

АНАЛИЗ ИЗБЫТКОВ БЛИЖНИХ УФ И ИК ИЗЛУЧЕНИЙ У ЗВЕЗД ТИПА Т ТЕЛЬЦА

Н.З. ИСМАИЛОВ, А.А. АЛИЕВА

*Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана
AZ 372243, г.Шамаха, Азербайджан*

Приводятся результаты сравнительного анализа фотометрических характеристик УФ и ИК излучений, а также эквивалентной ширины эмиссии в линии H_{α} у трех групп звезд типа Т Тельца. Показано, что отсутствует четкая корреляция между УФ и ИК излучениями в СРЭ этих звезд. В случае с СТТС эквивалентная ширина эмиссии H_{α} имеет лучшую корреляцию с излучением в УФ области, чем у WTTS.

ВВЕДЕНИЕ

В спектрах многих молодых звезд типа Т Тельца наблюдаются оптические и инфракрасные избытки, эмиссия в бальмеровских линиях, а также в запрещенных линиях и в линиях металлов. Ранее считалось, что эти особенности спектра возникают из-за излучения мощной хромосферы и сильного звездного ветра (см., например, [1-2]). Около 30 лет назад Линден-Белл и Прингл [3] показали, что аккреционные диски звезд типа Т Тельца могут быть ответственными за избытки излучения в распределении энергии этих звезд в инфракрасной (ИК) и ультрафиолетовой (УФ) областях, которые образуются во внешних и внутренних слоях диска, соответственно. Если около молодой звезды существует такой стационарный диск, то можно моделировать значение вуалирования в излучении в ИК и УФ областях спектра (см., например, Берту и др.[4]).

В последние годы в сценарии аккреционного диска было учтено влияние магнитного поля звезды. Предполагается, что при этом аккреционный диск на расстоянии в несколько звездных радиусов разрушается под влиянием магнитного поля, и материя свободно падает на поверхность звезды. Существование магнитосферной аккреции базируется на следующих наблюдательных фактах: 1) широкие эмиссионные линии, которые часто имеют красномещенные абсорбционные компоненты, что является результатом падения вещества по магнитным трубкам [5]; 2) цветовые показатели ближней ИК области и спектральное распределение энергии (СРЭ) у классических звезд типа Т Тельца (СТТС) с избытками из диска на расстоянии до нескольких радиусов звезды [6]; 3) один из явных признаков - существование горячего пятна у некоторых СТТС [7, 8], которое связано с периодическим изменением блеска и цветовых показателей.

В последнее время разработаны ударные модели аккреционного диска, позволяющие вычислить физические параметры избыточного излучения в СРЭ СТТС (например, [9] и ссылки в [9]). При этом предполагается, что аккреционные диски являются оптически толстыми.

Используя наблюдательные данные для статистически значимого количества звезд, можно проверить состоятельность вышеуказанных предположений по аккреционным дискам. Целью настоящей работы является изучение взаимосвязи между избыточными излучениями в ближних УФ и ИК областях у разных типов звезд типа Т Тельца.

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Корреляционный анализ проведен по трем массивам: 1) из каталога Хербига и Белла [10] были выделены два массива звезд - СТТС (всего 148 звезд) и слабые

звезды типа Т Тельца (WTTS) (всего 35 звезд-1 группа), для которых приведены все цветовые показатели V, B-V, U-B, V-R, V-I и значения эквивалентной ширины линии H_{α} ; 2) из таблицы Вичмана и др. [11], отобрано 44 объекта (2 группа) типа WTTS с полными фотометрическими данными, включая, J, H, K величины.

