

УДК 523.2

11-ЛЕТНИЙ ИНДЕКС ЛИНЕЙНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ ПЛАНЕТ ВЕНЕРА, ЗЕМЛЯ, ЮПИТЕР И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

© 2020 г. В. П. Охлопков*

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ),
г. Москва, Россия

*e-mail: ovpetrovich@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.05.2019 г.

После доработки 08.08.2019 г.

Принята к публикации 23.01.2020 г.

В данной работе используется эволюция введенного автором параметра, характеризующего взаимное положение планет – средней за день разности гелиоцентрических долгот для пары планет. Рассмотрены попарно планеты Венера, Земля и Юпитер по минимальным значениям этого параметра. По минимальным отклонениям планет от линии, проходящей через них и Солнце при расположении планет по одну сторону от Солнца (планеты находятся в соединении), а также при расположении планет по разные стороны от Солнца и на одной линии с ним, составлен индекс (JEV), описывающий 11-летний цикл солнечной активности. Кроме того, проведены расчеты средних разностей для четырех планет с участием планеты Меркурий. Показано, что Меркурий не вписывается в 11-летние линейные конфигурации планет Венера, Земля и Юпитер и не участвует в максимальном гравитационном воздействии на Солнце. Только планеты Венера, Земля и Юпитер в своих линейных конфигурациях имеют 11-летний цикл. Проведено сопоставление индекса JEV с солнечной активностью и показано, что средние 11-летние периодичности в индексе JEV и в солнечной активности за 1000-летний интервал времени совпадают с точностью до второго знака после запятой. Это указывает на возможную связь индекса JEV с 11-летним циклом солнечной активности.

DOI: 10.31857/S0016794020030141

1. ВВЕДЕНИЕ

Природа активности Солнца издавна привлекала внимание исследователей. Близость периода обращения Юпитера и средней длительности 11-летнего цикла солнечной активности (СА) наталкивала на мысль о планетном воздействии на солнечную активность. Еще в середине XIX века Р. Вольф выдвинул гипотезу, что солнечная активность вызывается приливным воздействием планет на Солнце [Wolf, 1859]. Многие исследователи продолжили развивать приливную гипотезу солнечной активности [Brown, 1900; Malburet, 1925; Шостакович, 1928; Clayton, 1947]. В частности, Brown предложил гипотезу о происхождении цикличности солнечной активности, по которой ее изменение происходит благодаря вихревым движениям в атмосфере Солнца, вызванным планетными приливными волнами.

Детальные расчеты приливной волны на Солнце посвящены работы [Wood, 1972; Condon and Schmidt, 1975]. Wood [1972] рассчитал приливную волну, вызываемую Венерой, Землей и Юпитером для периода с 1800 по 2000 гг. и показал, что имеются циклы как с хорошим соответ-

ствием максимума СА с максимумом прилива, так и с запаздыванием СА на несколько лет.

Важным этапом в исследованиях СА была работа [Jose, 1965], в которой рассчитаны расстояния центра Солнца от центра масс Солнечной системы (ЦМСС), угловой момент Солнца относительно ЦМСС, изменение углового момента и другие параметры для интервала времени с 1655 по 2012 гг. В работе было показано, что динамические параметры движения Солнца относительно ЦМСС имеют периодичность 178.8 лет и было проведено сопоставление полученных результатов с данными по солнечной активности.

Многие исследователи проводили различные сопоставления параметров траектории Солнца при движении относительно ЦМСС с солнечной активностью для выявления взаимосвязей, в частности [Trellis, 1966; Fairbridge and Shirley, 1987; Charvatova and Strestik, 1991; Прокудина, 1995; Сурдин, 2001]. В работе Прокудиной [1995] с использованием данных работы [Jose, 1965] рассчитано орбитальное ускорение Солнца и показано, что экстремумы орбитального ускорения,

как положительные, так и отрицательные соответствуют максимумам солнечной активности.

В работах Хлыстова [1982], Хлыстова и др. [1992, 1995], Долгачева и др. [1991] рассматривалось влияние барицентрического движения Солнца на солнечную активность. В этих работах были рассчитаны спектры мощности скорости изменения момента количества движения Солнца относительно барицентра (ЦМСС) и мгновенного центра кривизны, ускорение относительно барицентра и другие функции. Было показано, что периоды, найденные в этих функциях, объясняются соединениями двух, трех и большего числа планет, причем самым мощным является период 19.8 года. Сравнение с результатами спектрального анализа чисел Вольфа [Долгачев и др., 1991; Хлыстов и др., 1992, 1995] показало, что в спектре барицентрического движения нет пика вблизи 11-летнего периода, определяющего солнечную цикличность. Делается вывод, что главный 11-летний период в числах Вольфа не связан с барицентрическим движением Солнца.

