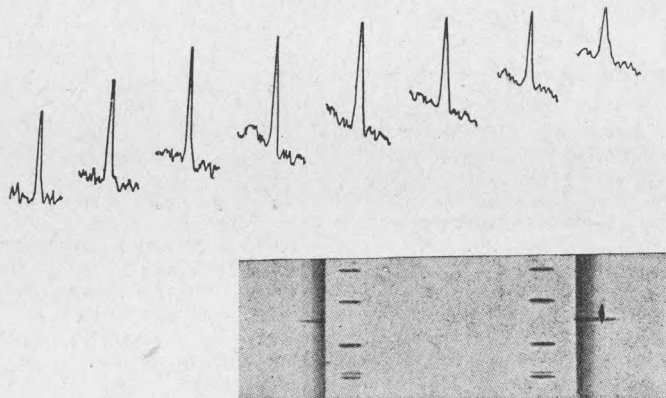


Академик Г. А. ШАЙН

**О РЕЗУЛЬТАТАХ НАБЛЮДЕНИЙ СПЕКТРА КОРОНЫ 19 ИЮНЯ
1936 г. В ОМСКЕ**

Отчет о результатах этой работы был прочитан в Пулковке на заседании Солнечной комиссии в январе 1939 г. Статья была представлена более года назад, но вследствие задержки в печатании здесь дается краткое содержание результатов спектрофотометрического изучения спектра короны, полученного в Омске во время полного затмения 19 июня 1936 г.



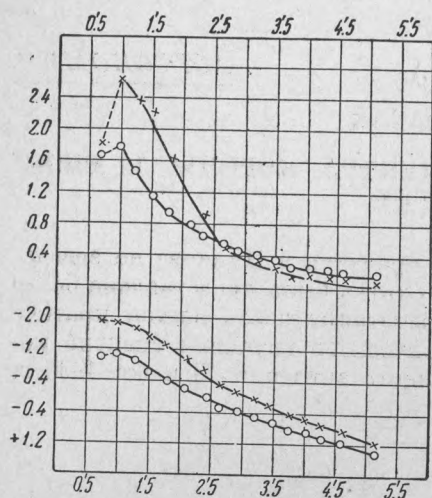
Фиг. 1. Микрофотограммы корональной линии 5303. Внизу—спектр короны вблизи линии 5303.

Для наблюдений был употреблен спектрограф, дисперсия которого для области вблизи 4340 равна $35,8\text{\AA}$ на мм. С помощью того же спектрографа со ступенчатой щелью была получена серия спектров солнца и лампы для калибровки и сравнения.

Методика измерений состоит в следующем. Для многих отрезков каждой из 11 измеренных эмиссионных линий и соответствующих участков непрерывного спектра на различных расстояниях от края лунного диска была получена серия микрофотограмм. Отсюда легко измерить и вычислить полную интенсивность или эквивалентную ширину $\int I d\lambda$, выраженную в единицах интенсивности непрерывного спектра.

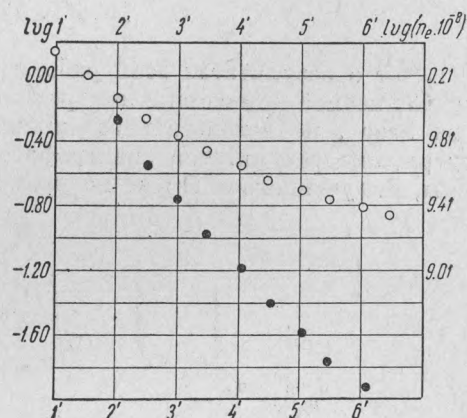
Одним из главных результатов является то, что интенсивность эмиссионных линий меняется в значительных пределах и относительно и абсолютно при переходе от одного места короны к другому, а также от одного затмения к другому. Сравнение измеренных интенсивностей эмиссионных корональных линий и их отношений во время затмения 1929 г. (Гротриан в Суматре) и 1936 г. (Омск) (первые два затмения, когда применен был спектрофотометрический метод к эмиссионным линиям) обнаруживает очень значительные различия. Например, в 1936 г. эквивалентная ширина, выраженная в упомянутых выше единицах, равна 18,3 и 9,4 для линий 5303 и 6374, в то время как в 1929 г. интенсивность тех же линий была равна соответственно 27,5 и 2,0 (точность измерений около 20%). То же имеет место и для линий в фиолетовой области (в 1929 г. линия 3801 очень

слаба и почти неизмерима, а 3987 слабее 4086, в то время как в 1936 г. линия 3987 заметно ярче 4086, а 3801 довольно интенсивна). Наш спектр обнаруживает также очень



Фиг. 2. Верх. Изменение полной интенсивности эмиссионной линии 3987 (крестики) и непрерывного спектра (кружки) в зависимости от расстояния от края диска. Точка пересечения обеих кривых выбрана произвольно.