С целью определения связи между излучением в ближней УФ области (U-полосе, $\lambda_{\text{eff}}=3600\text{\AA}$) и излучениями в ИК полосах все значения этих параметров были переведены в потоки в относительных единицах континуума в полосе V ($\lambda_{\text{eff}}=5500\text{\AA}$). Кроме того, используя известные спектральные классы из [10, 11] по адаптированной шкале Кохена и Кухи [12], были рассчитаны эффективные температуры каждой звезды. Далее, по формуле Планка было рассчитано чернотельное излучение соответствующего спектрального класса для каждой звезды, а также найдены относительные потоки. В качестве меры УФ избытка излучения была взята разность относительных потоков звезды и чернотельного излучения, а в качестве ИК избытка - аналогичная разность относительных потоков ИК излучений звезды и чернотельного излучения. Анализ показал, что влияние межзвездного покраснения для таких расчетов является незначительным, особенно в ИК области спектра. Для типичной звезды типа Т Тельца $A_V \sim 1-2^m$, $E_{K-L} = E_{K-N} \sim 0.05^m$ [14]. Из-за неоднородности источника данных, а также учитывая незначительное их значение, для первой и второй выборки влияние межзвездной экстинкции не было учтено.

На Рис.1 приведены графики относительных СРЭ для звезды TTS2 (линия), чернотельного излучения (мелкий пунктир) и теоретический спектр (крупный пунктир) из модели Куруча [13] для эффективной температуры 5500K, $lg g=4.5$.

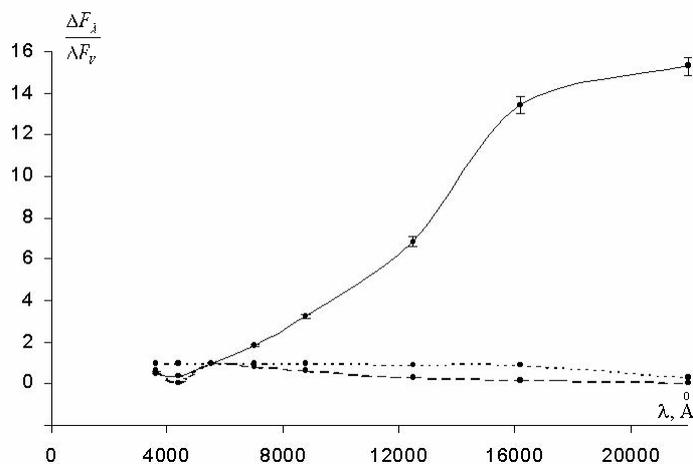


Рис.1.

График относительного спектрального распределения энергии для звезды TTS2 (линия), чернотельного излучения (мелкий пунктир) и теоретический спектр (крупный пунктир) из модели Куруча для эффективной температуры 5500K, $lg g=4.5$.

Для оценки ошибки одного значения соответствующих разностей относительных потоков мы исходили из того, что средняя ошибка одного измерения в U полосе не превышает ± 0.03 , а в ИК области - не более ± 0.01 . Тогда в потоке эти отклонения соответствуют значениям $\pm 4.4 \cdot 10^{-9}$ и $\pm 10^{-8}$ эрг/с, соответственно. При вычислении относительного потока средняя ошибка по одному отчету по отношениям потоков F_U/F_V составила не более 3%, а в остальных полосах еще меньше. На Рис.1 показаны величины средних ошибок в

соответствующих областях излучения. Часто уровень ошибок при этом не превосходит размеры соответствующих точек на Рис.1.

Прежде всего видно, что разность относительных потоков в U полосе между излучением звезды и чернотельного излучения не всегда положительная. Из Рис.1, видно, что относительный поток в этой полосе, как у звезды, так и у чернотельного излучения и излучения в синтетическом спектре, практически мало отличаются. Из Рис.1, также видно, что примерно у половины звезд данной выборки в этой полосе наблюдается дефицит потока относительно чернотельного излучения. Заметим, что такая же тенденция наблюдается и в других массивах, в которых накоплены звезды WTTS.

На Рис.2 приведена зависимость относительных потоков в U полосе с потоками в полосах R и I , а также со значениями эквивалентной ширины линии H_{α} . Вычисленные значения коэффициентов корреляции в каждом случае отдельно приведены на рисунках.