В работе Охлопкова [2011] исследованы динамические параметры движения Солнца относительно центра масс Солнечной системы – расстояние центра Солнца относительно центра масс, угловой момент Солнца и его изменение. Рассчитаны частотные спектры этих параметров и чисел Вольфа, выявлены основные спектральные составляющие. Здесь рассмотрены комбинации соединений двух планет, соединений пары планет с другой планетой, а также соединение одной пары с соединением другой пары планет. Показано совпадение периодичностей в числах Вольфа и динамических параметрах движения Солнца, делается вывод о влиянии динамических параметров движения планет на солнечную активность.

В работе [Mogner, 2013] указывается, что циклические изменения солнечной активности могут быть связаны с движением планет вокруг Солнца, с положением Солнца относительно центра масс, что приводит к изменению углового момента и гравитационных приливных сил, действующих на Солнце.

В работе [Solheim, 2013] показывается, что длина солнечного цикла модулируется периодами 190 и 86 лет. Основываясь на простой гармонической модели с этими периодами предсказывается увеличение длительности солнечных циклов в XXI веке.

В работе [Никулин, 2009] проведено компьютерное моделирование в целях поиска моментов времени прохождения силовых линий межпланетного магнитного поля через несколько планет и обнаружены для этих моментов повышения солнечной активности. Как считает Никулин, влияние планет на солнечную активность существует, но осуществляется не посредством гравитационного

воздействия, а электродинамическим путем.

В работе [Abreu et al., 2012] разработана физическая модель для описания зависящего от времени вращающего момента со стороны планет на несферический тахоклон и проведено сравнение соответствующего спектра мощности с реконструированной солнечной активностью по космогенным данным углерода ^{14}C и бериллия ^{10}Be . Найдено хорошее согласие между долговременными циклами в солнечной активности и периодичностями в планетном вращающем моменте.

В работах [Wolff and Patrone, 2010; Charbonneau, 2013] также указывается на возможное планетное влияние на 11-летний цикл SA, в частности в работе [Wolff and Patrone, 2010] получены возмущения внутри вращающейся звезды, когда звезда ускоряется от орбитальных тел.

В работе [Wilson, 2013] рассматривается модель спин-орбитальной связи планет Венера, Земля и Юпитер. Модель создает чистые тангенциальные моменты, которые воздействуют на внешние конвективные слои Солнца с периодичностями, которые соответствуют многим долгосрочным циклам, которые находятся в данных о солнечной активности, полученных по космогенным изотопам углерода ^{14}C и бериллия ^{10}Be .

В работе [Cameron and Schüssler, 2013] авторы ссылаются на статью [Abreu et al., 2012], в которой предложена модель долгосрочной модуляции солнечной активности посредством приливных эффектов, оказываемых планетами. Указано, что это утверждение основано на сравнении периодичностей, полученных из записей космогенных изотопов с периодичностями, возникающими из-за планетарных моментов на эллипсоидально деформированном Солнце. Авторы считают, что между периодичностями в записях космогенных изотопов в качестве индикаторов солнечной активности и планетарных моментов связь статистически незначима и потому нет свидетельства влияния планет на солнечную активность.

В статье [Poluianov and Usoskin, 2014] сделан критический пересмотр гипотезы о влиянии планетарного прилива на солнечную активность, рассмотренную в статье [Abreu et al., 2012]. Abreu et al. рассматривают гипотезу о том, что планеты могут оказывать влияние на солнечный тахоклон и, следовательно, на солнечную активность. Авторы заявляют, что пики в долгопериодном диапазоне спектра вращающего момента – это артефакты. Авторы в своем анализе обнаружили, что долгопериодная когерентность между вращающим моментом планеты и гелиосферной модуляцией незначительна. Влияние планетарного прилива на солнечную активность не имеет веских оснований.

Множество работ выполнено по исследованию причин солнечной активности, но без учета влияния планет. В этих работах источник активности помещается внутри Солнца и рассматриваются магнитогидродинамические решения.

