

УДК 524.31

АБСОЛЮТНАЯ ЗВЕЗДНАЯ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ В АСТРОФИЗИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

I. Первые исследования, их методика и результаты

В связи с исполняющимся 50-летием с начала работ в Астрофизическом институте им. В.Г.Фесенкова по измерениям абсолютного распределения энергии в спектрах звезд кратко описываются задачи, методы и история этих исследований

Ко времени выхода данной статьи исполнится 50 лет с начала абсолютных спектрофотометрических наблюдений звезд, проведение которых было организовано в 1958 году в Астрофизическом институте АН КазССР по инициативе его основателя академика В.Г.Фесенкова и успешно продолжается до сих пор.

Распределение энергии в спектре звезды - очень важная ее характеристика. Оно связано с физическими параметрами звезды, в первую очередь с ее температурой. Спектроэнергетические кривые у звезд с разной температурой сильно различаются. Кроме температуры на распределение энергии влияет множество других факторов: химический состав, наличие у звезды магнитного поля и его напряженность, скорость осевого вращения, турбулентные движения вещества в атмосфере звезды и т.д. Построение теории звездных атмосфер невозможно без знания распределения энергии в спектрах звезд. Но, кроме чисто научного значения, исследования такого рода с самого начала представляли и практический, прикладной интерес в связи с развитием ракетно-космической техники. Для астроориентации ракет, космических аппаратов и орбитальных станций необходимо было знать оптические характеристики навигационных звезд. Одна из особенностей, по которым навигационный прибор узнает "свою" звезду, - это распределение энергии в ее спектре, выраженное в абсолютных единицах. Поэтому на ряде обсерваторий Советского Союза были организованы группы наблюдателей и создавалась специальная аппаратура для выполнения абсолютной звездной спектрофотометрии.

В Астрофизическом институте был сконструирован спектрометр с плоской решеткой и записью спектра на ленточном самописце ЭПП-09. Прибор был изготовлен в мастерской института при участии автора и установлен на 50-сан-

тиметровом кассегреновском телескопе-рефлекторе немецкой фирмы Goerz.

При наблюдениях в качестве спектрофотометрического стандарта использовался центр солнечного диска. Причиной выбора такого стандарта было отсутствие у нас в то время специальной откалиброванной лампы. Но Солнце как стандарт имеет и некоторые преимущества перед лампами. Само Солнце уже многократно исследовалось, и мы решили взять среднее из результатов, полученных Абботтом, Вильзингом, Петтитом, Г.Ф.Ситником, Е.А. Макаровой и Д. Лабсом.

Но здесь предстояла еще предварительная подготовительная работа. Дело в том, что некоторые из перечисленных авторов давали яркость центра диска, другие - вычисленную среднюю по диску. Некоторые пытались относить свои результаты к континууму, но использовали спектрограф с небольшой разрешающей силой. Прежде чем усреднить данные разных авторов, нужно было редуцировать их к одному виду - яркости центра диска в континууме, так, как получали Г.Ф.Ситник и Е.А.Макарова, работавшие на приборе с достаточным разрешением. Поэтому данные Абботта и Вильзинга были взяты из диссертации Е.А.Макаровой [1], где они приведены после соответствующих редукций. Редукцию их к центру диска выполнил Миннаерт, а за линии поглощения - сама Е.А.Макарова, использовавшая для этого таблицы Вемпе, составленные на основе планиметрирования Уtrechtского атласа. Д. Лабс ввел сам необходимые поправки за линии, используя Уtrechtский атлас. Хотя после необходимых редукций данные этих рядов измерения различались в пределах 20 - 25%, величина средней квадратичной ошибки среднего оказалась приемлемой. Она менялась от 1.2 % при λ 660 нм до 3.4 % при λ 400 нм. Поскольку усреднялись совер-

шенно независимые результаты, полученные разными людьми, на разных приборах, в разное время и т. д., можно было надеяться, что среднее значение свободно от больших скрытых систематических ошибок.

Таким образом, было обеспечено приведение цитируемых данных к однородной системе. Но предстояла еще одна подобная операция: ведь наши собственные наблюдения Солнца при стандартизации по ним наблюдений звезд из-за недостаточной разрешающей силы были искажены линиями поглощения. Нужно было привести их к виду "центр диска в континууме", что и было сделано с помощью таблиц Уtrechtского каталога фраунгоферовых линий.

