

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРИВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ  
ЭНЕРГИИ МОЛОДЫХ ЗВЕЗД****Ф.Н.АЛИМАРДАНОВА***Шамахинская Астрофизическая Обсерватория НАН Азербайджана  
fexrende@yahoo.com*

*В работе проведен анализ результатов исследований распределения энергии в спектре (РЭС) группы молодых звезд типа Т Тельца, Ae/Be Хербига и протозвездных инфракрасных (ИК) источников излучения. Получено, что эффективные температуры, определяемые по спектральным классам систематически меньше, чем температуры, определяемые по максимуму кривой РЭС звезды. Обнаружена прямая корреляция между температурами, полученными по разным пикам на кривой РЭС.*

Одной из важных особенностей молодых звезд является аномальное распределение энергии в спектре (РЭС) по сравнению со спектрами звезд того же спектрального класса. Анализ результатов разных авторов показывает, что к настоящему времени нет однозначного ответа о происхождении избытков излучения в РЭС у разных групп молодых звезд [1, 2].

В нашей работе [3] был проведен анализ кривых РЭС 87 молодых звезд типа Т Тельца, Ae/Be Хербига и протозвездных ИК источников излучения в интервале 0.36-100 мкм. Было показано, что у таких объектов имеется 5 типов кривых РЭС, которые отличаются количеством участков избыточного излучения, а также их расположением в определенном участке спектра. У отдельных звезд наблюдается до 3 участков с избыточным излучением в спектре, что может быть объяснено существованием в системе дополнительных источников теплового излучения. Наиболее вероятные температуры дополнительных источников в системе соответствуют ~ 1500-2500 К и 90 - 120 К. В настоящем сообщении мы приводим результаты анализа температур теплового излучения, определенных по кривым РЭС у 87 молодых звезд. Эти температуры были нами определены методом сопоставления максимумов избыточного излучения в кривых РЭС у разных молодых звезд и излучения абсолютно черного тела [3].

**Результаты**

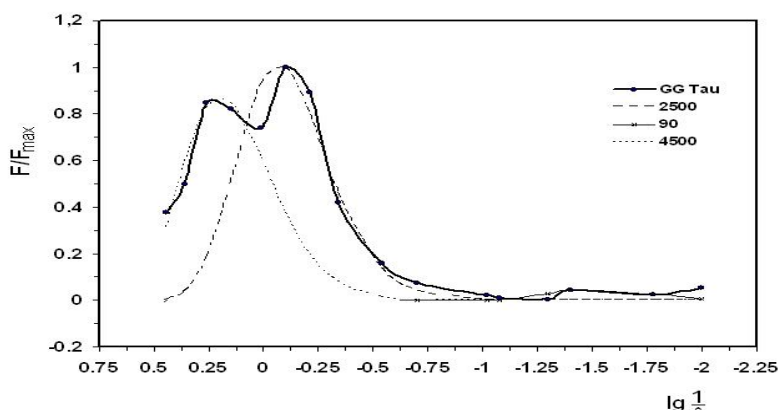
Нами были определены эффективные температуры всех звезд, у которых известны спектральные классы. При этом была использована шкала эффективных температур, предложенная Кенёном и Хартманом [4], адаптированная для молодых звезд.

Из кривой РЭС были определены температуры, соответствующие разным максимумам на кривой РЭС отдельных звезд. На рис.1 для примера приводится

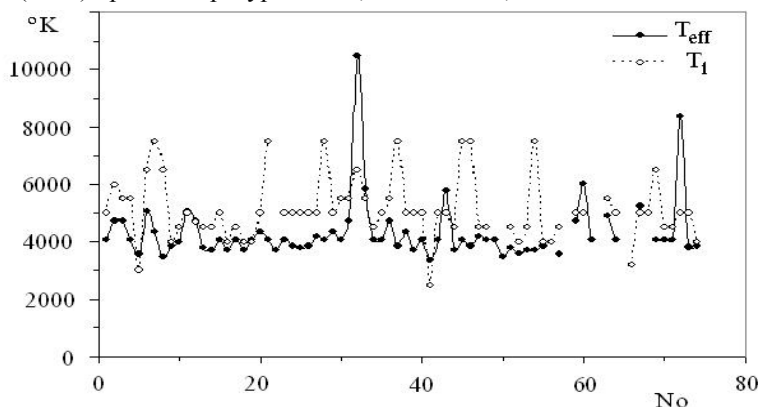
кривая РЭС для классической звезды типа Г Тельца GG Тау. Как отсюда видно, наблюдается три максимума на кривой РЭС звезды, которые можно описать температурами 4500, 2500 и 90 К, соответственно.