Цель данной работы состоит в выявлении планет, проявляющих 11-летнюю цикличность в своих линейных конфигурациях, и сопоставление с солнечной активностью.

2. ПЛАНЕТНЫЕ КОНФИГУРАЦИИ

В работах [Охлопков, 2012, 2013] введен параметр – средняя разность гелиоцентрических долгот планет (СРД). Наилучшая связь параметра СРД с солнечной активностью (использованы числа Вольфа) получена для трех планет – Венеры, Земли и Юпитера. В этих работах [Охлопков, 2012, 2013] была выделена огибающая минимальных значений СРД, которая имеет главную периодичность 22 года и которая хорошо описывает знакопеременный ряд солнечной активности, который тоже имеет главную периодичность 22 года. Было показано, что экстремумы огибающей минимальных значений СРД планет Венера, Земля и Юпитер хорошо согласованы с 11-летними циклами солнечной активности. В этих экстремумах наблюдаются линейные конфигурации планет Венера, Земля и Юпитер как при их расположении по одну сторону от Солнца (соединения), так и при расположении по разные стороны от Солнца.

Для трех планет средняя разность гелиоцентрических долгот планет с долготами $D1$, $D2$ и $D3$ представляется выражением:

$$ADL = \{|D1 - D2| + |D1 - D3| + |D2 - D3|\} / 3. \quad (1)$$

Обозначение ADL взято по первым буквам английского сочетания – average difference in longitude.

При этом необходимо учитывать, что абсолютные значения разностей долгот выбирались таким образом: если разность $\Delta > 180^\circ$, то ее абсолютное значение равнялось $(360^\circ - \Delta)$. Разности брались минимальные с учетом цикличности долготы ($0^\circ - 360^\circ$). Например, если одна долгота равна 350° , а другая 10° , то разность долгот равна 20° , а не 340° . В формуле (1) этот нюанс трудно воспроизвести, поэтому приведено это пояснение. Для минимальных значений ADL формула (1) отражает соединения планет при их расположении по одну сторону от Солнца и на одной линии с ним.

Если планеты располагаются по разные стороны от Солнца, например две планеты с долготами $D1$ и $D2$ в соединении, а третья планета с долготой $D3$ по другую сторону от Солнца, то параметр представляется в виде

$$ADLO = \{|D1 - D2| + (180 - |D1 - D3|) + (180 - |D2 - D3|)\} / 3. \quad (2)$$

В обозначении $ADLO$ буква “ O ” добавлена от английского слова – opposition.

При минимальных значениях параметра $ADLO$ все три разности в скобках минимальны, и это соответствует расположению планет по разные стороны от Солнца и на одной линии с ним.

В случае расчета для четырех планет в формулы (1, 2) добавляются дополнительные члены для всех возможных сочетаний.

На рисунке 1 для пояснения расчета СРД в качестве примера для Венеры, Земли и Юпитера для периода с 1862 по 1882 гг. с шагом при расчете координат через 1 день показаны долготы и средние разности долгот, где четко видны малейшие детали. Для трех планет имеются три разности, которые усредняются с равными весами. Как видно из рисунка, там, где планеты располагаются на одной долготе или в узком секторе долгот (верхняя панель), параметр СРД имеет минимальные значения (нижняя панель). Для дальнейшей работы использовались точки перегиба, где СРД имеет наименьшие значения. На рис. 1 таких точек 9 (величина СРД < 25). В этих точках планеты располагаются в небольшом по долготе секторах и оказывают максимальное гравитационное воздействие на Солнце. Между точками с минимальными значениями СРД планеты расходятся в большой долготный сектор, где их гравитационное воздействие падает.

Были рассчитаны СРД (ADL) для интервала времени с 1000 по 2050 гг. с шагом при расчете координат 1 день. Расположение планет как на одной линии от Солнца и по одну сторону от него, т.е. с одинаковой долготой, так и в некотором секторе гелиодолгот будем называть соединением планет. Также для этого интервала времени были рассчитаны $ADLO$.

