

Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 120, № 2, 13–20 (2024)

УДК 523.9

Вращение Солнца и климат Земли

В.А. Котов

ФГБУН “Крымская астрофизическая обсерватория РАН”, Научный, 298409, Крым
vkotov@crao.crimea.ru

Поступила в редакцию 5 апреля 2024 г.

Аннотация. В связи с глобальным потеплением исследовалась переменность общего магнитного поля Солнца ввиду ее возможной корреляции с изменением климата Земли. Всегда ли магнитное Солнце вращается правильно? На основе данных, полученных в КрАО и шести других обсерваториях мира в 1968–2023 гг. (почти 29 тыс. суточных значений средней напряженности продольного поля видимой солнечной полусферы), определен синодический период вращения Солнца как звезды, 27.027(4) сут, и период экватора, 26.927(7) сут. Однако приблизительно после 1993 г. когерентное вращение “магнитного экватора” сменилось хаотическим с квазипериодами 26.5–27.3 сут: Солнце почти “остановилось”. Явление может быть связано с аномальным поведением солнечных циклов 23 и 24, сопровождавшимся глобальным изменением земного климата при неясном механизме влияния Солнце–Земля.

Ключевые слова: Солнце, магнитное поле, вращение, 22-летний цикл, климат Земли

1 Введение

В участвовавшей за последние 30 лет дискуссии о глобальном потеплении большинство ее участников указывают на деятельность человека (“парниковый эффект”) как на главный фактор изменения климата Земли. Видя в этом опасность для человечества, генеральный секретарь ООН А. Гутерриш воскликнул на климатической конференции 2022 г.: “Мы на шоссе в климатический ад, а нога наша стоит на акселераторе!”.

В то же время известно, что в энергетическом балансе Космос–Земля определяющим является излучение Солнца (полная солнечная иррадиация, СИ), и потому считается, что как инсоляция Земли, так и парниковый эффект – главные факторы температурного режима Земли. Но уровень СИ при усреднении на шкалах месяцы–годы практически неизменный: СИ не показала заметного тренда на протяжении последних 60 лет (потому и термин “солнечная постоянная” с ничтожно малым вкладом солнечных вспышек и слабыми, менее 0.1% вариациями, обусловленными вращением Солнца, а конкретно – изменением числа пятен и факелов на видимом солнечном диске, а также 11-летним циклом; см. также п. 2 и Макарова и др., 1991). Подчеркнем, что все зарегистрированные изменения СИ и разногласия показаний внеатмосферных детекторов обусловлены инструментальными ошибками и неточностями калибровок (здесь оставляем в стороне изменения потока СИ, обусловленные эллиптичностью орбиты Земли и т.н. циклами Миланковича; подробнее см. Фёдоров, 2019; Аванесов, Михайлов, 2022). Другими словами, из измерений СИ в современную эпоху глобального потепления, т.е. на протяжении последних 60 лет, следует, что вариации СИ – крайне маловероятный фактор изменения климата. То же относится к роли вспышек и другого рода активности Солнца, связанной с пятнами, активными областями и циклами.

Но за последние 57 лет в физике Солнца появился новый параметр переменности Солнца – данные о его общем магнитном поле (ОМП, см. п. 3). Установлено, что ОМП обладает секторной структурой, хорошо коррелирующей со структурой межпланетного магнитного поля (ММП), причем с хорошим соответствием полярностей и напряженностей (Wilcox, Howard, 1968; Severny et al., 1970; Svalgaard, Wilcox, 1975; Scherrer et al., 1977a; Obridko et al., 2020, 2023). Поскольку ОМП

часто изменяется с характерными временами, близкими к синодическому периоду вращения Солнца $P_{\odot} \approx 27$ сут и его гармонике $P_{\odot}/2$ (двух- и четырехсекторные структуры), вполне возможна корреляция временных вариаций ММП (и тем самым ОМП) с земными атмосферными процессами при достаточно длительном воздействии космической погоды на магнитосферу и ионосферу Земли, особенно при синхронизации процессов и резонансах, т. е. с равенством или близким соответствием характерных временных шкал при участии рациональных факторов.

