

УЛК 523 62

Документация национального парка «Ханты-Мансийский»

ДИШЕСТАКОВА Ф.К. ВСПМ 1-ГР. ГС МИУ

Л.И.ШЕСТАКОВА, Ф.Р.РСПАЕВ, Г.С.МИН

ЛУЧЕВЫЕ СКОРОСТИ ПЫЛИ В F-КО

ЛУЧЕВЫЕ СКОРОСТИ ПЫЛИ В F-КОРОНЕ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ПОЛНОГО СОЛНЧЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 29 МАРТА 2006 ГОДА

В Казахстане (поселок Мугалжар Актюбинской области) проведены интерферометрические наблюдения внешней короны Солнца на расстояниях от 3 до 10 солнечных радиусов. По доплеровским смещениям линий поглощения получено поле лучевых скоростей пыли в F-короне. Представлены результаты обработки наблюдений, усредненные по расстояниям от Солнца и по позиционным углам.

Введение. Постановка задачи. Задача наблюдения поля лучевых скоростей пыли во внешней короне Солнца впервые была поставлена и реализована во время полного солнечного затмения 31 июля 1981 года [1]. Экспедиция, в состав которой входили ученые МГУ (Щеглов П.В.) и Астрофизического института им. В.Г. Фесенкова (Шестакова Л.И.) располагалась в п. Шортанды Целиноградской области.

На тот момент казалось, что выполнение подобных задач в принципе невозможно. Во-первых, из-за необходимости высокого спектрального разрешения ($0.5 - 1.0 \text{ \AA}$) при кратковременности

ЯНИ АИЛУГОВИЧКИЙ АШАЛАЕВ

ЛНЦ, А.И.ДУБОВИЦКИЙ, А.ШАЛАВАЕВ

БНЕ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ПОЛНОГО

29 МАРТА 2006 ГОДА

Проведены интерферометрические наблюдения внешней коро-

Флоровским смещениям линий поглощения получено поле

обработки наблюдений, усредненные по расстояниям от

полнейшей фазы затмения. Во-вторых, из-за существовавших тогда теоретических представлений о частицах Зодиакального пылевого облака, как скоплении крупных частиц со средними размерами порядка 30 мкм. Если предположить, что подобные частицы существуют и в F-короне, то преобладающий вклад в суммарный результат налуче зрения должны давать пылевые частицы, ближе расположенные к Земле, чем к Солнцу. В-третьих, были большие опасения, что спектральный состав рассеянного света земной атмосферы во время затмения подобен солнечному, как и спектр рассеянного света межпланетной пыли.

Более того, на элонгациях, превышающих 4 солнечных радиуса, яркость атмосферного фона пре- восходит яркость короны, и наблюдения более внешних частей короны теряют смысл.

В дальнейшем выяснилось, что размеры пылевых частиц в короне гораздо меньше частиц зодиакального облака. Кроме того, оказалось, что спектральный состав атмосферного фона не имеет аналогичных несмещенных линий, поскольку в нем преобладает непрерывный спектр, идентичный спектру яркой К-короны [1,2].

Таким образом, наши наблюдения солнечного затмения 31 июля 1981 года оказались успешными, благодаря применению интерферометра Фабри – Перо и коронографа с экранированием яркой короны, а также приемника высокой чувствительности. В результате было показано, что детальные спектральные наблюдения пылевой короны до больших расстояний от Солнца ($\sim 7R_c$, где R_c – радиус Солнца) все-таки возможны. В 1991 году 11 июля в Мексике проведена повторная попытка аналогичных наблюдений, но менее успешная, продвинуться дальше в область внешней короны не удалось [3,4].