Поскольку в данном исследовании были рассчитаны моменты времени как для соединений трех планет, так и их расположений по разные стороны от Солнца и на одной линии с ним, то для краткости описания введем обозначения различных конфигураций трех планет. Планеты обозначим по первым буквам английских названий: Венера – V , Земля – E , Юпитер – J . Солнце обозначим знаком $\langle * \rangle$. Конфигурация $V-E-J$ – соединение трех планет (все 3 планеты располагаются по одну сторону от Солнца и на одной линии с ним). Конфигурация $V-E*J$ – соединение Венеры и Земли с расположением Юпитера по другую сторону от Солнца. Конфигурация $V-J*E$ – соединение Венеры с Юпитером и расположением Земли по другую сторону от Солнца. Конфигурация $E-J*V$ – соединение Земли с Юпитером и

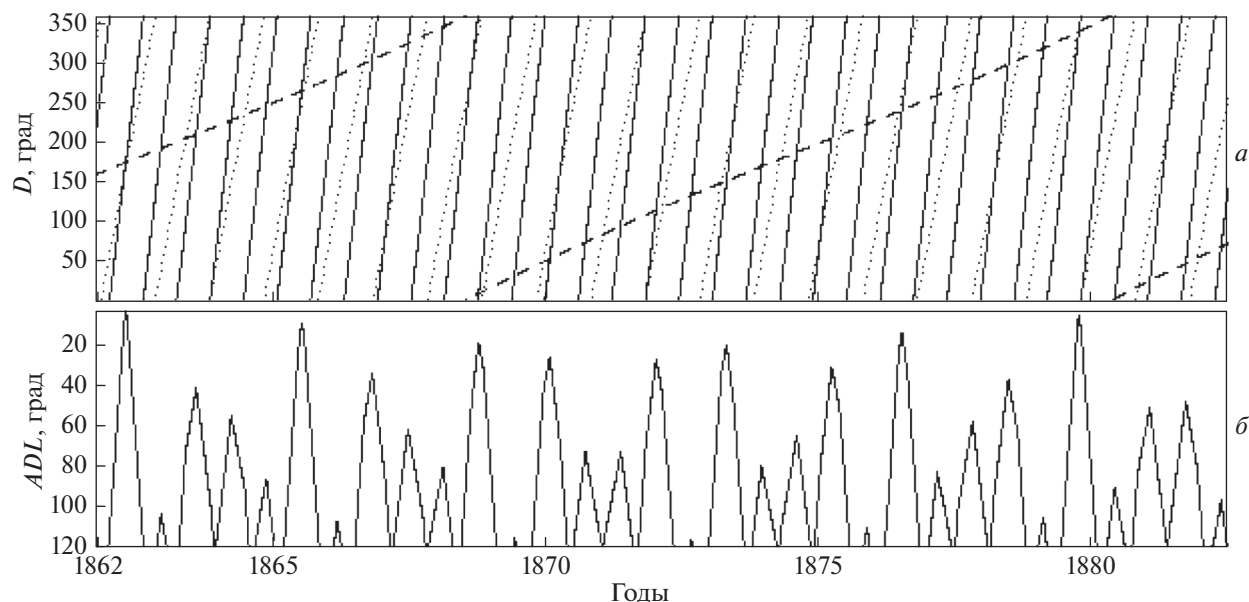


Рис. 1. Верхняя панель (а): гелиоцентрические долготы (D) для Венеры (сплошная линия), для Земли (пунктирная линия) и для Юпитера (штриховая линия) для периода с 1862 по 1882 гг. Нижняя панель (б): средние разности этих долгот (ADL —СРД, шкала обратная), шкалы по оси ординат даны в градусах.

расположением Венеры по другую сторону от Солнца.

На рисунке 2 для периода с 1800 по 2050 гг. представлены данные по СРД (ADL , $ADLO$), ограниченные максимальными значениями 50° , для всех четырех конфигураций. В отличие от рис. 1, здесь из-за большого количества данных и большого временного интервала широкие пики выглядят как линии. Из этого рисунка отчетливо видно, что минимальные значения СРД (рис. 2а, 2в, 2д, 2ж) описывают четкую периодическую зависимость (имеются в виду огибающие минимальных значений СРД). Эти огибающие минимальных значений СРД, ограниченные значениями 25° , представлены на рис. 2б, 2г, 2е, 2з. Более высокий уровень ограничения не представляет интереса, поскольку там планеты уже располагаются в большом секторе долгот. Наиболее гладко огибающие выглядят при ограничении $\sim 25^\circ$. Далее в этом исследовании будут использоваться только огибающие кривые минимальных значений СРД для всех четырех конфигураций.