Известно также, что в атмосфере Земли содержание водяного пара раз в сто превосходит содержание CO_2 (природного и антропогенного вместе), при этом природного пара H_2O больше на четыре порядка, чем антропогенного CO_2 . Кроме того, в климатической системе наблюдается колебание с периодом около 60 лет, не связанное с инсоляцией и имеющее, возможно, космическую природу. Некоторые авторы полагают, что это колебание обусловлено переменностью гравитационного взаимодействия планет: конфигурация Юпитера и Сатурна относительно Солнца и Земли повторяется каждые 60 лет; вывод же о том, что наблюдаемое глобальное потепление не связано с деятельностью человека, подтверждается и геологической историей Земли (см., например, [Фёдоров, 2019, 2023](#)).

2 Активность Солнца и земной климат

Процессы на Солнце и в межпланетной среде, сопровождаясь потоком высокоэнергичных частиц, в большей степени определяются поведением магнитного поля. В то же время секторные структуры ОМП Солнца и ММП на земной орбите зависят от распределения слабых, крупномасштабных (фоновых) полей вне активных областей (АО): они “управляют” регулярными полями гелиосферы и модулируют поток космических лучей; в свою очередь солнечный ветер с переменной скоростью и плотностью плазмы определяет изменчивую космическую погоду вблизи Земли (см., например, [Demidov et al., 2023](#) и ссылки там).

Вариации ОМП в существенной степени связаны и с активностью Солнца, и с 11-летним циклом ([Kotov, Sanchez, 2017](#)), а также, по-видимому, и с вариациями СИ: измерения внеатмосферных радиометров (ACRIM и др.) показали, что солнечная лучистая радиация изменяется с периодом 11 лет при средней амплитуде 0.1 %. Более значительные (до 0.2 %) и более быстрые изменения связаны с прохождением по диску Солнца пятен и факельных областей; еще более значительные изменения (10–100 %) происходят в рентгеновской и УФ части спектра.

Согласно [Willson \(1997\)](#), излучение Солнца имеет вековой тренд с ростом иррадиации на 0.04 % за десятилетие (как показывают расчеты, глобальное изменение температуры на Земле на 1 К может произойти при изменении солнечной постоянной на 1 %). Постепенное изменение иррадиации может привести к глобальному потеплению на 0.4 К в течение ближайших 100 лет, что может само по себе, без учета “тепличного” (индустриального) эффекта, привести к существенным климатическим последствиям.

Естественно связать вековое изменение излучения Солнца с потенциальным изменением его глобального поля: вытягиваясь из фотосферы в межпланетную среду и участвуя в процессах пересоединения в околоземном пространстве, поле может являться эффективным участником переноса энергии от Солнца к Земле и способно оказывать заметное влияние на климат Земли (в частности, на СИ и состояние облачного покрова, см. [Lockwood et al., 1999](#); [Lockwood, 2002](#)). Но, как известно, ММП коррелирует не с пятнами и АО, а с фоновыми полями фотосферы, и поэтому – с общим, средним магнитным потоком видимой полусферы Солнца, т. е. с ОМП ([Severny, 1969](#); [Scherrer et al., 1977a](#); [Kotov et al., 1998](#); [Демидов и др., 2005](#)). Установлено, что ОМП – важнейшая характеристика переменности Солнца и его циклической деятельности, а измерения ОМП не менее информативны для физики Солнца, чем числа Вольфа, тем более что ОМП хорошо коррелирует с радиальной компонентой ММП.

Проанализировав измерения радиальной компоненты ММП за 1964–1996 гг., [Lockwood et al. \(1999\)](#) пришли к выводу, что поле в короне возросло за 32 года примерно на 40 % и почти вдвое – за 100 лет. Поскольку поле короны в значительной мере определяется крупномасштабными полями фотосферы (в частности, полями корональных дыр), такой вывод может иметь серьезные последствия для динамо-механизма и теорий, объясняющих цикл Солнца, в том числе в контексте вековой изменчивости ([Ruzmaikin, 1985](#); [Обридко, 2008](#)). Существенное значение это может иметь и для климатических явлений, особенно в связи с необходимостью контроля космической погоды и глобальным потеплением.

