

УДК 523.62-726

## ДИНАМИКА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И АНОМАЛЬНОЙ ПОГОДЫ ЛЕТА 2010 г. 1. СЕКТОРНЫЕ ГРАНИЦЫ: СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ АНТИЦИКЛОНА

© 2011 г. К. Г. Иванов, А. Ф. Харшиладзе

*Учреждение РАН Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн  
им. Н. В. Пушкова, г. Троицк (Московская обл.)*

*e-mail: kivanov@izmiran.troitsk.ru*

Поступила в редакцию 11.11.2010 г.

Обнаружена тесная, синоптическая, связь между секторной структурой солнечного и межпланетного магнитного поля с одной стороны, и структурой тропосферных метеопараметров (приземным давлением и температурой) в Центральной России во время аномально жаркой антициклонической погоды июня–августа 2010 г. с другой. Констатируется, что пересечения Землею магнитных секторных границ находились в полном соответствии с границами метеопараметров, структурирующими динамику становления, стабилизации и распада антициклона по наблюдениям в ИЗМИРАН (г. Троицк,  $\varphi = 55^\circ$ ,  $\lambda = 37^\circ$ ).

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Более 30-ти лет назад был открыт тропосферный эффект секторной структуры межпланетного магнитного поля (ММП) [Мансуров и др., 1974; Wilcox

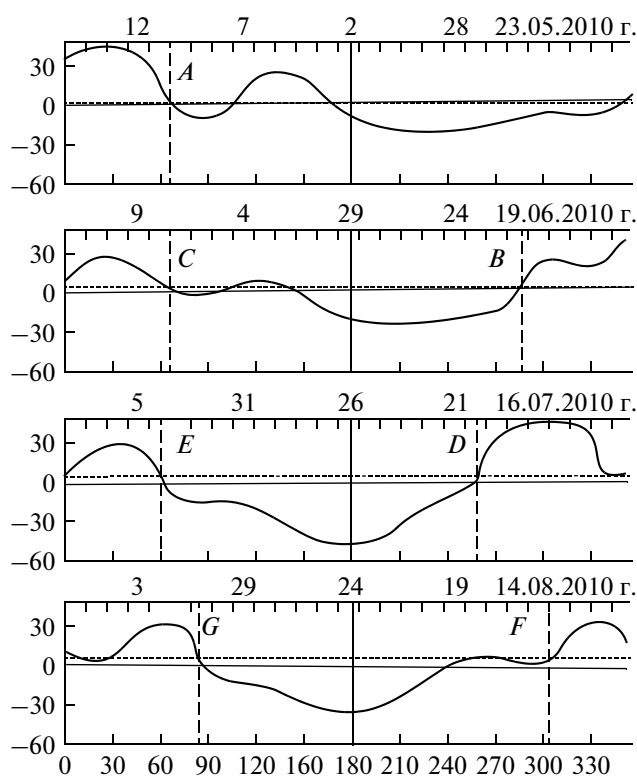
et al., 1974] и доказана статистически значимая связь этой структуры с зональной циркуляцией нижней атмосферы Северного полушария [Дмитриев и др., 1978].

Цель этой статьи – показать, что связь между секторной структурой и циркуляцией в тропосфере Северного полушария, по меньшей мере иногда, может довольно четко проявляться чисто синоптически, и это имело место во время аномальной погоды в июне–августе 2010 г. в Центральной России.