3. РАСЧЕТ ПЛАНЕТНОГО ИНДЕКСА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

На столетнем временном интервале (1900–2000 гг.), который приведен и на рис. 2, покажем, как рассчитывался планетный индекс солнечной активности. На рис. 3а приведена огибающая минимальных значений СРД (ADL , $ADLO$) для планет Венеры, Земли и Юпитера (сплошная линия, соединяющая кружочки, конфигурация $V-E-J$,

основная периодичность в ней – 22 года). Кроме того, здесь приведена огибающая минимальных значений СРД ($ADLO$) для конфигурации $V-E^*J$ (крестики). Как видим, обе зависимости протекают в фазе, но при самых минимальных значениях точки конфигурации $V-E^*J$ располагаются между точками конфигурации $V-E-J$ (интервал между ними 1.6 года). На рис. 3б также приведены огибающие минимальных значений СРД ($ADLO$) для конфигураций $V-J^*E$ и $E-J^*V$ (их точки чередуются с интервалом 1.6 года, основная периодичность в них – 22 года), но эти огибающие находятся в противофазе с огибающими рис. 3а. Максимальному гравитационному воздействию на Солнце соответствуют значения СРД, близкие к нулю – это линейные конфигурации планет.

Все четыре конфигурации происходят во времени последовательно. Совместим огибающие кривые всех четырех конфигураций (рис. 3в). Поскольку они пересекаются на уровне около $\sim 15^\circ$, вполне оправдано этим уровнем и ограничиться. Получаем кривую в диапазоне значений от нуля до 15° (рис. 3г), основная периодичность в которой – 11 лет. Таким образом, из четырех последовательных конфигураций получаем планетный индекс солнечной активности, который имеет 11-летнюю периодичность. Для краткости изложения обозначим этот индекс как JEV (по первым буквам английских названий планет). При значениях СРД выше точек JEV (выше 15°) планеты значительно расходятся от линейных конфигураций.