Обстоятельства затмения 2006 г. Наблюдения проводились в поселке Мугалжар Актюбинской области, который находился практически в центре полосы затмения. Геодезические координаты места наблюдения: $\phi = 48^{\circ}35'$, $\lambda = 58^{\circ}27'$, разность со всемирным временем в месте наблюдения составляет 5 часов. Согласно расчетам сотрудника АФИФ Демченко Б.И., начало полной фазы затмения по всемирному времени, или время наступления 2-го контакта: $T_2 = 11^{\text{h}}32^{\text{m}}40^{\text{s}}$, конец полной фазы или время наступления 3-го контакта: $T_3 = 11^{\text{h}}35^{\text{m}}30^{\text{s}}$. Продолжительность полной фазы затмения составила 170 секунд при высоте Солнца над горизонтом $27^{\circ}, 5$. В день затмения была безветренная погода и полностью чистое небо.

Аппаратура и наблюдения. Использовалась коронограф со светосилой 100:1000, фокальная плоскость которого совмещена с плоской поверхностью линзы поля, на которой проектируется первичное изображение объекта. Зеркальная искусственная луна, нанесенная с помощью вакуумного напыления на линзу поля (100:300), закрывает внутреннюю корону до $2.5R_c$. Эталон Фабри Перо и интерференционный фильтр помещены в параллельных пучках вблизи выходного

зрачка телескопа, расположенного сразу после коллиматорной линзы (100:300), фокальная плоскость которой совмещена с плоской поверхностью линзы поля. Интерференционный фильтр полушириной 10 Å настроен на область линии $Mg I \lambda 5172 \text{ Å}$. Толщина разделителя эталона Фабри-Перо равна 70 мкм. Камерный объектив – «Гелиос-40» (56:85). В качестве приемника изображения использована CCD-матрица Apogee Alta-10 с размером пикселя 14 мкм. Диаметр поля зрения превысил 10° , что позволило получить информацию о лучевых скоростях пыли во внешней короне Солнца до расстояний $10-11 R_c$.

В результате наблюдений получены интерферограммы, которые имеют вид концентрических колец, представляющих собой линии поглощения солнечного спектра вблизи зеленой линии $Mg I \lambda 5172 \text{ Å}$. Положение Солнца совмещено с центром колец.

Измеряя радиус кольца в каждой точке поля зрения, можно определить длину волны и, следовательно, доплеровскую скорость пыли на луче зрения. Чтобы получить доплеровские смещения линий, удобно использовать идентичные снимки рассеянного света дневного неба, содержащие те же линии с нулевым смещением. Лучше всего такие снимки сравнения сделать до и сразу после полной фазы затмения, не меняя положение телескопа.

Во время полной фазы получено 2 рабочих снимка с экспозициями 130 секунд и 20 секунд (рис.1). На первом кадре, содержится информация о лучевых скоростях пыли в F-короне. На втором кадре, полученном в конце полной фазы, зарегистрированы эмиссионные кольца и едва различимы слабые линии поглощения. В дальнейшем выяснилось, что эмиссионные кольца образованы рассеянным в оптике светом зеленой корональной линии 15303 Å . Слабые линии поглощения на 2-м кадре по положению совпали с линиями 1-го кадра, что означает, что край фотосфера еще не выступил из-за диска Луны, а показалась только внутренняя корона вблизи позиционного угла $P = 236^{\circ} \pm 1^{\circ}$.

К сожалению, при получении 2-го снимка сравнения через 13 минут после полной фазы затмения было сбито положение телескопа и произошло смещение механической настройки эталона. Положение спасло наличие 2-го затменно-го снимка. На этом кадре (рис.1) видны 3 кольца

эмиссионной линии $\lambda 5303\text{A}$, которые позволили довольно точно получить положение центра интерференционных колец. Механическое смещение настройки эталона определено в предположении, что средняя измеренная скорость по всему массиву данных должна быть равна нулю. Аналогичная обработка проведена по снимку сравнения, полученному за час до затмения. Сравнение результатов измерений, полученных по двум снимкам сравнения, показало их близость в пределах $\pm 10\text{км/сек}$.