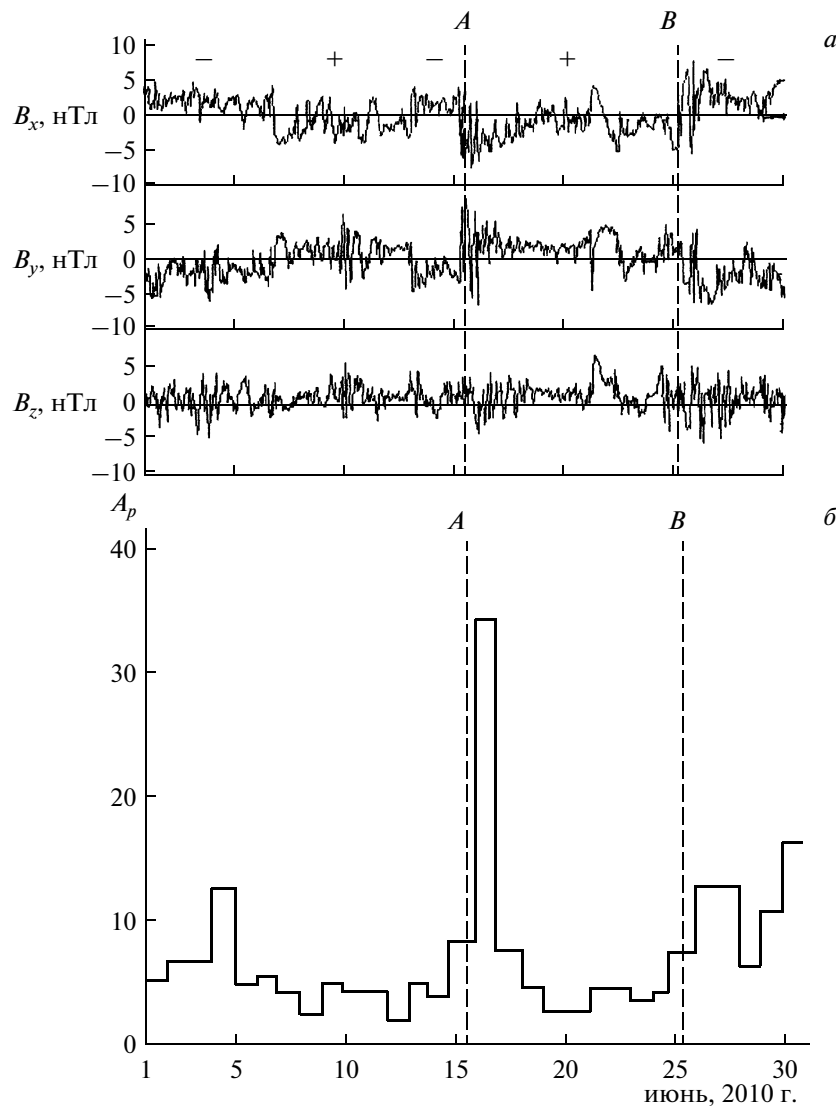
Ниже даны: описание исходных данных и методов (разд. 2); результаты сопоставления секторной структуры крупномасштабного открытого магнитного поля Солнца (КОМПС) на поверхности источника с соответствующей структурой ММП вблизи Земли и вариациями приземного атмосферного давления и температуры воздуха в Подмоскovie (разд. 3); обсуждение (разд. 4) и выводы (разд. 5).

### 2. ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

Рассматривается связь в цепочке: секторная структура КОМПС – секторная структура ММП вблизи Земли – структура метеопараметров нижней атмосферы в г. Троицке (Московская обл.). Это рассмотрение ведется посредством сопоставления указанных структур, полученных соответственно: путем сферического гармонического анализа по используемой нами методике [Харшиладзе и Иванов, 1994] наблюдений магнитного поля фотосферы [<http://wso.stanford.edu/synoptic/WSO>]; по данным измерений вектора магнитной индукции  $B$  на ИСЗ *Wind* (ведущий экспериментатор R. Lepping) [<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>]; по измерениям в



**Рис. 1.** Секторная структура крупномасштабного открытого магнитного поля Солнца на поверхности источника. *A, B, C, D, E, F, G* – точки пересечения гелиопроекции Земли с нулевой изолинией.



**Рис. 2.** Вариации среднечасовых значений  $B_x$ ,  $B_y$ ,  $B_z$  – компонент ММП (а), суточных значений  $A_p$ -индекса геомагнитной активности (б).  $A$ ,  $B$  – секторные границы.

ИЗМИРАН атмосферного давления  $P$  (В.Г. Янке) и температуры воздуха (К.Х. Канониди).

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

На рисунках 1, 2–4 и 5 представлены соответственно: нулевые линии КОМПС на поверхности источника для 4-х оборотов, центрированных на 2.06, 29.06, 26.07 и 24.08.2010 г.; вариации  $B_{x,y,z}$  – компонент около Земли; вариации  $P$  и  $T_{\max}$  в г. Троичке ( $\varphi = 55^\circ$ ,  $\lambda = 37^\circ$ ).