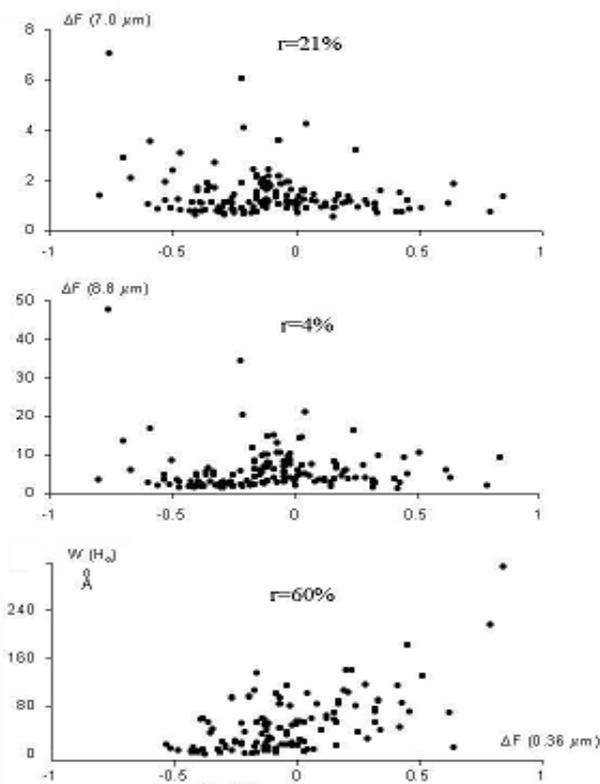


Рис. 2.

Зависимость для CTTS звезд относительных потоков в U полосе с потоками в полосах R и I , а также со значениями эквивалентной ширины линии H_{α} .

Как следует из Рис.2, не наблюдается корреляции в зависимости избытков ближних УФ и ИК излучений для CTTS. Коэффициент корреляции здесь равен около 20% и меньше, а в случае с H_{α} эмиссией - около 60%.

На Рис.3 приведена аналогичная зависимость для выборки, состоящей из 1 группы звезд WTTS по каталогу [10]. Как видно, наблюдается относительно лучшая корреляция между названными параметрами, где коэффициент корреляции