Данные измерений числа Вольфа, СИ и ОМП интересны и в связи с рекордным минимумом Солнца 2007–2010 гг., который не предсказывался ни одним прогнозом и не объяснялся ни одной теорией. В то же время есть основания (Wang, Sheeley, 1995; Zhao, Hoeksema, 2010) связать аномальный минимум с переходом нашей звезды в новое состояние с неизвестными последствиями для Земли и ее климата. Время диктует необходимость параллельного и тщательного, с новых позиций, изучения глобального потепления климата наряду с указанными характеристиками Солнца и его поведения как активной магнитопеременной звезды.

Здесь, для изучения корреляции Солнце–Земля, рассматриваем измерения ОМП, выполненные семью обсерваториями мира за последние 56 лет.

3 ОМП, 1968–2023 гг.

ОМП представляет собой среднюю напряженность B продольного магнитного поля видимой полусферы Солнца и измеряется по эффекту Зеемана спектральной линии поглощения, чувствительной к полю, причем в свете от всего солнечного диска. Пятна и активные области не вносят существенного вклада в сигнал ОМП: он определяется обширными областями спокойной фотосферы.

Таблица 1. Измерения ОМП в 1968–2023 гг.

Обсерватория	Годы	Линия (нм)	N	Δ , Гс	S , Гс	k
КрАО	1968–2018	Fe I λ 525.02	3890	0.11	0.61	0.99
КрАО	2001–2018	Fe I λ 524.71	1863	0.14	0.61	0.99
Маунт-Вилсон	1970–1982	Fe I λ 525.02	2457	0.07	0.67	0.90
СОУ	1975–2023	”	14485	0.05	0.36	1.68
Саяны	1982–2015	”	477	0.05	0.72	0.84
Сатерленд	1992–2001	K I λ 769.90	1988	0.01	0.43	1.41
НСО	2003–2017	Fe I λ 630.15	3536	0.01	0.45	1.35
Кисловодск	2014–2015	Fe I λ 630.25	295	0.01	0.99	0.61
Вместе ^a	1968–2023	–	28991	–	0.61	–

^aНормированный ряд.

Регулярные измерения ОМП, начатые в КрАО в 1968 г. (Severny, 1969, 1971), поддержаны другими шестью обсерваториями: Маунт-Вилсон, Солнечная обсерватория им. Дж. Уилкокса¹ (СОУ; см. Scherrer et al., 1977a, b), Сатерленд (Chaplin et al., 2003), Саяны (Демидов и др., 2005), Национальная солнечная обсерватория² (НСО, США) и Кисловодск (Пулково). Список данных приведен в табл. 1, где N – число суточных значений B , Δ – типичная ошибка одного измерения, S – стандартное отклонение массива и k – нормировочный коэффициент (подробнее см. Котов, 2020). Напряженности B умножались на k для приведения данного массива к общему среднеквадратичному отклонению, затем массивы были сведены в общий временной ряд 1968–2023 гг. с числом $N = 28991$, $S = 0.61$ Гс и средним $-0.009(4)$ Гс, где в скобках приведена стандартная ошибка. Положительные B отвечают северной (N) полярности, нулевая фаза – эпохе 0 UT, 1 января 1968 г., а спектры мощности (СМ) вычислялись прямым Фурье-преобразованием. (О наблюдениях ОМП, выполненных прибором НМІ на спутнике SDO, и их сопоставлении с наземными данными см. Kutsenko, Abramenko, 2016; Kutsenko et al., 2017.)

4 Диаграмма O–C

По измерениям ОМП установлено, что Солнце как звезда вращается с сидерическим периодом 25.165(6) сут (Котов, 2020); экватор же, согласно спектроскопическим измерениям Scherrer et al.