Результаты обработки наблюдений. В обработку взято 20 линий поглощения, распределенных на расстояниях от 3 до 11 солнечных радиусов. Среди них оказались все 3 линии зеленого триплета Mg I: $\lambda 5183\text{A}$, $\lambda 5172\text{A}$ и $\lambda 5167\text{A}$, а также некоторые более слабые линии: FeI $\lambda 5162\text{A}$ FeI $\lambda 5159\text{A}$, NiI $\lambda 5155\text{A}$ и на краю поля зрения FeI $\lambda 5152\text{A}$. Большинство из этих линий повторяется по полю зрения от двух до четырех раз в разных порядках интерференции. Аппаратный профиль $\delta\lambda_{1/2} = 1\text{A} \pm 0.1\text{A}$ определен по эмиссионным линиям $\lambda 5303\text{A}$. Проведено 18 диаметральных сканов с интервалом 10° . Нумерация позиционных углов начинается от северного полюса эклиптики против часовой стрелки. Восточное направление соответствует 90° , западное - 270° . Общий объем измерений составляет 20 линий по 36 направлениям. Сканы по каждому направлению усреднены по высоте. Взято среднее в пределах ± 20 пиксел от центрального направления, что соответствует размытию линии в единицах скорости на 2 км/сек .

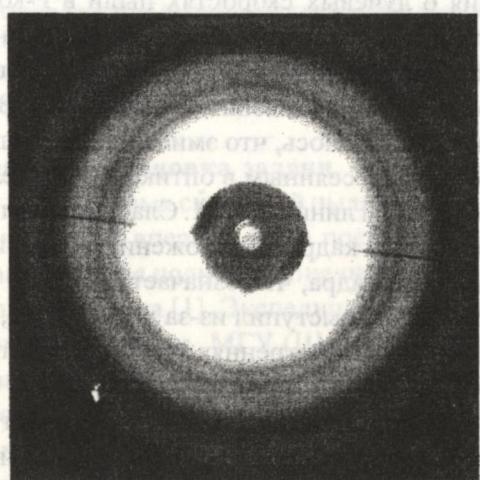


Рис. 1. Интерферограммы пылевой короны с экспозициями 130 секунд и 20 секунд. На 1-м снимке видны только кольца линий поглощения, на 2-м видны 3 эмиссионных кольца (3 порядка интерференции) рассеянного света от корональной линии $\lambda 5303\text{A}$. Темная нить поперек поля зрения указывает направление суточной параллели.

На рис. 2 представлены средние значения измеренных лучевых скоростей в зависимости от расстояния до Солнца, усредненные по всем 36 направлениям. На каждом направлении взяты не все 20 измерений, а только 15 из них, наиболее надежных. Если в распределении пыли в пространстве отсутствуют сильные центральные асимметрии относительно Солнца, то все возможные скорости, соответствующие орбитальному движению пыли вокруг Солнца, при таком способе усреднения должны компенсироваться. Таким образом, рисунок 2 отражает, в основном, радиальные движения пыли относительно Солнца.

На рисунке 3 представлены средние значения лучевых скоростей, в зависимости от позиционного угла. Такой способ усреднения позволяет выделить влияние орбитального движения пыли. При орбитальном движении пыли, близком к круговому, на востоке, вблизи $P=90^\circ$ должны наблюдаться отрицательные доплеровские скорости, а на западе, вблизи $P=270^\circ$ - положительные, как это было по результатам наблюдения 1981 года [1].