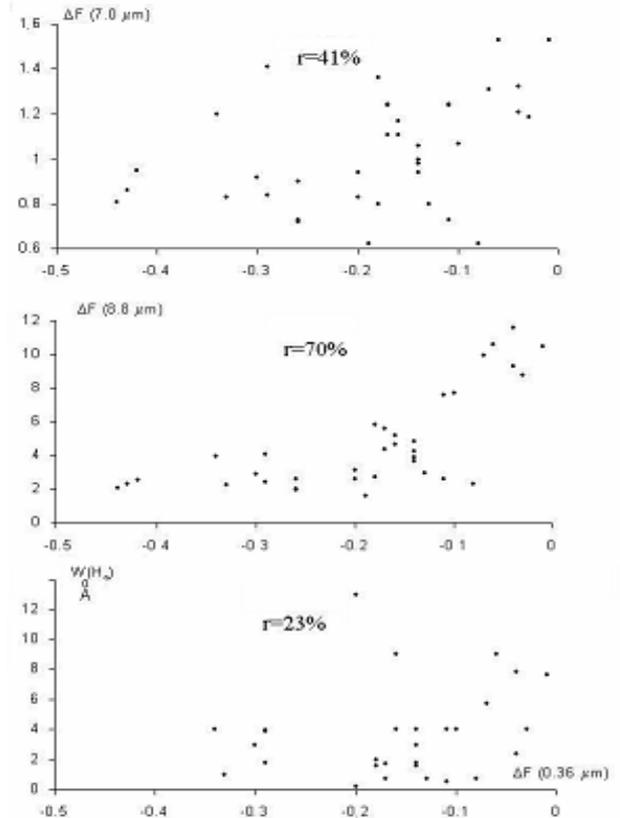
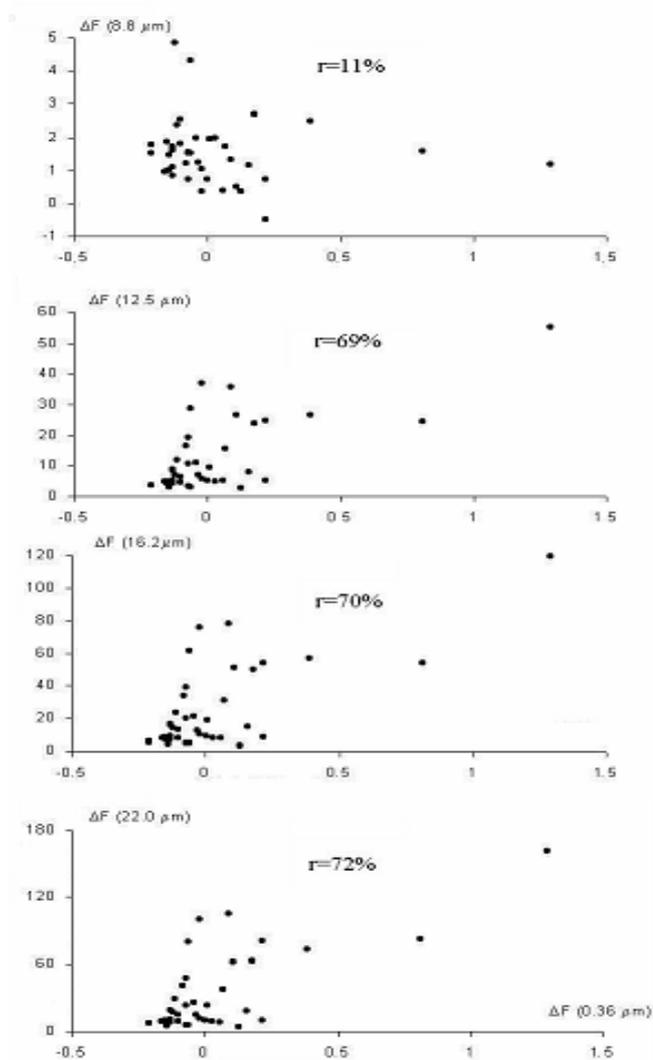


Рис. 3.

Зависимость для 1 группы WTTS звезд относительных потоков в U полосе с потоками в полосах R и I , а также со значениями эквивалентной ширины линии H_{α} .

достигает 70%. В случае же с эквивалентной шириной линии H_{α} она составляет всего 23%, что гораздо меньше, чем в случае с СТТС.

На Рис.4 приводятся графики зависимости между указанными параметрами у



44 звезд, наблюдательные измерения для которых выполнены для далекой ИК области [12].

Как видно, с увеличением длины волны зависимость показателей УФ и ИК избытков показывает лучшую корреляцию, которая достигает 72% в полосах H и K.

Рис. 4.

Зависимость относительных потоков в U полосе с потоками в полосах I , J , H и K для 2 группы WTTS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Согласно нынешним представлениям, если существует избыток излучения в оптическом диапазоне у звезд типа Т Тельца, то этот избыток возникает у нижних слоев диска, а диск должен быть расположен близко к звезде. Помимо этого, диск должен быть оптически толстым, и поэтому должен возникать ИК избыток [4].

Для проверки правильности таких предположений Хартиган и др. [15] проверили зависимость уровня вуалирования у абсорбционных линий около $\lambda 5500\text{\AA}$ и ИК избытков излучения у 35 звезд типа Т Тельца. Этими авторами показано, что зависимость вуалирования оптического континуума и ИК избытков показывает определенную прямую корреляцию. Из этой работы видно, что авторы получили примерно такую же степень корреляции, как и в нашей работе.

Наши данные показывают, что:

- у классических звезд типа Т Тельца практически отсутствует зависимость между избытками излучений в ближних УФ и ИК областях спектра;
- у слабых звезд типа Т Тельца существует значительная корреляция между излучением в ближних УФ и ИК областях спектра;

-эквивалентная ширина эмиссии H_{α} показала относительно более высокий коэффициент корреляции с УФ потоком у CTTS, чем у звезд типа WTTS.

