АНАЛИЗ СПЕКТРОВ ЗВЕЗД ПОЗДНИХ ТИПОВ В ОБЛАСТИ 2.2 мкм

Ю. П. Любчик[1], **Х. Р. А. Джонс**[2], **Я. В. Павленко**[1]

[1] *Главная астрономическая обсерватория НАН Украины Киев 03680, Украина*
e-mail: `lyu@mao.kiev.ua`, `yp@mao.kiev.ua`

[2] *Centre for Astrophysics Research, University of Hertfordshire, Hatfield AL10 9AB, UK*
e-mail: `astqhraj@herts.ac.uk`

Проанализированы спектры звезд со спектральным разрешением $R = 20\,000$ в инфракрасной полосе K (2.2 мкм). Интервал спектральных типов рассматриваемых звезд – от G8 до M9.5. Для определения основных физических параметров (эффективной температуры, ускорений силы тяжести, скоростей вращения) использовался метод синтетических спектров. Расчеты синтетических спектров были проведены с использованием лучших на сегодняшний день моделей атмосфер, атомных и молекулярных списков линий основных источников непрозрачности в данной спектральной области.

ПРОЦЕДУРА

Анализ наблюдаемых спектров проводился методом синтетических спектров, для чего была рассчитана сетка модельных спектров в широком диапазоне физических параметров $T_{\text{эф}}$, $\lg g$. Синтетические спектры были рассчитаны с помощью программы WITA6 [8] для NextGen моделей атмосфер [6]. Расчеты проводились при условиях локального термодинамического равновесия, гидростатического равновесия, отсутствия источников и стоков энергии. Для учета непрозрачностей в линиях использовались списки атомных линий VALD [7] и следующих молекулярных линий: H_2O [2], CO [4], FeH [3], TiO [9]. В инфракрасной области спектра именно эти молекулы определяют вид спектра. Формула, описывающая профиль вращения линий, с которыми сворачивались рассчитанные спектры, взята из книги Грея [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ $v \sin i$

Ниже на рисунках и в таблице представлены результаты определения скоростей вращения звезд разных спектральных классов. Рассматривались области с длинами волн: 2.200–2.239 мкм (область в районе

Таблица 1. Определение $v \sin i$ для областей дублета Na и полосы CO

		$T_{\text{эф}}$ / $\lg g$	“CO-область” $v \sin i$	$T_{\text{эф}}$ / $\lg g$	“Na-область” $v \sin i$
LHS 2924	M9 V	2600/5.0	*14*	2500/5.0	*18*
GJ 569B	M8.5 V	2500/5.0	28	2500/5.0	27
VB 10	M8 V	2800/5.0	*10*	2800/5.0	*12*
VB 8	M6.5 V	2800/5.0	*12*	2900/5.0	*10*
GJ 4281	M6.5 V	2900/5.0	*13*	2800/5.0	*16*
GJ 1245A	M5.5 V	3100/5.5	24.5	3100/5.5	23
GJ 791.2	M4.5 V	3300/5.5	35.5	3300/5.5	34
GJ 569A	M2.5 V	3400/5.0	*12*	3500/5.0	*12*
GJ 806	M1.5	3600/5.0	*12*	3600/5.0	*10*
HD 131976	M1 V	3700/5.0	*13*	3700/5.0	*11*
HD 184489	K5 V	4000/5.0	*15*	4000/5.0	*15*
HD 201091	K5 V	4200/5.0	*15*	4200/5.0	*16*
HD 157881	K5 IV	4200/5.0	*11*	4200/5.0	*10*
ADS 14636	K5 V	4200/5.0	*14*	4000/5.0	*13*
HD 219134	K3 V	4800/5.0	*10*	4800/5.0	*10*
HD 168387	K2 III	4400/4.0	*12*	4400/4.0	*14*
HD 166620	K2 V	5000/5.0	*13*	5000/5.0	*12*
HD 175225	G9 IV	5000/5.0	*13*	4800/4.5	*14*
HD 182572	G8 IV	5000/5.0	*20*	4800/4.5	*13*