Результаты новых наблюдений подтверждают преобладание отрицательных скоростей (рис.2) на близких расстояниях от Солнца ($r < 4R_\odot$). Усредненные по всем расстояниям лучевые скорости (рис.3), не показывают наличие упорядоченного кеплеровского движения пыли, близкого к круговому, как это было по наблюдениям 1981 года. По-видимому, здесь сказалось влияние

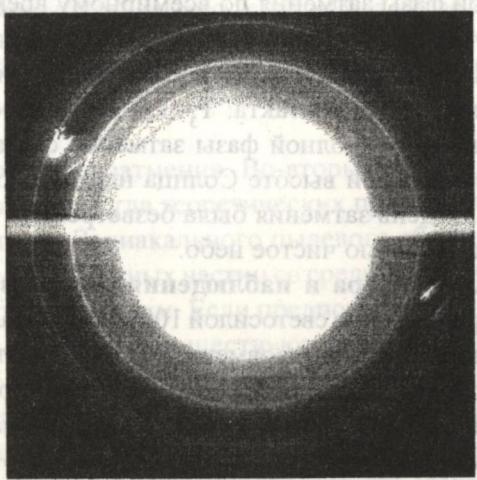




Рис.2. Усредненные по всем позиционным углам лучевые скорости в зависимости от расстояния до Солнца. Плавная жирная линия – полиномиальный тренд 6-го порядка, построенный по точкам измерений.

локальных магнитных полей на движение заряженных пылевых частиц. Для более тщательного анализа наблюдений 2006 года потребуются новые теоретические подходы.

Работа выполнена в рамках ПФИ, шифр Ф-0351.

ЛИТЕРАТУРА

- Shcheglov, P.V., Shestakova, L.I., Ajmanov, A.K.. Results of interferometric observations of the F-corona radial velocity field between 3 and 7 solar radii // Astron. & Astrophys.. 1987. V.173. P.383-388.
- Shestakova, L.I.. Interpretation of F-corona radial velocity observations // Astron.& Astrophys.. 1987. V.175. P.289-291.
- Айманов А.К., Айманова Г.К. и Шестакова Л.И.. Лучевые скорости в F-короне 11 июля 1991 года // Письма в Астрономический Журнал. 1995. Т.21. № 3. С.222-225.
- Aimanov, A.K., Aimanova, G.K., Shestakova, L.I.. Radial Velocities in the F-corona on July 11, 1991 // Astronomy Letters. 1995. V.21. № 2, P.196-198.

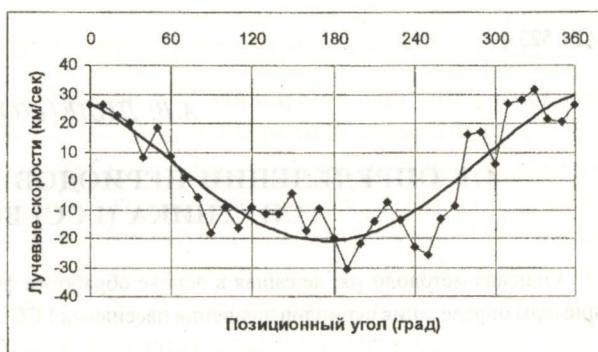


Рис.3. Усредненные по всем расстояниям, за исключением самого внутреннего ($3.06 R_{\odot}$) лучевые скорости в зависимости от позиционного угла. Начало отсчета – северный полюс эклиптики. 90° – восток, 180° – юг, 270° – запад. Жирная линия – аппроксимация наблюдений полиномом 4-го порядка.

Казакстанда (Ақтөбе облысының Мұғалжар поселкесі) 3-тен 10 Күн радиусына дейінгі аралыктарда

Күннің сыртқы тәжінің интерферометрлік бақылаулары өткізіледі. Жұту сызықтарының допплерлік ығысулары бойынша F-тәжісіндегі тозаның сөүлелік жылдамдықтарының өрісі алынды. Күннің орташа аралықтары бойынша және позициялық бүрыштары бойынша бақылаудардың өндөлу нәтижелері ұсынылады.

Summary

Interferometric observations of radial velocities in the outer solar corona between 3 and 10 solar radii were carried out in Kazakhstan (Mugalghar, Actobe region). The radial velocities field in the F-corona were obtained by Doppler shifts of absorption lines. Results of observations treatment averaged on distances and position angles are given.

Поступила 28.04.2007 г.