¹ WSO.Stanford.edu

² SOLIS.NSO.edu/vsm

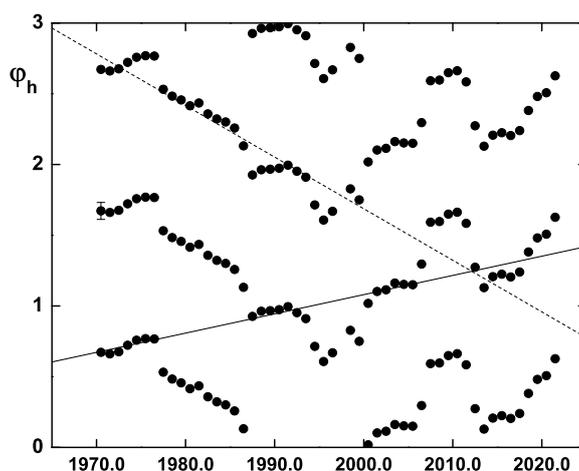


Рис. 1. Диаграмма О–С для пробного периода 27.000 сут (ОМП, 1968–2023 гг., $N = 28991$). По горизонтали – годы, по вертикали – фазы гармонических максимумов по пятилетним интервалам наблюдений и с повторением для фазовых интервалов 1–2 и 2–3. Вертикальной чертой показана типичная ошибка фазы, наклоны прямых регрессий отвечают фактическим периодам 26.927(7) сут (пунктирная) и 27.027(4) сут (сплошная, см. текст)

(1980), вращается несколько быстрее, с периодом 25.09(16) сут (синодический период 26.94(17) сут; см. также обзоры [Schröter, 1985](#); [Котов, 1987](#)).

Диаграмма О–С (“наблюдения минус вычисления”) для ОМП строилась, как и раньше, методом наложенных эпох: для каждого последовательного пятилетнего отрезка данных с помощью Фурье-преобразования находились гармонические амплитуда A_h и фаза максимума φ_h синусоиды для пробного периода 27.000 сут. Результат приведен на рис. 1, где наклоны прямых линейной регрессии к горизонтали приводят к синодическим периодам $P_{EQ} = 26.927(7)$ сут и $P_{\odot} = 27.027(4)$ сут (первый – по данным 1968–2001, 2004–2008 и 2010–2019 гг., всего 36 фаз; второй – по данным 1968–1978, 1985–1995, 1998–2008 и 2010–2022 гг., 30 фаз). Как указывалось ранее ([Котов, 2020](#)), первый характеризует вращение экватора, второй – вращение всего Солнца, его гравитирующей массы. (Сидерический период 25.078(7) сут, соответствующий P_{EQ} , хорошо согласуется со значением 25.09(16) сут у [Scherrer et al. \(1980\)](#)). Примечательно также, что период биений P_{EQ} и P_{\odot} , составляющий 20.0(1.6) г., совпадает с периодом соединений, 19.9 г., Юпитера и Сатурна.)

5 Аномальное вращение?

Нами уже отмечалось ([Kotov, 2020](#)), что в последнее время когерентность вращения экватора нарушилась. Это отчетливо видно на рис. 1, где приблизительно после 1993 г. периодичность P_{EQ} распалась, сменившись хаотическим вращением “магнитного” экватора: для земного наблюдателя он как бы “остановился”. То же самое, по-видимому, произошло и с секторной структурой ММП, в определенной мере “управляющей” космической погодой околоземного пространства.

На рис. 2 показан СМ первой части данных ОМП (1968–1993 гг.), где главный пик когерентного вращения с амплитудой $A_h = 0.27$ Гс отвечает периоду 26.923(13) сут, совпадающему в пределах ошибки с P_{EQ} . Спектр данных после 1993 г. (рис. 2b) походит на СМ шума с группой слабых по амплитуде пиков в диапазоне 26.5–27.3 сут.

Нарушение когерентного вращения солнечного экватора явно следует и из рис. 3, где приведены средние кривые ОМП, построенные с периодом свертки P_{EQ} для первого (до 1994 г.) и второго (после 1993 г.) интервалов наблюдений: первый демонстрирует 27-суточную периодичность (с амплитудой $A_h = 0.26$ Гс), во втором она отсутствует.