На рисунке 1 буквами  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F$ ,  $G$  обозначены две секторные границы КОМПС, наблюдавшиеся в последовательности 4-х оборотов. На рисунках 2–4 этими же буквами обозначены соответ-

ствующие секторные границы ММП около Земли, а на рис. 5 – соответствующие секторные границы в вариациях метеопараметров – полусуточных средних  $P$  и суточных значений  $T_{\max}$ . Разумеется, структурные границы в вариациях метеопараметров определены приблизительно.

Имелось почти полное численное и временное соответствие между секторными границами КОМПС и ММП, с одной стороны, и границами, структурирующими вариации метеопараметров, с другой.

После границ  $A$ ,  $B$  и  $C$  давление  $P$  и температура возрастали и стабилизировались, достигнув экстремальных значений в пределах границ  $C$  и  $D$ . Этот период (с 14 июня по 24 июля) назовем периодом становления антициклона.

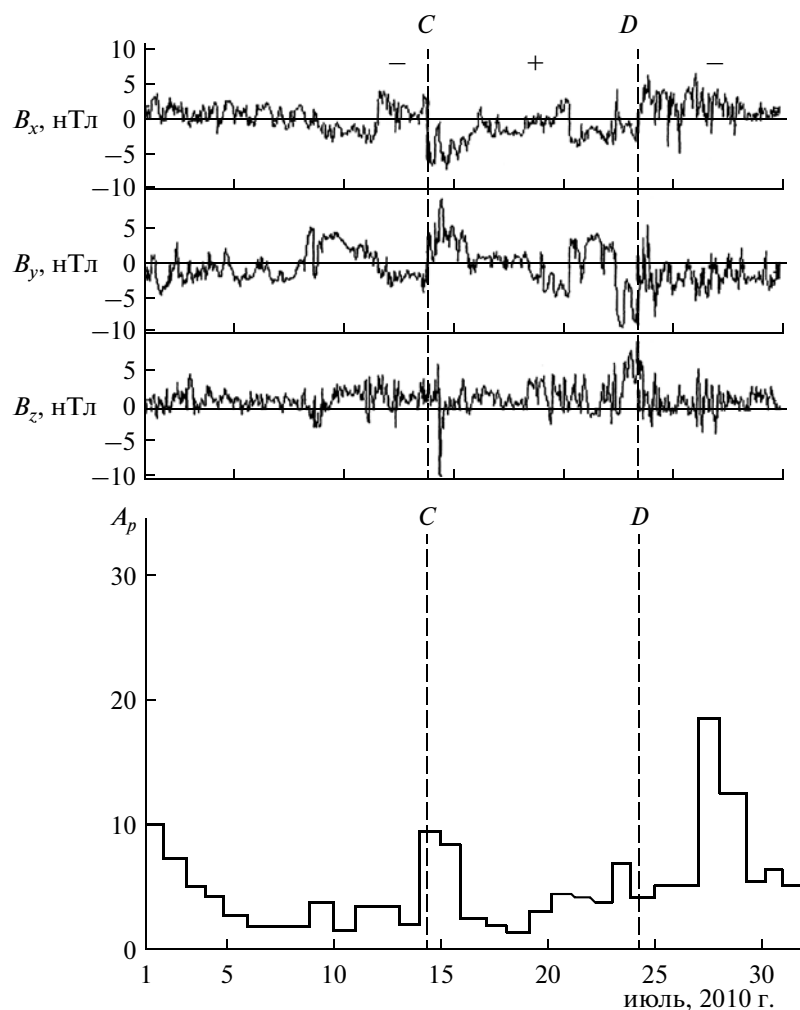


Рис. 3. То же, что на рис. 2, но в июле 2010 г.

После пересечения границ  $D$ ,  $E$  и  $F$  и давление, и температура сильно дестабилизировались, и в конечном итоге наблюдалось их резкое уменьшение. Этот период с 24 июля по 4 сентября можно назвать периодом разрушения антициклона.

Итак, выявляется почти полное соответствие секторных структур КОМПС, ММП и метеопараметров тропосферы в одном из пунктов наблюдения в Подмоскowie, что подтверждает сделанное выше предположение, что, по меньшей мере иногда, связь между секторной структурой ММП и циркуляцией тропосферы Северного полушария может проявляться чисто синоптически.