Для большинства звезд первая температура  $T_1$  полученная по «горбу» в РЭС, в основном согласуется с эффективной температурой  $T_{\text{eff}}$  звезды, соответствующей ее спектральному классу. Надо сказать, что, вообще говоря, эффективная температура, соответствующая спектральному классу не всегда согласуется с температурой, полученной по первому пику. Кроме того, у разных звезд часто наблюдается еще 2-3 участка, избыточное излучение которых соответствуют более низким температурам  $T_2$  и  $T_3$ .

На рис.2 приводится диаграмма зависимости  $T_{\text{eff}}$  от температур  $T_1$  найденной нами по первому максимуму на кривой РЭС. Как отсюда видно, температура  $T_1$  оказалась систематически завышенным в среднем около 1000 К. У некоторых звезд эти температуры совпадают, а у некоторых, различие достигает до 2000 К. Причиной такого различия, может быть неучтенное дополнительное излучение оболочки звезды.



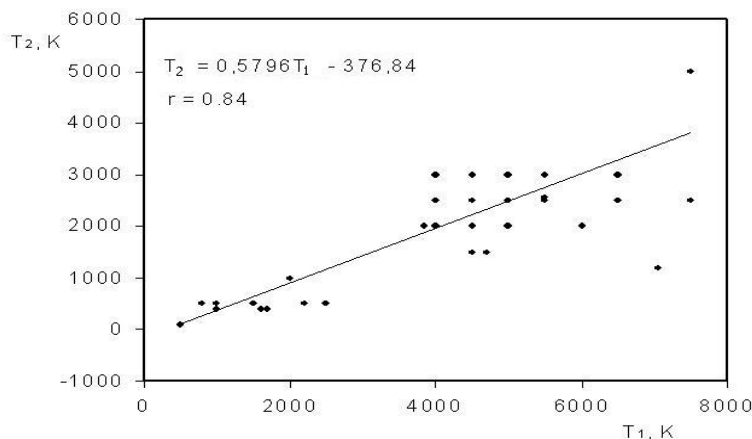
**Рис. 1.** РЭС звезды GG Тау (жирная линия) а также излучения абсолютно черного тела (АЧТ) при температурах 4500, 2500 и 90 К, соответственно.



**Рис.2.** Сравнение температур  $T_{\text{eff}}$  (темные кружки) и  $T_1$  (светлые кружки) для программных объектов. По абсциссе приведен номер объекта из табл.1, который приводится в работе [3].

Интересно, что полученные значения температур имеют определенную взаимосвязь. На рис.3 приведена зависимость между температур  $T_1$  и  $T_2$  для разных объектов. Коэффициент корреляции между значениями этих температур оказывается достаточно высоким –  $r = 84\%$ . Многие объекты имеют идентичные температуры  $T_1$  и  $T_2$  и, поэтому пары точек по этим температурам на графике совпадают. На этом рисунке также приведена аппроксимация зависимости линейным законом:  $T_2 = 0.5796 T_1 - 376.84$ .

Наш анализ показал, что наиболее вероятное значение температур по спектру избыточного излучения равен 2500, 1500 и 90-120 К. Высокая степень корреляции между температурами  $T_1$  и  $T_2$  может указывать на то, что при конденсации околозвездной оболочки тепловые источники, образованные в околозвездном окружении имеют приблизительно одинаковые массы.



**Рис.3.** Зависимость температур  $T_1$  и  $T_2$ . Так как значения этих температур часто одинаковы для разных звезд, многие точки совпадают.