Из рис. 1 также следует, что основная гравитирующая масса Солнца не меняет скорость вращения: периодичность P_{\odot} с устойчивой начальной фазой прослеживается на протяжении 56 лет (с

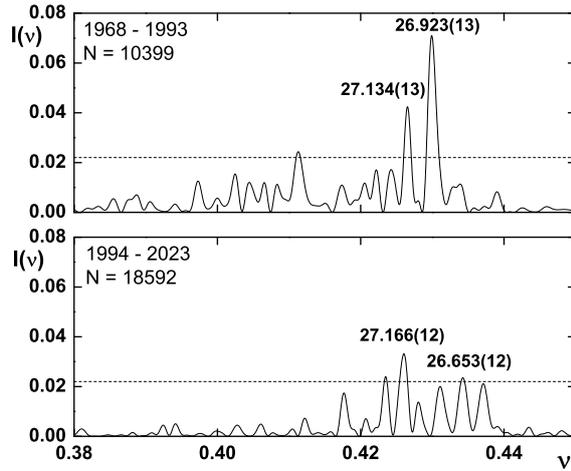


Рис. 2. Спектр мощности ОМП за (a) 1968–1993 гг., $N = 10399$, и (b) 1994–2023 гг., $N = 18592$. По горизонтали – частота ν в мГц, по вертикали – мощность $I(\nu)$ в произвольных единицах; пунктирными линиями показаны уровни значимости 3σ , а числа – периоды главных пиков (в сутках)

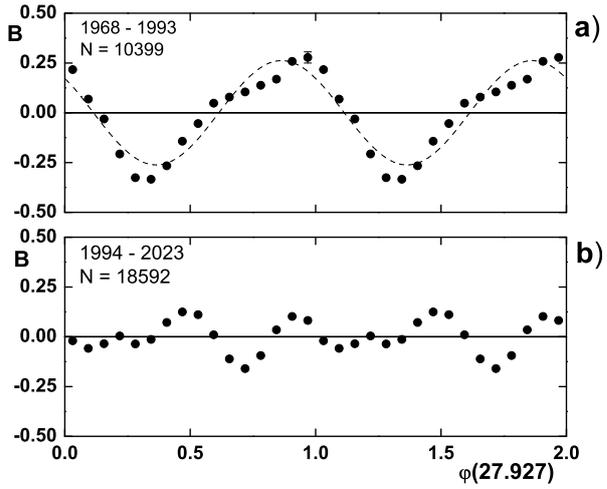


Рис. 3. Средние кривые ОМП, построенные с периодом свертки 27.927 сут для наблюдений (a) 1968–1993 гг., $N = 10399$, и (b) 1994–2023 гг., $N = 18592$. По горизонтали – фаза φ , по вертикали – напряженность B в Гс. Вертикальной чертой сверху показана типичная ошибка B для каждого из 16 фазовых интервалов (внизу она сравнима с размером точки), пунктирная линия сверху – аппроксимация синусоидой

перерывами в 1975–1988, 1992–2001 и 2005–2013 гг.; мы полагаем, что эти перерывы, определяемые по пятилетним интервалам, обусловлены дифференциальным вращением фотосферы и конвективной зоны).

6 Заключение

Истинная причина изменения вращения ОМП неизвестна, но можно предположить, что к этому причастна динамика самого Солнца, гравитационно связанного с движением планет (см., например, Scafetta, 2020); возможен и некий загадочный, пока неизвестный внутренний механизм нашей звезды.

Отметим также, что между солнечным вращением с синодическим периодом $P_{\odot} = 27.027(4)$ сут и движениями Земли с периодами $P_E = 365.256$ сут (орбитальный) и $P_D = 1.000$ сут (суточный, см. Kotov, 2019) имеет место тесный резонанс:

$$2 \frac{P_E}{P_{\odot}} \approx \frac{P_{\odot}}{P_D} \approx 3^3. \quad (1)$$

Принимая во внимание близость $P_{E\odot}$ к P_{\odot} , подчеркнем, что нарушение резонанса (1) для экваториального вращения Солнца, наступившее приблизительно после 1993 г., могло в принципе, изменив характер вращения секторной структуры ММП, вызвать нарушение циркуляции земной атмосферы, течений мирового океана, регулярности облачного покрова, локального количества осадков и, как следствие, глобальные климатические изменения на Земле. Однако механизм влияния Солнца на Землю, требующий сложных количественных расчетов, пока неясен; он может быть связан с изменениями параметров солнечного ветра, потока космических лучей, жесткого солнечного излучения, вообще с флуктуациями межпланетной среды в плоскости эклиптики (близкой к плоскости солнечного экватора: отклонение составляет $7.^\circ 25$).