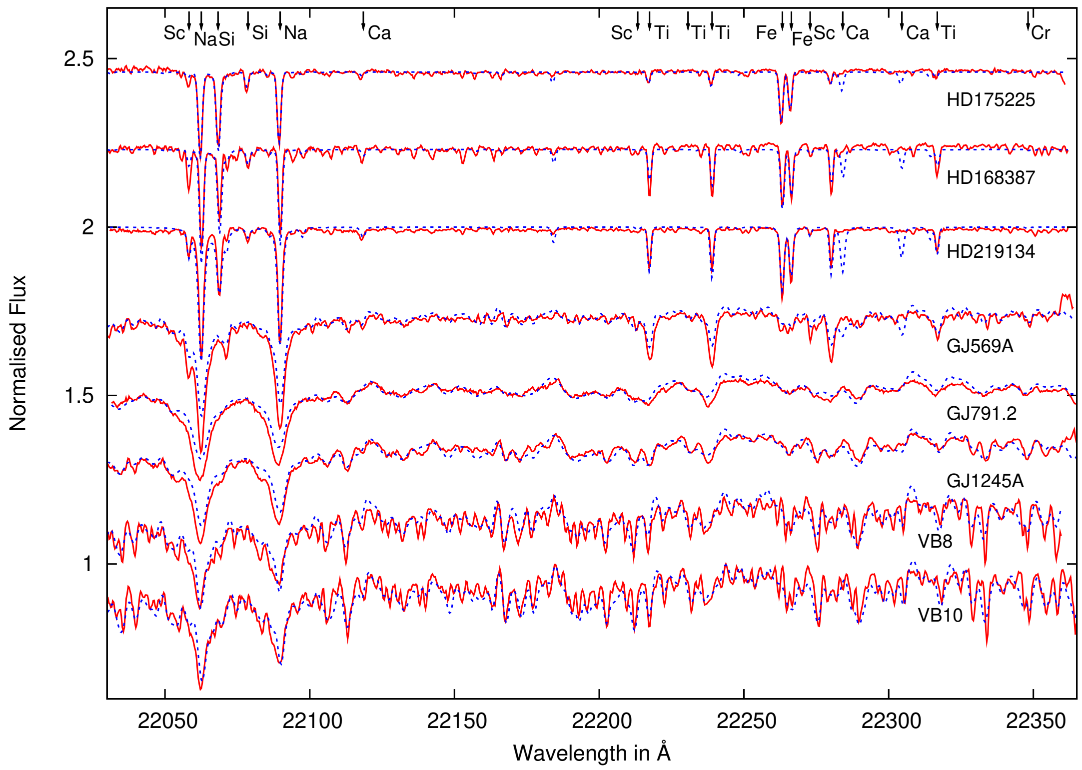

Рис. 1. Описание наблюдаемых спектров (сплошная линия) синтетическими (пунктир) в области дублета Na

