M., Chester T., Cambresy L., Evans T., Fowler J., Gizis J., Howard E., Huchra J., Jarrett T., Kopan E.L., Kirkpatrick J.D., Light R.M., Marsh K.A., McCallon H., Schneider S., Stiening R., Sykes M., Weinberg M., Wheaton W.A., Wheelock S., Zacarias N. // 2MASS All Sky Catalog of point sources, 2003, 70, v. 470, p. 970-972.
 13. Claret A. // Astronomy and Astrophysics, 2004, p.919-932.
 14. Любимков Л.С., Рачковская Т.М., Поклад Д.Б. Определение фундаментальных параметров сверхгигантов классов F и G // Астрофизика, 2009, т. 52, с. 237–256.
 15. Gray R.O., Graham P.W., Hoyt S.R. The physical basis of luminosity classification in the late A-, F-, and early G- type stars. II basic parameters of program stars and role of microturbulence // The Astronomical Journal, April, 2001, v. 121, 2159-2172.
 16. Andrievsky S.M., Kovtyukh V.V. The comparable analysis of the Cepheids and non-variable supergiants from the instability strip I // Astronomy and Astrophysics, 13 November 1996, v. 389, p.1336-1344.
 17. Kovtyukh V.V., Soubiran C., Belik S.I., Yasinskaya M.P., Chenonadskih F.A., Malyuto V. Reddening of FGK supergiants and classical Cepheids from spectroscopic data // Astronomical Society, 13 July, 2008, p. 29-35.
 18. Lyubimkov L.S., Lambert D., Karotin S.A., Pоклад D.B., Rachkovskaya T.M., Rostopchin S.I. Nitrogen enrichment in atmospheres of A and G- type supergiants // MNRAS, 2 September, 2010, v. 410, issue 3, p.1774-1786.
 19. Lyubimkov L.S., Lambert D.L., Rostopchin S.I., Rachkovskaya T.M., Pоклад D.B. Accurate fundamental parameters for A, F, and G- type supergiants in the Solar neighbourhood // MNRAS , 14 April, 2010, v. 402, issue 2, p. 1369-1379.
 20. Ferro A., Parrao L. Colour excess and absolute magnitudes for non–Cepheid F–G supergiants from uvby β photometry // Astronomy and Astrophysics, June, 1990, v. 43, p.293-376.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗВЕЗДЫ 45 Dra (HD 171635, F7 Ib)

З.А.САМЕДОВ, А.М.ХАЛИЛОВ, А.Р.ГАСАНОВА, Ф.Г.ГАСАНОВА

РЕЗЮМЕ

На основе спектров, полученных в фокусе кудэ 2-м телескопа Шамахинской Астрофизической Обсерватории с разрешением 0.3\AA и дисперсией $8\text{-}12\ \text{\AA}/\text{mm}$, был исследован спектр звезды 45 Dra. Используя сравнение наблюдательных и теоретических данных, некоторых спектральных и фотометрических параметров, характеризующих атмосферу звезды, а также применяя величину параллакса, определена эффектив-

ная температура и ускорение силы тяжести этой звезды: $T_{\text{eff}} = 6100 \pm 200$ K, $\lg g = 1.6 \pm 0.2$.

При сопоставлении с эволюционными расчетами были определены масса, радиус и светимость: $M = 9.2 M_{\odot}$, $R = 80 R_{\odot}$, $L = 5 \cdot 10^3 L_{\odot}$

Ключевые слова: звёзды, сверхгиганты, фундаментальные параметры.

DETERMINATION OF FUNDAMENTAL PARAMETERS OF STAR 45 Dra (HD 171635, F7 Ib)

Z.A.SAMADOV, A.M.KHALILOV, A.R.HASANOVA, F.G.HASANOVA

SUMMARY

Spectrum of star 45 Dra has been investigated on the basis of Coude spectrograms obtained at 2-meter telescope of Shamakhy Astrophysical Observatory with the dispersion of 8-12 Å/mm and the spectral resolution of 0.3 Å.

Using the comparison of the observational and theoretical data, some spectral and photometric parameters characterizing atmospheres of the star, and applying the method of parallax the effective temperature and surface gravity of this star have been determined: $T_{\text{eff}} = 6100 \pm 200$ K, $\lg g = 1.6 \pm 0.2$.

Mass, radius and luminosity of the star have been found using evolutionary calculations: $M = 9.2 M_{\odot}$, $R = 80 R_{\odot}$, $L = 5 \cdot 10^3 L_{\odot}$

Key words: stars, supergiants, fundamental parameters.

Redaksiyaya daxil oldu: 17.05.2011 z.

Çapa imzalandı: 19.12.2011 z.