По результатам этих наблюдательных данных можно сделать следующие выводы:

1. Отсутствие корреляции между УФ излучением и ИК избытком у CTTS показывает, что, действительно, околозвездный диск является оптически толстым и скорее нестационарным, и значит здесь не имеет места механизм люминесценции, как в случае планетарных туманностей.
2. Наблюдается более высокая степень прямой корреляции между W_{λ} линии H_{α} и УФ избытком у CTTS, чем у WTTS. Это показывает, что усиление эмиссии в этой линии может быть результатом как излучения оболочки, так и излучения активной хромосферы звезды. Неслучайно в работе [15] показано отсутствие явной корреляции между W_{λ} линий [OI] и H_{α} .
3. Наблюдение явной корреляции между УФ излучением и ИК избытком у WTTS, особенно в далекой ИК области излучения, показывает, что здесь существуют относительно стационарные диски около этих звезд. Слабость W_{λ} линии H_{α} показывает, что такие околозвездные диски у WTTS являются значительно менее активными, чем у CTTS.

1. G.H.Herbig Mem., *Roy. Sci. Liege*, **9** Ser.5 (1970) 13.
2. L.E.Cram, *Astrophys. J.*, **234** (1979) 949.
3. D.Lynden-Bell, J.E.Pringle, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **168** (1974) 603.
4. C.Bertout, G.Basri, *J. Bouvier Astrophys. J.*, **330** (1988) 350.
5. J.Muzerolle, N.Calvet, L.Hartmann, *Astrophys. J.*, **492** (1998) 743.
6. M.Meyer, N.Calvet, I.A.Hillenbrand, *Astron. J.*, **114** (1997) 288.
7. W.Herbst, D.K.Herbst, E.J.Grossman, *Astron. J.*, **108** (1994) 1906.
8. Н.З. Исмаилов, *Астрон. журн.*, **80** (2004) 431.
9. E.Gullbring, N Calvet, J.Muzerolle, L.Hartmann, *Astron. J.*, **544** (2000) 927.
10. G.H.Herbig, K.R.Bell Population, *Lick. Obs. Bull.*, № 1111 (1988) 90.
11. R.Wichmann, J.Krautter, J.M.Alcala, E.Neuhauser, J.H.M.M.Schmidt, *Astron. Astrophys.*, **320** (1997) 185.
12. M.Cohen, L.V.Kuhi *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **41** (1979) 743.
13. R.L.Kurucz, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **40** (1979) 1.
14. G.H.Rieke, M.J.Lebosky, *Astrophys. J.*, **288** (1985) 618.
15. P.Hartigan, L.Hartmann, S.Kenyon, *Astrophys. J.*, **354** (1990) L25.

TVIĞA LIPTI ULDUZLARDA YAXIN UB VƏ İQ ŞUALANMA ARTIQLIĞININ ANALIZI

N.Z. İSMAYILOV, Ə.Ə. ƏLİYEVƏ

Üç qrup T Buğa tipli ulduzlarda yaxın ultrabənövşəyi (UB) və infraqırmızı (İQ) oblastlarda şualanma artıqlığının və H_{α} emissiya xəttinin ekvivalent eninin müqayisəli təhlili verilir. Göstərilmişdir ki, UB və İQ şualanmaları arasında dəqiq korrelyasiya müşahidə edilmir. CTTS tipli ulduzlarda H_{α} xəttinin ekvivalent eni WTTS ulduzlarna nisbətən UB şualanma ilə daha yüksək korrelyasiya göstərir.

ANALYSIS OF NEAR UV AND RADIATIONS OF T TAURI TYPE STARS

N.Z. ISMAILOV, A.A. ALIYEVA

The results of comparative analysis of the photometric characteristics of UV and IR radiations, and also equivalent width of emission in the line of H_{α} at three groups of T Tauri type stars were presented. It was shown that there was no clear correlation between of UV and IR radiations in SED of these stars. In the case of CTTS the equivalent width of H_{α} emission had been the best correlation with of UV radiation than of WTTS.

Редактор: А.Гулиев