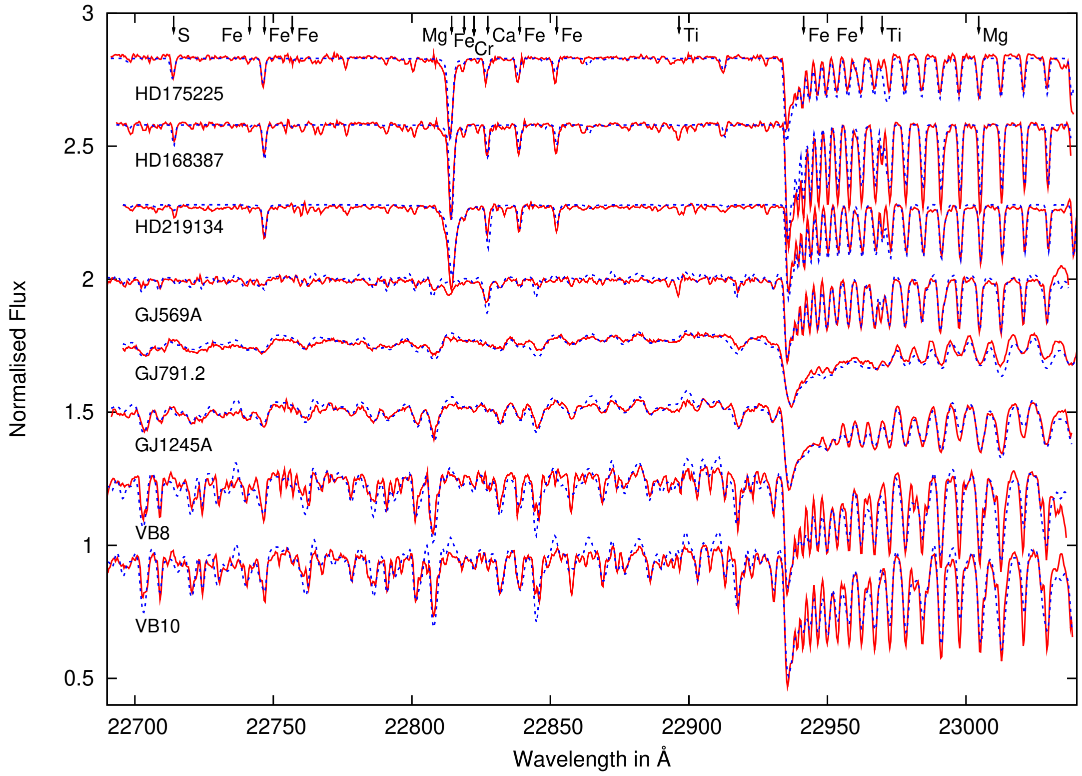

Рис. 2. Описание наблюдаемых спектров (сплошная линия) синтетическими (пунктир) в области молекулярной полосы CO

сильного дублета Na $\lambda\lambda\,2.2062$, 2.209 мкм) и 2.267–2.305 (полосы CO 2–0). Стрелками на рисунках обозначены положения атомных линий, идентифицированных по базе атомных линий VALD [7].

Спектральные классы, представленные в таблице, взяты из базы данных Simbad (`http://simbad.u-strasbg.fr/simbad`). Представлены также эффективные температуры и ускорения свободного падения, используемые для расчета синтетических спектров. Спектральное разрешение наблюдений в области 2.2 мкм составляло $R\sim 18\,000$, поэтому для большинства звезд, скорость вращения которых меньше 16 км/с, мы получили лишь верхнюю границу скорости вращения. В таблице эти значения скоростей вращения выделены курсивом.

[1] *Anders E., Grevesse N.* Abundances of the elements – meteoritic and solar // Geochim Cosmochim. Acta. – 1989. – **53**. – P. 197–214.

[2] *Barber R. J., Tennyson J., Harris G. J., Tolchenov R.* A high-accuracy computed water line list // Mon. Notic. Roy. Astron. Soc. – 2006. –**368**. – P. 1087–1094.

[3] *Dulick M., Bauschlicher C. W. Jr., Burrows A., et al.* Line Intensities and Molecular Opacities of the FeH $F^4\Delta_i$–$X^4\Delta_i$ Transition // Astrophys. J. – 2003. – **594**. – P. 651–663.

[4] *Goorvitch D.* Infrared CO line for the X 1 Sigma(+) state // Astrophys. J. Suppl. Ser. – 1994. – **95**. – P. 535–552.

[5] *Gray D. F.* The observation and analysis of stellar photospheres. – New York: Wiley-Interscience, 1976. – 484 p.

[6] *Hauschildt P. H., Allard F., Baron E.* The NextGen Model Atmosphere Grid for $3000 \le T_{\rm eff} \le 10\,000$ K // Astrophys. J. – 1999. – **512**. – P. 377–385.

[7] *Kupka F., Piskunov N. E., Ryabchikova T. A., et al.* VALD-2: Progress of the Vienna Atomic Line Data Base // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser. – 1999. – **138**. – P. 119–133.

[8] *Pavlenko Ya. V.* Lithium Lines in the Spectra of M Dwarfs: UX Tau C // Astron. Rep. – 2000. – **44**. – P. 219–226.

[9] *Plez B.* A new TiO line list // Astron. and Astrophys. – 1998. – **337**. – P. 495–500.