#### 4. ОБСУЖДЕНИЕ

Экологические, экономические и социальные последствия, а также предположение о возможной роли солнечной активности, стимулировали наш интерес к этому вопросу с самого

начала возникновения anomalно жаркой антициклонической погоды в Центральной России. Полученные результаты (разд. 3) подтверждают указанное предположение даже в большей мере, чем ожидалось.

В этой связи следует подчеркнуть, сколь сильный результат был получен в малоизвестной работе Дмитриева и др. [1978], более 30-ти лет назад обнаруживших тесную связь между секторной структурой ММП и зональной циркуляцией тропосферы Северного полушария.

Представляется полезным воспроизвести (рис. 6) рис. 1 статьи [Дмитриев, и др., 1978], иллюстрирующий полученный ими результат, и процитировать их конечный вывод: “Статистически значимая связь, полученная между изменениями секторной структуры ММП и зональной циркуляцией атмосферы Земли, позволяет предположить, что так называемые естественные синоптические периоды в какой-то мере, по-видимому, определяются струк-

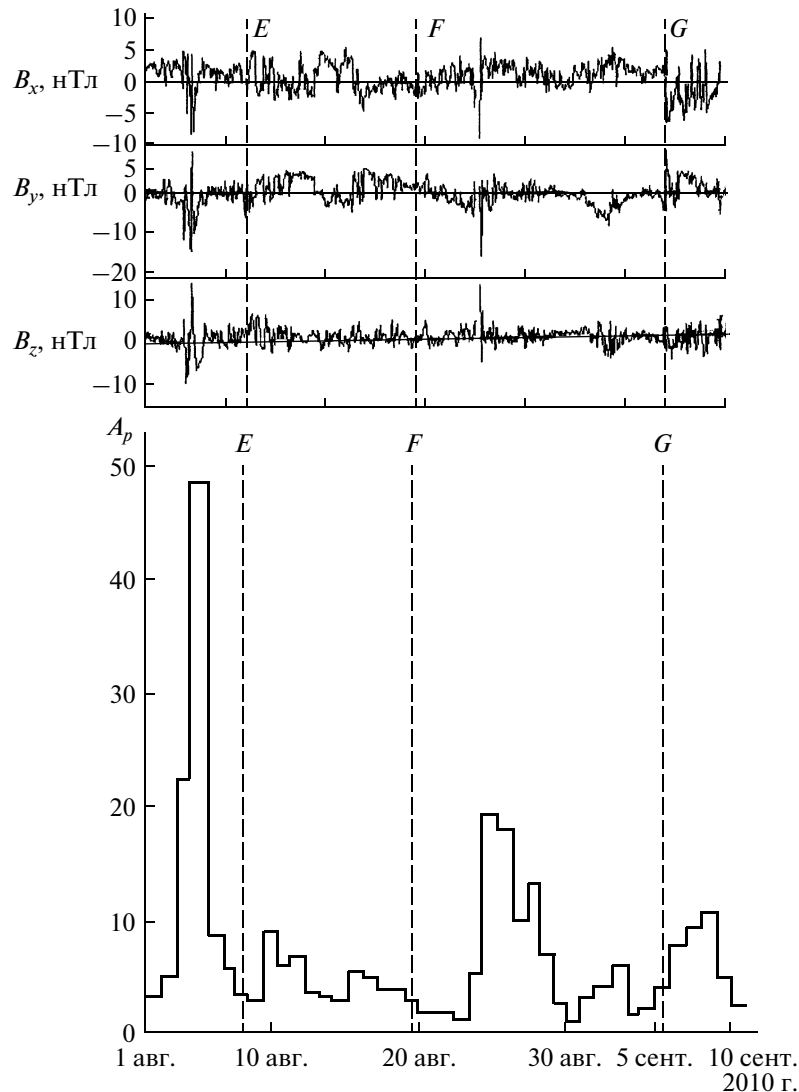


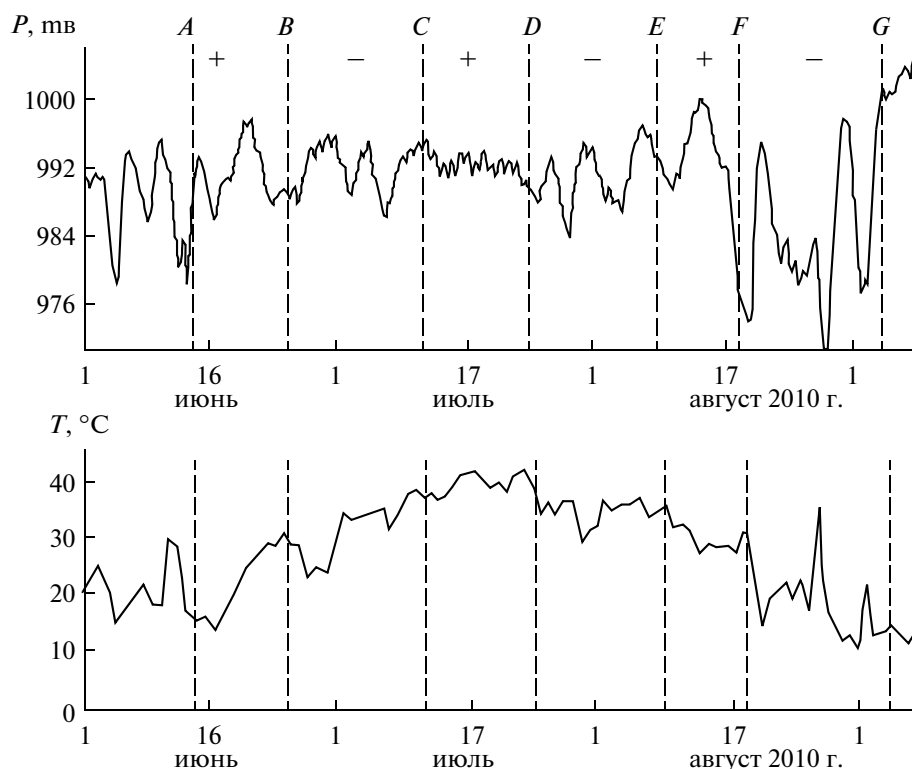
Рис. 4. То же, что на рис. 2, но в августе 2010 г.