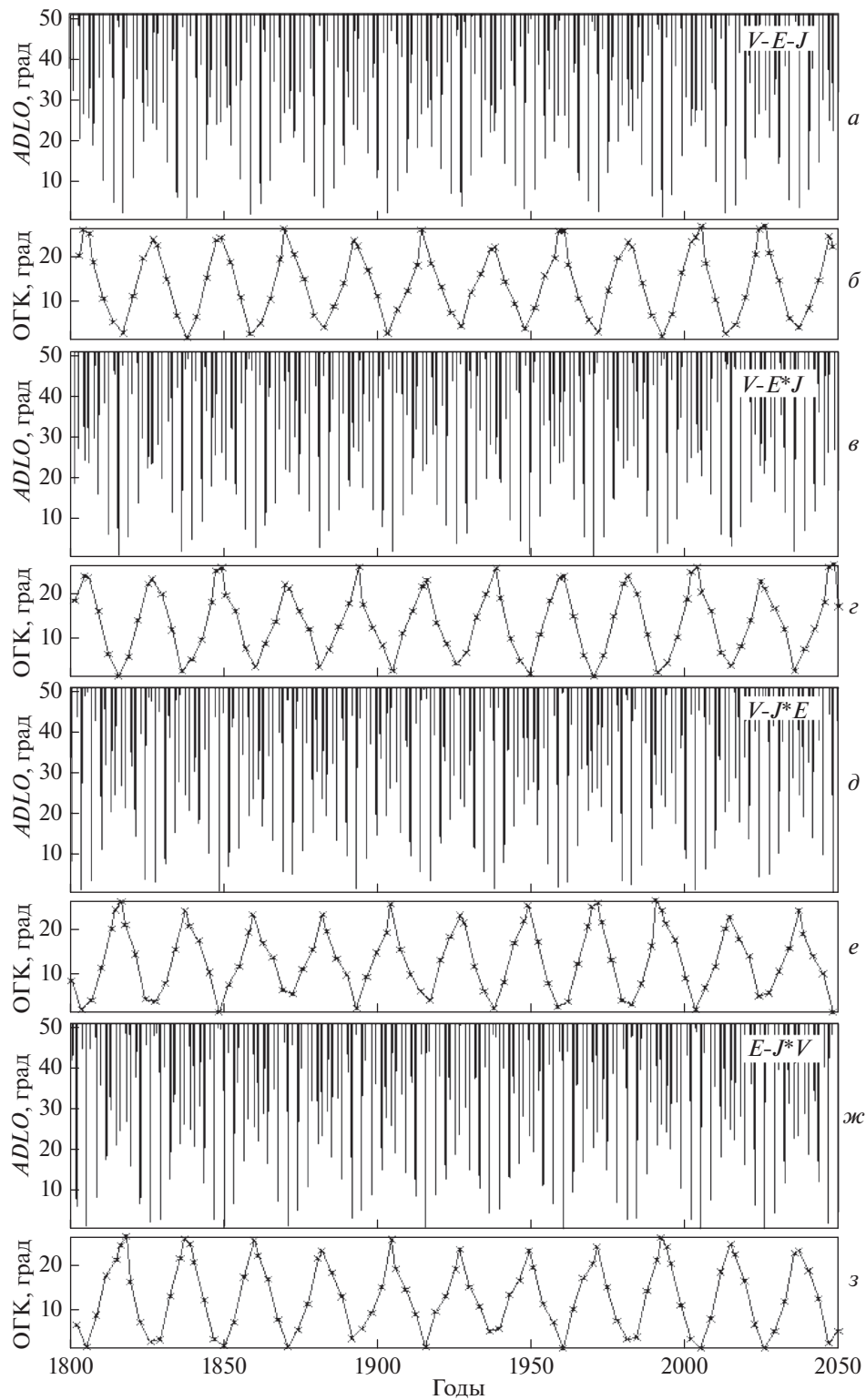


Рис. 2. Для интервала времени с 1800 по 2050 гг.: (а, в, д, ж) — средние разности гелиоцентрических долгот Венеры, Земли и Юпитера, ограниченные величиной 50° для всех конфигураций (ADL , $ADLO$); (б, г, е, з) — огибающие минимальных значений СРД (ОГК) с ограничением 25° .