Интересно, что нарушение экваториального вращения совпало по времени с аномальностью солнечных циклов 22–23 (1986–2008 гг.), нарушивших правило Гневыхева и Оля (1948), которое гласит: 22-летний цикл Хейла состоит из двух 11-летних, начинаясь с четного цикла Швабе–Вольфа с меньшим числом пятен в максимуме. (Заметим, что такие нарушения имели место и в прошлом,

например: циклы 4 и 5, 1784–1810 гг., и циклы 8 и 9, 1833–1855 гг.) Приводит ли хаос вращения магнитного поля Солнца к беспорядку погоды на Земле и участвовавшим стихийным бедствиям? Для тщательного изучения связи Солнце–Земля необходимы надежные и регулярные измерения солнечного ОМП: даже в хаосе бывает смысл.

Автор благодарен Ф.М. Саншезу (Париж) и покойному С. Кучми за многократные обсуждения физики Солнца и архитектуры Солнечной системы, а также В.И. Ханейчуку за активное участие в наблюдениях Солнца на телескопе БСТ–1 им. А.Б. Северного (КраО), всем наблюдателям за данные о магнетизме Солнца и рецензенту за полезные замечания. Работа выполнена по теме государственного задания № 122022400224-7 РАН.

Литература

- Аванесов Г.А., Михайлов М.В., 2022. Земля и Вселенная. № 3. С. 30–46. [Avanesov G.A., Mihailov M.V., 2022. *Zemlya i Vselennaya*, no. 3, pp. 30–46. (In Russ.)]
- Гневнышев М.Н., Оль А.И., 1948. *Астрон. журн.* Т. 25. № 1. С. 18–20. [Gnevyshev M.N., Ol' A.I., 1948. *Astron. Zhurn.*, vol. 25, no. 1, pp. 18–20. (In Russ.)]
- Демидов М.Л., Григорьев В.М., Пещеров В.С., 2005. *Астрон. журн.* Т. 82. № 7. С. 628–636. [Demidov M.L., Grigoryev V.M., Pechshero V.S., 2005. *Astron. Zhurn.*, vol. 82, no. 7, pp. 628–636. (In Russ.)]
- Котов В.А., 1987. *Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв.* Т. 77. С. 39–50. [Kotov V.A., 1987. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.*, vol. 77, pp. 39–50. (In Russ.)]
- Котов В.А., 2020. *Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв.* Т. 116. № 1. С. 14–23. [Kotov V.A., 2020. *Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ.*, vol. 116, no. 1, pp. 14–23. (In Russ.)]
- Макарова Е.А., Харитонов А.В., Казачевская Т.В., 1991. Поток солнечного излучения. М.: Наука. [Makarova E.A., Kharitonov A.V., Kazachevskaya T.V., 1991. *Solar irradiation flux*. Nauka, Moscow. (In Russ.)]
- Обридко В.Н., 2008. Плазменная гелиогеофизика. Т. 1. / Ред. Зеленый Л.М., Веселовский И.С. М.: Физматлит. С. 41–60. [Obridko V.N., 2008. In *Zelenyi L.M., Veselovskii I.S. (Eds.), Plasma Heliogeophysics*. Fizmatlit, Moscow, pp. 41–60. (In Russ.)]
- Фёдоров В.М., 2019. Земля и Вселенная. № 2. С. 42–54. [Fyedorov V.M., 2019. *Zemlya i Vselennaya*, no. 2, pp. 42–54. (In Russ.)]
- Фёдоров В., 2023. *Наука и жизнь.* № 1. С. 68–79. [Fyedorov V.M., 2023. *Nauka i Zhizn'*, no. 1, pp. 68–79. (In Russ.)]
- Chaplin W.J., Dumbill A.M., Elsworth Y., et al., 2003. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, vol. 343, pp. 813–818.
- Demidov M.L., Hanaoka Y., Wang X.F., Kirichkov P.N., 2023. *Solar Phys.*, vol. 298, no. 10, pp. 120.
- Kotov V.A., 2019. *Adv. Space Res.*, vol. 63, pp. 3385–3389.
- Kotov V.A., 2020. *Astron. Nachr.*, vol. 341, no. 6–7, pp. 588–594.
- Kotov V.A., Sanchez F.M., 2017. *Astrophys. Space Sci.*, vol. 362, no. 6, pp. 1–6.
- Kotov V.A., Scherrer P.H., Howard R.F., Haneychuk V.I., 1998. *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, vol. 116, pp. 103–117.
- Kutsenko A.S., Abramenko V.I., 2016. *Solar Phys.*, vol. 291, no. 6, pp. 1613–1623.
- Kutsenko A.S., Abramenko V.I., Yurchyshyn V.B., 2017. *Solar Phys.*, vol. 292, no. 9, p. 121.
- Lockwood M., 2002. *Astron. Astrophys.*, vol. 382, pp. 678–687.
- Lockwood M., Stamper R., Wild M.N., 1999. *Nature*, vol. 399, pp. 437–439.
- Obridko V.N., Sokoloff D.D., Shelting B.D., Shibalova A.S., Livshits I.M., 2020. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, vol. 492, no. 4, pp. 5582–5591.
- Obridko V.N., Shibalova A.S., Sokoloff D.D., 2023. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, vol. 523, pp. 982–990.
- Ruzmaikin A.A., 1985. *Solar Phys.*, vol. 100, pp. 125–140.
- Scafetta N., 2020. *Solar Phys.*, vol. 295, no. 2, pp. 1–20.
- Scherrer P.H., Wilcox J.M., Kotov V., Severny A.B., Howard R., 1977a. *Solar Phys.*, vol. 52, pp. 3–12.
- Scherrer P.H., Wilcox J.M., Svalgaard L., Duvall T.L., Jr., Dittmer P.H., Gustafson E.K., 1977b. *Solar Phys.*, vol. 54, pp. 353–361.
- Scherrer P.H., Wilcox J.M., Svalgaard L., 1980. *Astrophys. J.*, vol. 241, pp. 811–819.
- Schröter E.H., 1985. *Solar Phys.*, vol. 100, pp. 141–169.
- Severny A., 1969. *Nature*, vol. 224, pp. 53–54.