турой межпланетной среды, Поэтому можно надеяться, что найденная связь будет использована со временем для статистического прогнозирования индекса зональной циркуляции атмосферы с учетом солнечной активности”.

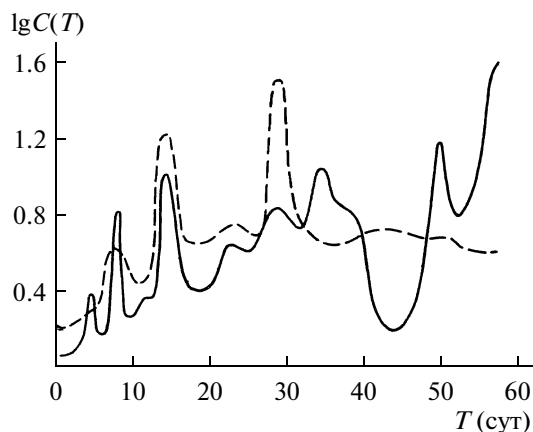
За рамками данной работы остаются: 1) подробная характеристика солнечной и межпланетной ситуации в апреле–сентябре 2010 г., сформировавшая условия для возникновения аномальной погоды; метеоусловия лета 2010 г. в Центральной и Западной Европе. Эти вопросы заслуживают внимательного рассмотрения в дальнейшем, в частности, по мере заполнения баз данных в Интернете. На рисунках 2–4 приведены вариации  $A_p$ -индекса геомагнитной актив-

ности, указывающие на то, что обстановка была по-преимуществу очень спокойной.

Что касается современного подхода к интерпретации эффекта секторной структуры, то основой его остаются общие представления о механизме воздействия солнечной активности через посредство солнечных и галактических космических лучей на состояние нижней атмосферы, метеопараметры и климат [Пудовкин и Распопов, 1993]. В этой связи интерес представляют давняя работа Wilcox’a [1979] и недавние публикации [Авдюшин и Данилов, 2000; Жеребцов и др., 2005; 2008; Веретененко и др., 2007; Веретененко и Тайл, 2008]. К этим вопросам мы предполагаем вернуться в дальнейшем по мере более детального исследования описанного выше события.