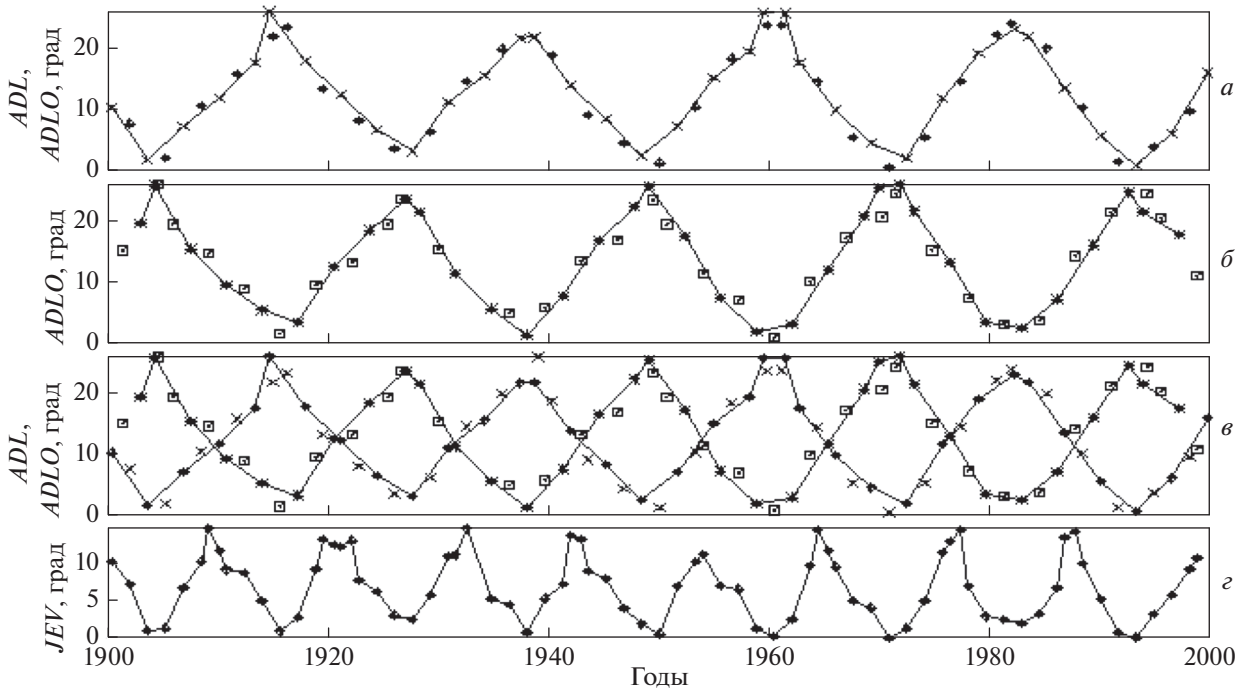


Рис. 3. (а) — огибающая минимальных значений СРД (ADL) для планет Венера, Земля и Юпитер — сплошная линия, соединяющая кружочки, конфигурация $V-E-J$, крестики — огибающая минимальных значений $ADLO$ для конфигурации $V-E*J$; (б) — звездочки — огибающая минимальных значений $ADLO$ для конфигурации $V-J*E$, квадратики — огибающая минимальных значений $ADLO$ для конфигурации $E-J*V$; (в) — совмещение данных панелей “а” и “б”; (г) — индекс JEV . Солнце обозначено знаком “*”.

Здесь же, чтобы была ясность об участии в воздействии на Солнце планеты Меркурий, приведем индекс, аналогичный JEV , но полученный с участием в расчете Меркурия, т.е. индекс линейных конфигураций планет Меркурия, Венеры, Земли и Юпитера. На рисунке 4 приведен этот индекс. Хорошо видно, что с участием планеты Меркурий нарушается 11-летняя цикличность планетного индекса и нарушается возможность максимального гравитационного воздействия на Солнце. Также нет 11-летней цикличности в линейных конфигурациях Меркурия с Венерой и Землей, Меркурия с Венерой и Юпитером, Меркурия с Землей и Юпитером.

Поэтому далее в данной работе рассматриваются только три планеты — Венера, Земля и Юпитер, которые в своих линейных конфигурациях имеют 11-летнюю цикличность и оказывают максимальное гравитационное воздействие на Солнце.

4. СОПОСТАВЛЕНИЯ С СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

На рисунке 5 сопоставлен индекс JEV с солнечной активностью за интервал времени с 1000 по 2018 г. (числа Вольфа, с 1000 г. — приближенные значения в максимумах и минимумах СА

[Shove, 1955, 1983], с 1500 г. — годовые значения [Shove, 1955, 1983], с 1749 г. — средние квартальные значения). Для количественного описания пятнообразования для прошлых эпох, когда не было инструментальных наблюдений солнечной активности, используются наблюдения за изменениями некоторых геопараметров, которые коррелированы с числами солнечных пятен. В первую очередь к ним относится частота появления полярных сияний. Используются также данные о космогенных изотопах: углерода ^{14}C , бериллия ^{10}Be и других, содержащихся в природных архивах (кольцах деревьев, полярных льдах и др.). Используя данные о вариациях геопараметров, преимущественно данные о полярных сияниях, Shove [1955, 1983] нашел значения параметров пятнообразования на Солнце за прошлый период до начала телескопических наблюдений за Солнцем. Таковыми параметрами являются среднегодовые значения чисел Вольфа, начиная с 1500 г., а также данные о годах минимумов и максимумов 11-летних циклов пятнообразования, начиная с 653 г. до н. э., с указанием ориентировочных значений чисел Вольфа в годы их максимумов.

Несмотря на ошибки ряда Shove, тем не менее, циклы СА располагаются на своих местах и, как видим, имеется полное соответствие количества циклов СА и индекса JEV , хотя здесь имеются фа-

