

С. К. ВСЕХСВЯТСКИЙ и Е. Я. БУГОСЛАВСКАЯ

**ВНУТРЕННЯЯ КОРОНА СОЛНЦА 19 ИЮНЯ 1936 г. ИЗУЧЕНИЕ
КОРОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ И ИЗМЕНЕНИЙ В КОРОНЕ И
ХРОМОСФЕРЕ**

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 17 IX 1939)

Замечательные фотографии короны Солнца 19 VI 1936 г., полученные со стандартными коронографами советскими экспедициями и охарактеризованные в наших первых работах (1—3), позволили произвести детальное изучение строения внутренней короны и хромосферы и тех изменений, которые произошли в короне за промежуток почти в 2 часа, охваченный фотографиями. Выводы, приводимые ниже, являются результатом дискуссии многочисленных измерений формы корональных образований, изменений в короне и хромосфере и сопоставления корональных фотографий со спектрограммами, полученными экспедицией в Ак-Булаке, и со спектрогелиограммами и другими данными, характеризовавшими поверхность Солнца в период с 12 по 25 июня.

Характерной особенностью структуры короны являлись дуговые системы—системы охватывающих одна другую дуг эллиптической формы,—оси которых почти совпадают и которые, несомненно, порождаются некоторым силовым центром, расположенным на поверхности Солнца. Мы могли выделить 20 дуговых систем; в некоторых из них число дуг превышало 7. Почти во всех случаях внутри дуговой системы, но не обязательно в центре дуговой системы, оказывается протуберанец, образование которого, несомненно, вызывается силами того же центра или поля, которое вызывает образование дуговой корональной системы.

Форма дуг почти во всех случаях достаточно хорошо представляется эллипсом с центром вблизи поверхности Солнца. Вытянутость дуг данной системы закономерно возрастает от более низких до более высоких; зависимость эксцентриситета дуг от их высоты оказывается довольно определенной и выражается следующим эмпирическим соотношением:

$$(1 - e)(\Delta + 0.15) = 0.091,$$

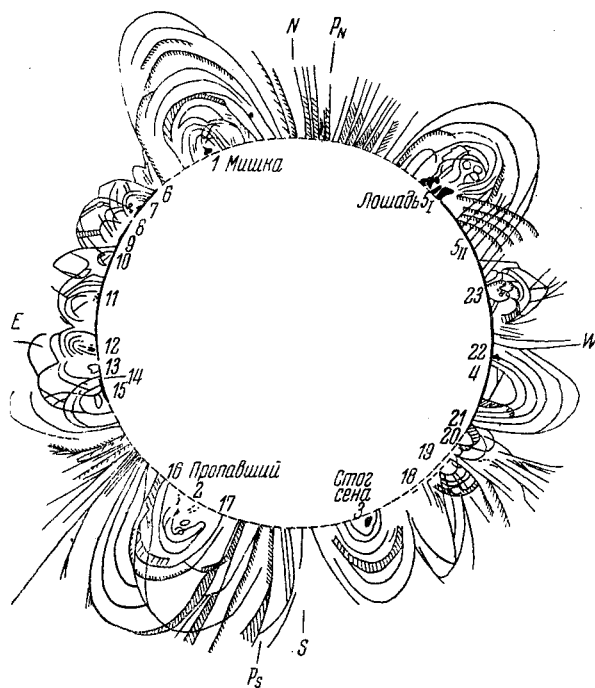
где e —эксцентриситет дуги, исправленный за проекцию, Δ —высота дуги над поверхностью Солнца, выраженная в долях солнечного радиуса.

Выяснена также и зависимость ширины дуги от высоты. Смещения в дуговых системах оказываются небольшими, и скорости редко доходят до 3 км/сек. Отмечен факт систематического подъема вершин дуг со средней скоростью 0.5 км/сек и некоторое сжатие дуг у основания со скоростью 0.4 км/сек.

Вполне определенно удалось решить задачу о пространственном расположении корональных образований и их пространственной структуре. Во всех случаях можно было сопоставить протуберанцы, связанные с соответствующими дугвыми системами, и следовательно сами дугвые системы с темными волокнами, положение которых точно определялось по спектрогелиограммам.