Низ. Изменение центральной интенсивности линии и непрерывного спектра, взятых суммарно (крестики), и непрерывного спектра—отдельно (кружки). Разность между ординатами этих двух кривых выбрана так, чтобы она соответствовала наблюдаемой разности (непрер. спектр—минус центральная интенсивность для расстояния около 1',6).



Фиг. 3. Изменение плотности как функция расстояния от края диска. Кружки и точки соответственно относятся к материи, ответственной за непрерывный спектр, и к материи, ответственной за эмиссионные линии. Ординаты налево представляют собою ход относительных значений плотности для точек. Ординаты направо являются \log числа электронов в 1 см^3 .

значительные различия в измеренных интенсивностях эмиссионных линий при сравнении западного края короны с восточным.

При сравнении с более ранними наблюдениями и предположениями в этой области (наблюдения с призматической камерой и в особенности наблюдения Лиот вне затмения) мы имеем здесь доказательство, основанное на спектрофотометрических измерениях. Еще более важно то, что, как найдено здесь, интенсивность линий меняется не только абсолютно и относительно, но даже, если эта интенсивность выражена в единицах прилегающего участка непрерывного спектра. Столь большие изменения интенсивностей эмиссионных линий должны играть большую роль при интерпретации природы короны.

С этой особенностью корональных эмиссионных линий находится в гармонии другой важный факт. Именно, между уменьшением эквивалентной ширины эмиссионных линий и уменьшением интенсивности непрерывного спектра, как функции расстояния от края диска солнца, нет пропорциональности, причем градиент интенсивности для линий значительно больше, чем для непрерывного спектра. Это имеет место для всех линий за исключением, быть может, линии 4231. Это находится в противоречии с результатом Гротриана (¹), который объявил пропорциональность между указанными выше величинами со всеми вытекающими отсюда важными заключениями.

Это расхождение подробно рассмотрено в нашей работе. Можно показать, что заключение Гротриана не обосновано.

Отклонение от пропорциональности между падением интенсивности эмиссионных линий и непрерывного спектра с увеличением расстояния от края диска и вообще с изменением яркости различных областей короны имеет, очевидно, большое значение с точки зрения взаимодействия между материей, ответственной за эмиссионные линии (атомы или ионы), и материей, ответственной за непрерывный спектр (свободные электроны).

Наблюдаемые неправильности в кривых, представляющих изменение интенсивности эмиссионных линий и непрерывного спектра, как функции расстояния от края диска, должны быть приписаны локальному эффекту.

Обращено внимание на различие в относительном градиенте интенсивности эмиссионных линий, как на критерий разделения корональных линий по группам.

В этом отношении заметно выделяется линия 4231.

Изменение интенсивности непрерывного спектра, как функции расстояния от края в пределах 4'—6', по видимому, заметным образом не зависит от длины волны.

Сделан переход от наблюдаемой интенсивности $I(\rho)$ для эмиссионных линий и непрерывного спектра, как функции расстояния ρ от края диска, к $F(r)$ и $D(r)$, выражающих радиацию на единицу объема и плотность материи в пространстве на расстоянии r от центра Солнца. Функция $F(r)$ связана с наблюдаемой величиной $I(\rho)$ уравнением

$$I(\rho) = \int_{-\infty}^{+\infty} F(r) ds.$$

Решение этого интегрального уравнения Абеля, как известно, приводит к

$$F(r) = -\frac{1}{\pi} \int_r^{\infty} \frac{I'(p) dp}{\sqrt{p^2 - r^2}}.$$

Функция $D(r)$ пропорциональна $F(r)$ для излучающих частиц (атомы); что касается отражающих или рассеивающих частиц (свободные электроны), то связь между $D(r)$ и $F(r)$ гораздо более сложна.