### Заключение и выводы

В настоящей работе было показано, что наиболее вероятное значение температур по спектру избыточного излучения равен 2500, 1500 и 90-120 К. Высокая степень корреляции между температурами  $T_1$  и  $T_2$  может указывать на то, что тепловые источники, образованные в околозвездном окружении при конденсации околозвездной оболочки взаимозависимы по массам. Если околозвездное вещество после диссипации и конденсации превращается на такие типичные тепловые источники, велика вероятность формирования на II этапе развития субзвезд и протопланет. При моделировании ранней стадии эволюции необходимо учитывать тот факт, что на этом этапе развития происходит диссипация околозвездного диска.

Сравнение эффективных температур звезд  $T_{\text{eff}}$  определенных по спектральному классу и наиболее высокой температуры  $T_1$  с коротковолновой части РЭС показывает, что эти температуры могут показать различие от 500 до 2500 К. В среднем  $T_1$  систематически больше, чем  $T_{\text{eff}}$  на 1000 К. Такое различие в температурах, определенных по фотосферному абсорбционному спектру ( $T_{\text{eff}}$ ) и по распределенную энергию ( $T_1$ ) свидетельствует о том, что существует дополнительный источник тепловой энергии неизвестной природы, максимум спектра излучения которой наблюдается в видимый части спектра.

Обобщая результаты можно сделать следующие выводы:

1. Обнаружена высокая степень корреляции полученных температур теплового излучения околозвездного вещества, определения по избыточному излучению на кривых РЭС в разных участках спектра.
2. Сравнение показало, что большинство типичных молодых звезд позднего типа по кривой РЭС показывают систематически завышенную температуру ( $T_1$ ), примерно на 1000К больше, чем эффективные температуры звезд ( $T_{\text{eff}}$ ).
3. Определенные температуры тепловых источников имеют характерные значения – чаще всего 1500 - 2500К и 90 - 150К. Это может быть характерной особенностью околозвездных оболочек у молодых звезд: при конденсации оболочки могут, в основном, образоваться объекты только определенной массы и температуры.

Автор выражает благодарность за обсуждение материала статьи доктору физ.-мат. наук Н.З.Исмаилову.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hartigan P., Hartmann L., Kenyon S. *Astrophys. J.* 1990, v. 354, p. L25-L28.
2. Исмаилов Н.З., Алиева А.А. Анализ избытков ближних УФ и ИК-излучений у звезд типа Т Тельца. *Известия НАН Азерб.сер.физ.-тех.* 2005, т.25, с.189-193.
3. Исмаилов Н.З., Алимарданова Ф.Н. Распределение энергии молодых звезд в области 0.36-100 мкм. *Астрономический журнал Азербайджана.* 2009, т. 4, с. 25-31.
4. Kenyon, S.J., Hartmann, L., *Pre-Main-Sequence Evolution in the Taurus-Auriga Molecular Cloud. Astrophys. J. Suppl. Ser.* 1995, v. 101, p. 117-171.

#### CAVAN ULDUZLARIN ENERJİ PAYLANMA ƏYRİLƏRİNİN BƏZİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

F.N.ƏLİMƏRDANOVA

#### XÜLASƏ

Bu işdə bir qrup cavan T Buğa, Ae/Be Herbiq və infraqırmızı şüalanma mənbələri olan protoulduzların spektrində enerji paylanmasının tədqiqi nəticələrinin analizi aparılmışdır. Ulduzun spektral sinfinə görə təyin edilmiş effektiv temperaturların, enerji paylanmasının maksimumuna görə təyin olunmuş temperaturlardan sistemətiq olaraq kiçik olması aşkar olunmuşdur. Enerji paylanması əyrisində müxtəlif piklərə görə alınmış temperaturların bir-biri ilə düz korrelyasiya etməsi müəyyən olunmuşdur.

#### SOME PROPERTIES OF ENERGY DISTRIBUTION CURVES OF YOUNG STARS

F.N.ALIMARDANOVA

#### SUMMARY

The paper analyzes the results of the investigation of SED curves of some group of young stars of T Tauri, Ae/Be Herbig types and IR protostar members. It is established that effective temperatures determined on the spectral types are systematically less than the temperatures derived on the maximums of SED curves. Direct correlation between

temperatures determined due to the peaks in the SED curves is discovered in the article as well.