Большое внимание было уделено разработке и исследованию приспособлений, ослабляющих свет, которые были необходимы при наблюдениях Солнца.

Коэффициент прозрачности атмосферы в ночное время определялся методом Бугера как правило по двум звездам, заходящей и восходящей. А стандартизация по наблюдениям Солнца проводилась в утренние часы, когда характерные для Алма-Аты суточные изменения атмосферной прозрачности были малы.

Измерения проводились в области 4000 - 7200 А.. Так была исследована видимая область спектра Веги, Алтыира и α Oph. Ультрафиолет был исключен, т. к. при стандартизации по Солнцу на этом участке требовалась большие и ненадежные поправки за линии поглощения.

Использование Солнца как стандарта при наблюдении звезд крайне неудобно, поэтому в качестве стандарта было решено использовать только что исследованную Вегу. Но для нее не было абсолютных измерений в ультрафиолетовой области спектра, были только относительные. Поэтому поступили следующим образом. Взяли для Веги распределение энергии, выведенное Кодом в относительных единицах, с ультрафиолетовым участком спектра, и представили их в таком масштабе, чтобы площадь под участком 4000-7200 А была равна площади под таким же участком нашей выраженной в абсолютных единицах кривой для Веги. Таким образом был получен удобный спектрофотометрический стандарт для всей области 3200 - 7500 А.

Первые в Советском Союзе наблюдательные определения спектральной плотности энер-

гетической освещенности, создаваемой звездами за пределами земной атмосферы, были опубликованы нами в 1961 - 1963 г. [2]. Исследовались звезды ранних спектральных классов, изменился их непрерывный спектр, на участки, занятые бальмеровскими линиями, континуум уверенно интерполировался. В 1965 г. были проведены повторные наблюдения Веги со стандартизацией не по континууму, а по интегральному спектру (континуум вместе с линиями, представляемый в виде гистограммы) центра солнечного диска в области 3200 - 7500 А. Результат неплохо соответствовал полученным ранее данным. В то же время гистограммное представление мы стали делать и для спектров исследуемых звезд, что дало возможность включить в программу наблюдений звезды всех спектральных классов, а не только ранних, у которых имеются протяженные участки континуума.

Почти в то же время, т. е. в начале 60-х годов, спектрофотометрические исследования звезд проводила И.Н. Глушнева на высокогорной станции ГАИШ под Алма-Атой. Благодаря работе на большой высоте удалось продвинуться в ультрафиолет до 3020 А, т. е. почти до самой границы пропускания земной атмосферы. Ее первые результаты – абсолютное распределение энергии в спектрах 26 звезд в области 3020 - 4650 А были публикованы в 1964 - 1966 г. [3].

Первые полученные данные об энергетических освещенностях от звезд, конечно, не могли удовлетворить потребностей ни астрофизики, ни космической техники. Встал вопрос о массовых измерениях распределения энергии в спектрах всех или большинства относительно ярких звезд с целью создания звездного спектрофотометрического каталога. Для этого весной 1968 г. в Астрофизическом институте АН КазССР была создана специальная лаборатория звездной спектрофотометрии. В ее организации сыграли большую роль тогдашний директор Института проф. Г.М. Идлис и директор Государственного Астрономического института им. П.К. Штернберга (ГАИШ) проф. Д.Я. Мартынов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макарова Е.А. Исследование распределения энергии в непрерывном спектре Солнца в абсолютных единицах фотографическим методом // Канд.дисс. МГУ – ГАИШ, 1957г.
2. Харитонов А.В. Внедомосферные спектрофотометрические стандарты. Распределение энергии в спектрах избран-

ных звезд в единицах системы CGS// Астрон. Журн., 1963
T.40. С.339-350.

3. Глушнева И.Н. Распределение энергии в спектрах некоторых горячих звезд в ультрафиолетовой области в абсолютных единицах // Труды ГАИШ. 1966. Т.34. С.53

Резюме

В.Г. Фесенков атындағы Астрофизика институтында жұлдыздар шоғырындағы энергияның таралуын өлшеуін зерттеудің 50 жыл толуына байланысты осы зерттеулердің мақсаты, өдісі және тарихы қысқаша сипатталады.

Summary

Brief review of the goals, technique and history of the works on the stellar absolute spectrophotometry is presented in connection with 50 anniversary of the beginning of these researches in Fessenkov Astrophysical Institute.

Астрофизический институт

им. В.Г.Фесенкова, г.Алматы Поступила 20 апреля 2007 г.