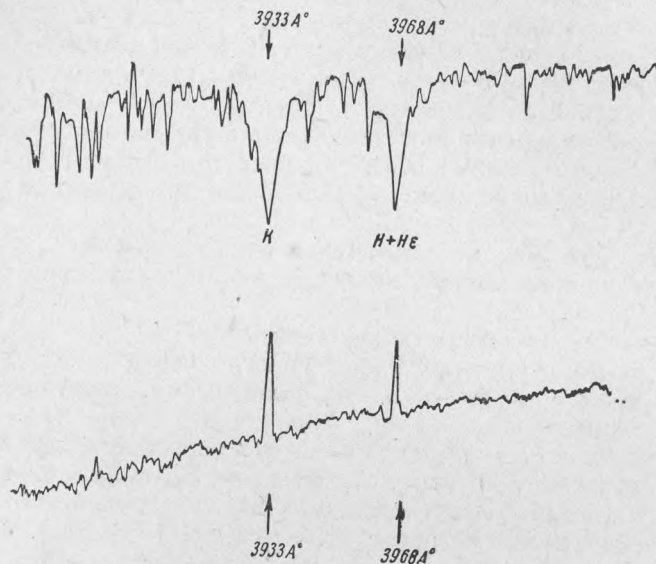
Главный результат заключается в том, что в то время как плотность материи, ответственной за непрерывный спектр (электроны), уменьшается от $1,6 \times 10^3$ до $0,26 \times 10^3$ на см^3 в пределах 4,5—5,5, соответствующее уменьшению плотности атомов или ионов, ответственных за эмиссионные линии, приблизительно в девять раз больше.

Серьезное отклонение от упомянутой выше пропорциональности интерпретировано с точки зрения теории ионизации и высказано соображение

о стадии ионизации, в которой находятся атомы во внутренней короне при условии, что наличие свободных электронов определяется здесь только обычными процессами.

Реальность наблюдаемого замедления или даже уменьшения интенсивности эмиссионных линий с приближением к краю, начиная с расстояния около $1'$, сомнительна. Уменьшение интенсивности с расстояния меньше $0,5'$ от края может быть заподозрено лишь на основании косвенных указаний, главным образом, на основании сравнения интенсивностей корональных и хромосферных линий.

Для эмиссионных линий 3801, 3987, 4086, 4231 и 4567 были измерены длины волн и для двух последних были найдены значительные поправки к принятым значениям ($-0,30\text{\AA}$ для 4231 и $-1,2\text{\AA}$ для 4567).



Фиг. 4. Микрофотограммы солнечного спектра (наверху) и спектра короны (внизу) в области линий H и He .

Исследование спектра короны в области 3850—4050 не обнаруживает никаких следов линий поглощения ионизованного кальция K и H [в противоречии с тем, что находит Гротриан (²)]. Сравнение с вычисленным теоретическим профилем приводит к поразительному несогласию, и это может служить *experimentum crucis* принятой теории линий поглощения в спектре внутренней короны, как обязанных доплеровскому расширению под влиянием теплового движения электронов. Этот вопрос рассматривается с точки зрения согласования с гипотезой не-теплового движения электронов; высказаны некоторые предположения в отношении эффекта быстрых электронов.

Имеется аналогия между корональными и хромосферными линиями (гелий, водород) в отношении их переменной яркости, их взаимоотношения с непрерывным спектром и, может быть, в отношении замедления в нарастании интенсивности с приближением к солнечному краю (последнее, повидимому, наблюдается в хромосфере для гелия). Основываясь на всем этом и на известной связи между протуберанцами и деталями корональной структуры, а также на рассмотрении условий возбужде-

ния и обнаруживающихся движений, можно считать, что существует один общий источник в виде энергичной эмиссии ультрафиолетовых квантов или быстрых частиц, контролирующих равновесие, движение и возбуждение как в хромосфере и протуберанцах, так и во внутренней короне.

Астрономическая обсерватория
Симеиз

Поступило
9 VII 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Г р о т р и а н, ZS. f. Astroph., VII, 29—34 (1933). ² Г р о т р и а н, ZS. f. Astroph., III, 220 (1931).