

АСТРОНОМИЯ

В. Б. НИКОНОВ и А. Б. СЕВЕРНЫЙ

ОПЫТ ЭЛЕКТРОФОТОМЕТРИИ СПЕКТРА СОЛНЦА

(Представлено академиком Г. А. Шайном 15 I 1951)

В настоящее время разрешение некоторых фундаментальных проблем физики солнечной атмосферы кроется подчас в тонких спектральных эффектах, лежащих в пределах точности фотографического метода. Естественно поэтому обратиться к фотоэлектрическому методу, способному обеспечить точность наблюдений до долей процента, тем более, что при электроспектрофотометрии Солнца мы имеем световые потоки, весьма легко измеримые с простейшей современной фотоэлек-

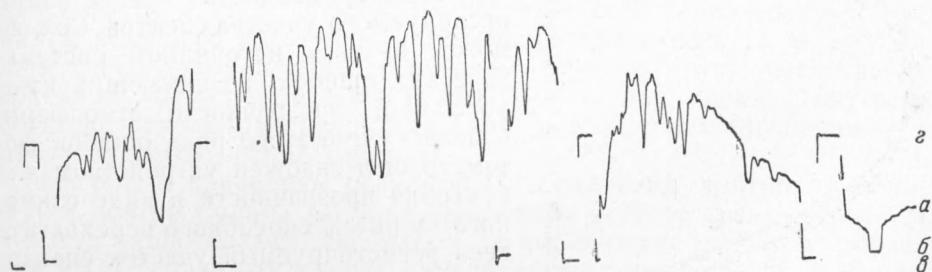


Рис. 1. *a* — фотоэлектрическая регистрограмма участка солнечного спектра между линиями *H* и *K*; *b* — нулевые линии (темновые отсчеты) для основного фотоумножителя; *c* — нулевые линии для фотоумножителя контроля прозрачности, *г* — запись отбросов контроля прозрачности атмосферы

трической аппаратурой. Большим преимуществом является и крайне простая обработка подобных наблюдений, вытекающая из пропорциональности фотоэффекта.

В первую очередь мы поставили перед собой задачу создать возможно более простой солнечный электроспектрофотометр, удовлетворяющий, однако, всем необходимым требованиям в отношении точности и чувствительности, возникающим при наблюдениях как спектра Солнца, так и деталей на его поверхности (факелов, флоккулов, пятен и т. д.).

Спектр Солнца с дисперсией $2,4 \text{ \AA/mm}$ мы получаем с помощью дифракционного солнечного спектрографа Крымской астрофизической обсерватории, питаемого от целостатной установки и параболического зеркала (диаметром 250 мм), дающего на выходной щели спектрографа изображение Солнца диаметром в 80 мм.

При наблюдении деталей солнечной поверхности высота входной щели может ограничиваться до значений менее $1/50$ диска Солнца. При этом световые потоки еще вполне достаточны для непосредствен-

ного измерения при помощи фотоумножителя в сочетании с чувствительным зеркальным гальванометром, без применения какого-либо усиления фототоков *.

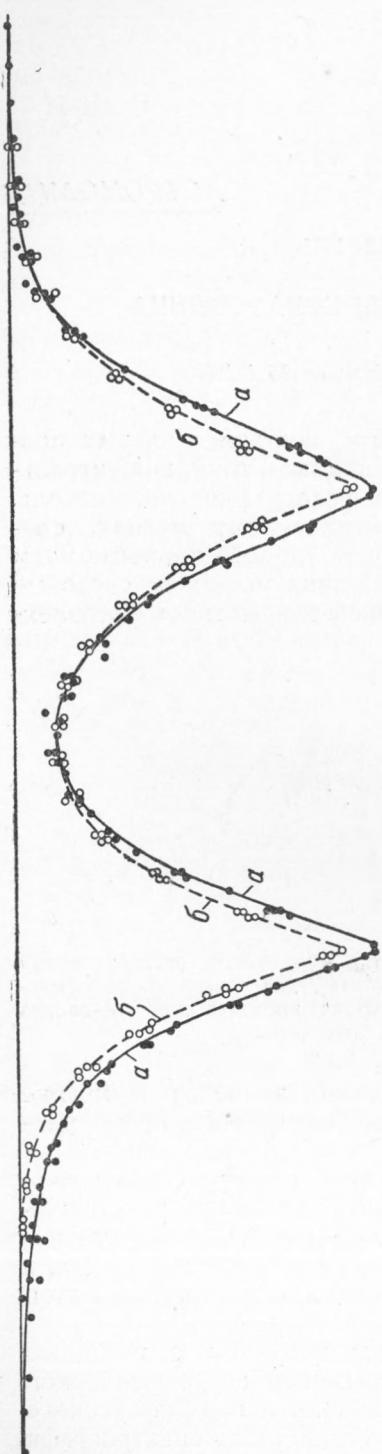


Рис. 2. Контуры линий ионизированного кальция H и K : a — для центра Солнца, b — для края Солнца ($\sin \theta = 0,976$)

Выходная щель спектрографа, жестко соединенная с фотоумножителем (воспринимающим световые потоки, прошедшие через щель), скользит вдоль направления дисперсии изучаемого участка спектра — таково в принципе устройство нашего электроспектрофотометра. Ширина этой щели выбиралась сравнимой с полушириной инструментального контура спектрографа ($\sim 0,1 \text{ \AA}$). Щель приводится в движение при помощи синхронного электрического часовочного механизма.