На фиг. 1 дается схема строения короны с дугвыми системами и другими образованиями, причем оцифровка деталей соответствует оцифровке на фиг. 2, где в проекции Симпсона дается картина поверхности Солнца по спектрогелиограммам и другим солнечным данным. Центральный меридиан фиг. 2 соответствует моменту затмения, т. е. 6^h UT 19 июня 1936 г.

Интенсивные дугвые системы на более высоких гелиографических широтах охватываются мощными образованиями, простирающимися на несколько десятков градусов по лимбу, которые мы назвали опахалами. Опахала представляют собой наиболее грандиозные индивидуальные корональные образования, соответствующие большим возбужденным областям на Солнце. Дугвые системы охватываются опахалами, и их изучение показывает, что в самых



Фиг. 1.

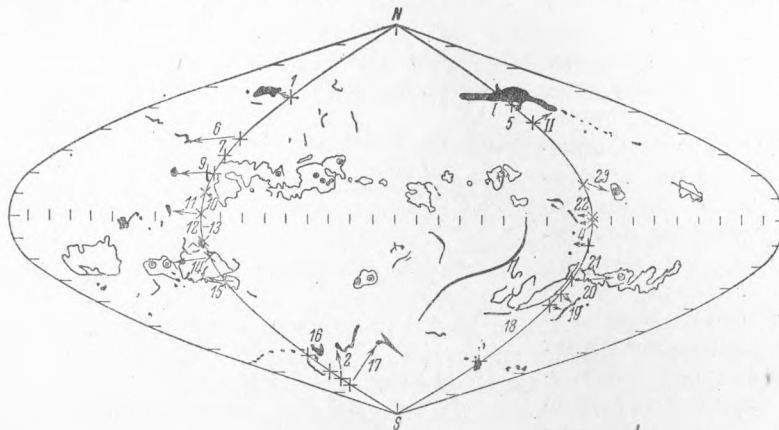
верхних частях дугвые системы переходят в пучок перекручивающихся, струйчатых, прямых, почти радиальных лучей, многие из которых можно проследить на расстоянии до 3 и 4 градусов поверхности Солнца. Резкие края опахал имеют кривизну и наклон, соответствующие дугам внутренних систем, и представляют как бы лишённые вершин основания внешних дуг.

Опахала отчетливо отделяются одно от другого, и в промежутках между опахалами располагаются другие характерные корональные образования—системы корональных лучей. На фиг. 1 они схематически изображены. Наиболее выделяющейся 19 VI 1936 г. была система северных полярных лучей.

Лучи располагаются дублетами, форму их можно было детально изучить. Лучи изогнуты к прилежащим опахалам, что указывает на их взаимодействие с возмущенной областью опахал. Точные измерения смещений лучей указали во многих случаях очень незначительные, но несомненно видимые перемещения, которые хорошо объясняются вращением короны вместе с Солнцем. Это позволило выяснить, что лучевые системы представляют собой как бы пространственную решетку, занимающую области между опахалами. Лучевые системы, таким образом, являются характерными корональными образованиями, соответствующими невозмущенным областям солнечной поверхности.

Нами детально изучены изменения в протуберанцах и хромосфере, что позволило во многих случаях выяснить картину движений в отдельных частях протуберанцев. Во многих случаях нами установлено, что отдельные сгустки протуберанцев преобразуются, превращаясь в корональные облака. Изучено движение материи протуберанцев вдоль определенных устойчивых линий (которые, очевидно, являются силовыми линиями) по направлению к поверхности Солнца (например образования протуберанцев 2, 5, 12—13, 22). Это указывает, что материя протуберанцев в определенный момент оказывается заряженной и тогда подчиняется действию местного поля сил.

Нами установлено наличие особых корональных образований, характеризующихся интенсивными истечениями коронального вещества. Мы назвали их «кустами»; на лимбе 19 июня было три таких образования (14, 20, 23 на фиг. 1). Оказалось, что эти образования точно отвечают области пятен и ярких флоккулов и характеризуют состояние в короне над этими



Фиг. 2.