- Severny A.B., 1971. *Quart. J. Roy. Astron. Soc.*, vol. 12, no. 4, pp. 363–379.
- Severny A., Wilcox J.M., Scherrer P.H., Colburn D.S., 1970. *Solar Phys.*, vol. 15, pp. 3–14.
- Svalgaard L., Wilcox J.M., 1975. *Solar Phys.*, vol. 41, pp. 461–475.
- Wang Y.-M., Sheeley N.R., Jr., 1995. *Astrophys. J.*, vol. 447, pp. L143–L146.
- Wilcox J.M., Howard R., 1968. *Phys. Rev. Lett.*, vol. 20, no. 22, pp. 1252–1254.
- Willson R.C., 1997. *Science*, vol. 277, pp. 1963–1965.
- Zhao X.P., Hoeksema J.T., 2010. *Solar Phys.*, vol. 266, no. 2, pp. 379–390.

Izv. Krymsk. Astrofiz. Observ. 120, № 2, 13–20 (2024)

Rotation of the Sun and Earth's climate

V.A. Kotov

Crimean Astrophysical Observatory, Nauchny 298409
vkotov@craocrimea.ru

Abstract. Variation of the mean magnetic field of the Sun, caused by its rotation, is studied in view of its potential correlation with global warming and the Earth's climate change. Does the Sun always spin rightly? On the basis of the data obtained in 1968–2023 at CrAO and six other observatories of the world (nearly 29 thousand daily values of the mean strength of the longitudinal field of the visible solar hemisphere), the synodic period of the Sun as a star is determined to be 27.027(4) days, and the equatorial period is 26.927(7) days. After approximately 1993, the coherent rotation of the “magnetic equator” changed into a chaotic one, with the quasi-periods of 26.5–27.3 days: the Sun has nearly “stopped”). The phenomenon can be related to the anomalous behavior of the solar cycles 23 and 24, accompanied by the Earth's climate change, but with the Sun–Earth influence poorly understood.

Key words: Sun, magnetic field, rotation, 22-year cycle, Earth's climate