**Рис. 5.** Вариации приземного атмосферного давления  $P$  и максимальных суточных значений температуры  $T$  в г. Троицке в июне–сентябре 2010 г.  $A, B, C, D, E, F, G$  – моменты, соответствующие прохождению секторных границ ММП.



**Рис. 6.** Спектры мощности изменения индекса Блиновой на уровне 300 mbar (сплошная кривая) и ММП (штриховая кривая) в 1971 г. (по работе Дмитриева и др., 1978).

## 5. ВЫВОДЫ

Обнаружена тесная, синоптическая, связь между секторной структурой крупномасштабного открытого поля Солнца (КОМПС) и межпланетного магнитного поля (ММП), с одной стороны, и структурой вариаций приземного атмосферного давления и температуры воздуха в одном из репрезентативных пунктов Центральной России, с другой, во время становления, стабилизации и ослаб-

ления anomalно жаркой антициклонической погоды в июне–августе 2010 г.

Эта связь выражалась в полном соответствии между числом и временем секторных границ КОМПС и ММП, с одной стороны, и числом и временем появления границ со сменой величины и динамики тропосферных метеопараметров, с другой.

Благодарим сотрудников WSO – за данные о магнитном поле Солнца, R. Lepping'a и группу

GDAWeb – за данные измерений ММП на ИСЗ Wind, сотрудников Центра данных в Потсдаме – за данные об  $a_p$ -индексах, сотрудников ИЗМИРАН А.В. Белова, В.Г. Янке и К.Х. Канониди – за данные об атмосферном давлении и температуре. Благодарим А.И. Завойкину за помощь в подготовке статьи, Т.Л. Дацюк, Д.А. Зыбина и Ю.А. Курицына – за интерес к работе.

Работа частично поддержана Программой фундаментальных исследований Президиума РАН VI. 15 “Плазменные процессы в солнечной системе”.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авдюшин С.И., Данилов А.Д. Солнце, погода и климат: сегодняшний взгляд на проблему (обзор) // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 40. № 5. С. 3–14. 2000.
- Веретененко С.В., Тайл П. Солнечные протонные события и эволюция циклонов в Северной Атлантике // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 48. № 4. С. 542–552. 2008.
- Веретененко С.В., Дергачёв В.А., Дмитриев П.В. Солнечная активность и вариации космических лучей как фактор интенсивности циклонических процессов в умеренных широтах // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 47. № 3. С. 399–406. 2007.
- Дмитриев А.А., Малинников В. А., Мансуров С.М. Связь секторной структуры межпланетного магнитного поля с зональной циркуляцией атмосферы / Физика ионосферы и магнитосферы. М.: АН СССР. ИЗМИРАН. 172 с. 1978.
- Жеребцов Г.А., Коваленко В.А., Молодых С.И., Рубцова О.А. Модель воздействия солнечной активности на климатические характеристики тропосферы Земли // Оптика атмосф. и океана. Т. 18. № 12. С. 1042–1050. 2005.
- Жеребцов Г.А., Коваленко В.А., Молодых С.И., Рубцова О.А., Васильева Л.А. Влияние гелиогеофизических возмущений на термобарические и климатические характеристики тропосферы Земли // Космич. исслед. Т. 46. № 4. С. 368–377. 2008.
- Мансуров С.М., Мансурова Л.Г., Мансуров Г.С. Связь между секторной структурой ММП и атмосферным давлением в сопряженных точках и ее статистический анализ / Солнечно-атмосферные связи в теории климата и прогнозах погоды. Л.: Гидрометеоиздат. С. 259–270. 1974.
- Пудовкин М.И., Распопов О.М. Механизм воздействия солнечной активности и других геофизических факторов на состояние нижней атмосферы, метеопараметры и климат // Успехи физ. наук. Т. 163. № 7. С. 113–116. 1993.
- Харшладзе А.Ф., Иванов К.Г. Сферический гармонический анализ магнитного поля Солнца // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 34. № 4. С. 22–28. 1994.
- Wilcox J.M. Tropospheric circulation and interplanetary sector boundaries followed by MeV proton streams // Nature. V. 259. № 5707. P. 840–842. 1979.
- Wilcox J.M., Svalgaard L., Scherrer P.H. Seasonal variation and magnitude of the solar sector structure atmospheric vorticity effect // Nature. V. 255. № 5509. P. 539–540. 1974.