областями. Особо следует отметить из этих образований явление «бомбы» в юго-западном «кусте», которая поднималась и затем падала в обратном направлении по одной и той же наклонной траектории—линии тока. Аналогичные брызги и выбросы изолированных хромосферных масс—характерное явление на границах областей кустов.

Общие заключения нашей работы таковы.

1. Явления в хромосфере и в вышележащих областях вызываются центрами—фокусами возмущений—на поверхности Солнца, частота и особенность распределения которых меняются в зависимости от фазы солнечной активности. Протяженность поля данного центра в околополярной зоне больше, чем в областях вблизи экватора, ввиду значительно большей частоты распределения активных центров в экваториальных областях.

2. Корональные дуговые образования и опахальные формы расположены над центрами возмущений, связанными с темными волокнами или флоккулами. В хромосфере такое возмущение выражается в образовании протуберанца, который оказывается заключенным внутри дуговой системы. Таким образом, внешний вид короны обуславливается особенностями эруптивных процессов на поверхности Солнца. Этот вывод находится в полном соответствии с результатами изучения формы короны в зависимости от фазы солнечной активности. Так как мощные корональные образования связаны с темными волокнами, образующими протуберанцы, то вполне понятно, что во время максимума солнечной деятельности, когда волокна поднимаются в высокие широты, опахала также появляются в вы-

соких широтах, и корона приобретает более растрепанную, менее сжатую форму, чем во время минимумов активности, когда темные волокна заключаются в некотором близэкваториальном поясе.

Вместе с тем и наклон осей опахал меняется закономерно от эпохи максимума к минимуму; измерение фотографий 14 затмений показало, что оси опахал близки к нормали во время максимума и наклонены к нормали по направлению к экватору Солнца под углом до 35° во время минимума эруптивной активности.

3. Нормальной формой корональной структуры в невозбужденных областях являются лучи; характерным является дублетное расположение лучей, что особенно ясно выражено в полярной области.

4. Всесторонняя дискуссия материалов советских экспедиций, так же как и результаты специального фотометрического изучения, не оставляет сомнений в том, что опахальные формы имеют дискретную структуру и представляют собой систему последовательных, охватывающих одна другую, оболочек-куполов. Лучи и дуги, несомненно, имеют сложное струйчатое строение. Шлемовидные формы опахал свидетельствуют о наличии вихреобразного поля в отдельных областях короны.

5. Корональные процессы над яркими флоккулами и группами пятен характеризуются особыми образованиями корональных «кустов» — истечением значительных масс коронального материала с большим процентным содержанием свободных электронов, на что указывает интенсивный непрерывный спектр в этих областях. Поле области «куста», по видимому, очень интенсивно, сложно и сильно дистурбировано; на это указывает сложность структуры кустов по сравнению с другими возбужденными областями в короне.

6. Материя протуберанцев в некоторых случаях или в некоторой фазе является заряженной и вызывает образование местных корональных оболочек — дуг над отдельными частями протуберанцев.

7. Преобразование хромосферного вещества и материала протуберанцев в корональное состояние происходит: а) путем истечения из выступов протуберанцев и хромосферы; б) путем растворения протуберанцевых сгустков и брызг в корональные облака и в результате преобразования значительных масс протуберанцев в корональное состояние; в) в результате равномерного сплошного истечения как в возбужденных, так и в невозбужденных областях.

8. Влияние общего поля Солнца проявляется: а) в существовании обнаруженного нами ослабления свечения короны в экваториальном поясе (шириной около 17° , имевшем наклон к гелиографическому экватору в 4°); экваториальное ослабление хорошо прослеживается на фотографиях предыдущих затмений; б) в особенности наклона осей опахал к нормали и изменениях этого наклона с фазой солнечной активности.

Поступило
19 IX 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. К. Всехсвятский, Е. Я. Бугославская, А. Н. Дейч, Тр. эксп. по наблюдению полного солнечного затмения 19 июня 1936 г., I, стр. 27.
² Ibid., II, стр. 5 (1939). ³ С. К. Всехсвятский, Е. Я. Бугославская, ДАН, XXV, № 5, 363 (1939).