Отбросы зеркального гальванометра (с чувствительностью $1,2 \cdot 10^{-9} \text{ A/mm}$ и периодом 1,8 сек., присоединенного к фотоумножителю через систему шунтов) записываются на фоторегистрире, вращение барабана которого синхронизовано с движением выходной щели посредством двух сельсин-моторов.

Неодновременность регистрации исследуемого участка спектра Солнца может явиться источником систематических ошибок, возникающих из-за колебаний прозрачности атмосферы. С целью учета этого рода ошибок фотометр был снабжен устройством для контроля прозрачности в виде откидного зеркала, способного перехватить весь регистрируемый участок спектра и направить его в сторону на второй вспомогательный фотоумножитель. При поворотах этого зеркала гальванометр автоматически подключается к цепи того фотоумножителя, с которым производится измерение.

Нами были использованы следующие сурьяно-цеевые малогабаритные электростатические фотоумножители: для основных измерений — RCA-931A, а для контроля прозрачности — Mazda 27M2.

Стабильность нашей установки весьма высока: не наблюдалось колебания темнового тока фотоумножителей выше $0,1\%$ (сами темновые токи имели порядок $1—3 \cdot 10^{-8} \text{ A}$).

* В только что опубликованной работе Н. Ф. Купревича (1), весьма интересной с методической точки зрения, задача решается посредством сложной усилительной схемы, применение которой в данном случае не является необходимым.

На рис. 1 показана регистрограмма участка солнечного спектра между линиями H и K . Наши наблюдения показывают, что прозрачность в Симеизе, как правило, держится постоянной за время получения одной регистрограммы (~ 6 мин.).

Но в отдельные дни с неустойчивым режимом видимости прозрачность испытывает быстрые и внезапные изменения, способные радикально повлиять на результаты измерений и весьма значительно понизить их точность. Осуществленный нами контроль прозрачности атмосферы является поэтому совершенно необходимым при фотоэлектрической регистрации спектра Солнца.

В качестве первого применения рассмотренного метода мы исследовали эффект „центр—край“ в контурах сильных линий H и K ионизированного кальция по 62 регистрограммам, полученным в различные дни при различных условиях наблюдений. При обработке, если это было необходимо, учитывались изменения прозрачности.

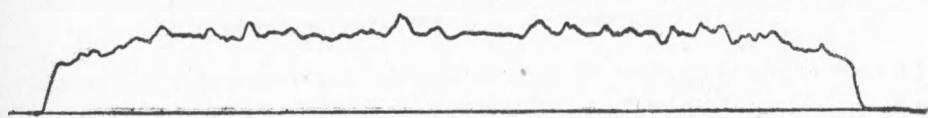


Рис. 3. Фотоэлектрическая спектрограмма одного из сечений солнечного диска в линии K_s .

Несмотря на некоторую неуверенность в проведении непрерывного спектра, возникающую из-за обилия бленд в исследуемой спектральной области, а также некоторых погрешностей использованного нами винта, ведущего щель спектрофотометра вдоль спектра, и возникающую отсюда погрешность в привязке друг к другу регистрограмм соседних (отчасти перекрывающихся) участков спектра, внутреннее согласие отдельных групп измерений (проведенных независимо в две руки) является весьма хорошим.

На рис. 2 приведены результаты определений контуров линий H и K в центре Солнца (а) и на расстоянии $1/40$ от края ($\sin \theta = 0,976$) в месте около полюса, свободном от различных активных образований (б). Среднее отклонение измерений от приведенного окончательного контура — в пределах 1—2%. Остаточные интенсивности в центре Солнца для линий H и K составляют, соответственно, 7,5 и 6,5%.

Эти значения практически совпадают со значением, полученным для линий K Такереем из наиболее тщательных фотографических измерений с применением монохроматора перед спектрографом (2), а также с данными, полученными Миннаэртом (3). Попутно отметим, что сопоставление наших регистрограмм с атласом Миннаэрта (полученным при значительно большей разрешающей силе) показывает отсутствие на них лишь весьма немногих наиболее слабых и узких линий.

Далее, бесспорно выявляется наличие депрессии непрерывного спектра между линиями H и K , значение которой вполне уверенно достигает 10% как для центра, так и для края диска Солнца (по Такерею, депрессия составляет 8%). Некоторая асимметрия хода крыльев линий H и K на краю Солнца вполне реальна и находится в полном согласии с результатами исследования Хаутгаста (4).

В заключение отметим еще одну возможность, предоставляемую нашим электроспектрофотометром,— это использование его как фотоэлектрического спектрографа. Для этого щель электроспектрофотометра следует установить неподвижно в центре какой-либо линии при врачающемся барабане фоторегистриру и предоставить изображению Солнца проходить перед щелью спектрографа при остановленном целостате.

Пример подобной электроспектрограммы в линии K_3 приведен на рис. 3. Отметим, что записанные колебания являются реальными колебаниями остаточной интенсивности линии K вдоль некоторого направления по диску Солнца.

Крымская астрофизическая обсерватория
Академии наук СССР

Поступило
9 I 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Н. Ф. Купревич, Изв. ГАО, 18, № 3, 118 (1950). ² A. Thackerey, M. N., 95, 293 (1935). ³ M. Minnaert, G. Mulders and J. Houtgast, Photometric Atlas of the Solar Spectrum, 1946. ⁴ J. Houtgast, The Variation in the Profiles of Strong Fraunhofer Lines along a Radius of Solar Disc, 1942.