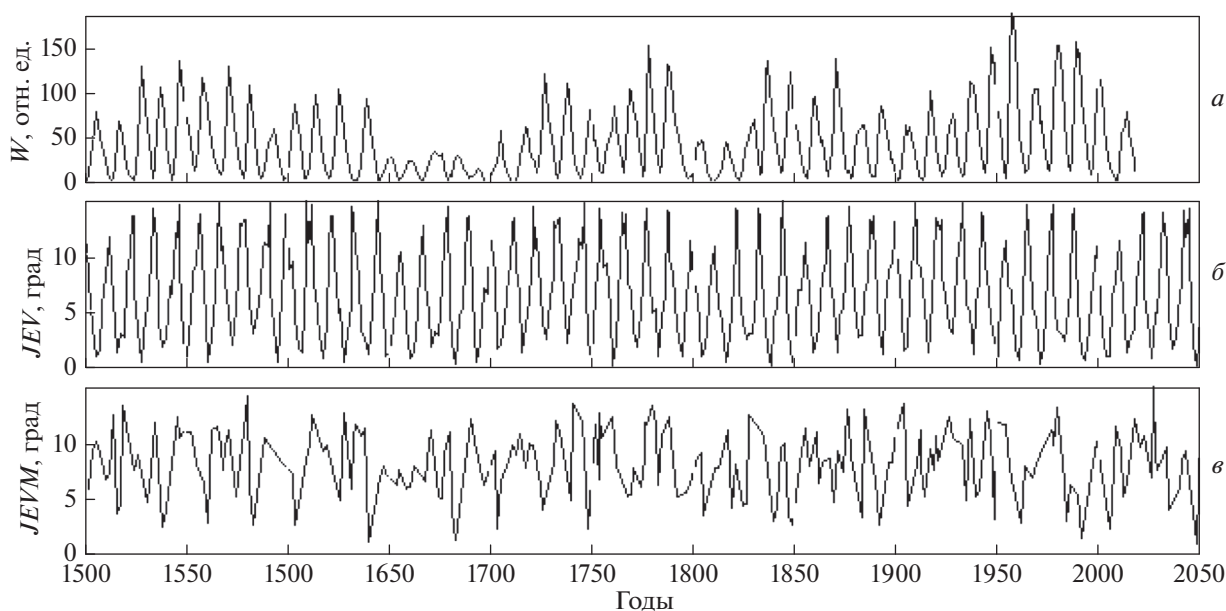


Рис. 4. Для периода с 1500 по 2050 гг.: (а) – числа Вольфа (W); (б) – данные индекса JEV ; (в) – индекс линейных конфигураций планет Меркурий, Венера, Земля и Юпитер ($JEVM$).

зовые сдвиги экстремумов СА и индекса JEV . Аналогичная картина соответствия циклов СА и индекса JEV имеется и для временного интервала с 500 по 1000 гг. (для этого интервала рисунок не приводим).

Из рисунка 5 хорошо видно, что количество максимумов СА четко соответствует количеству минимумов индекса JEV (минимальные значения индекса JEV соответствуют линейным конфигурациям планет как при их соединении, так и при расположении по разные стороны от Солнца). За интервал времени с 1500 по 2018 гг. основные периодичности, полученные из спектрального анализа, в СА и в индексе JEV составляют соответственно 11.06 и 11.065 лет. За интервал времени с 1000 по 2018 гг. основная периодичность и в СА, и в индексе JEV составляет 11.07 лет.

Совпадение длительности средней периодичности за 1000-летний интервал с точностью до второго знака после запятой указывает на возможную связь индекса JEV с 11-летним солнечным циклом (однозначно, что это совпадение не случайно).

5. ФАЗОВЫЕ СДВИГИ МЕЖДУ СА И ИНДЕКСОМ JEV

Имеются фазовые сдвиги между индексом JEV и СА. Для выявления величин сдвигов между максимумами СА и минимальными значениями индекса JEV и между минимумами СА и минимальными значениями индекса JEV проводился кросскорреляционный анализ. Для СА брались

интервалы между соседними минимумами и проводилась кросскорреляция с минимальными соответствующими значениями индекса JEV (корреляция максимумов). Также для СА брались интервалы между соседними максимумами и проводилась кросскорреляция с минимальными соответствующими значениями индекса JEV (корреляция минимумов). В обоих случаях кросскорреляция проводилась с минимальными значениями индекса JEV и выбирался максимальный отрицательный коэффициент корреляции и соответствующий сдвиг при корреляции максимумов СА и максимальный положительный коэффициент корреляции и соответствующий сдвиг при корреляции минимумов СА. На рисунке 6 показаны соответствующие расчеты. Хорошо видно, что имеются периоды, когда максимумы СА отстают от минимальных значений индекса JEV (линейных конфигураций трех планет) и когда максимумы СА опережают. Конечно, если полагать, что гравитационное воздействие при линейных конфигурациях планет Венеры, Земли и Юпитера является спусковым механизмом для СА, то опережения СА при корреляции максимумов СА не укладывается в этот механизм. Автор отдает предпочтение корреляции минимумов СА, когда минимальные значения индекса JEV коррелировали с минимумами СА (здесь имеем положительные коэффициенты корреляции), при этом минимумы СА отстают от минимумов индекса JEV . Из рисунка видно, что минимумы СА отстают от минимальных значений индекса JEV от 20 до 95 мес. В данном варианте можно полагать, что гравитационное воздействие при линей-

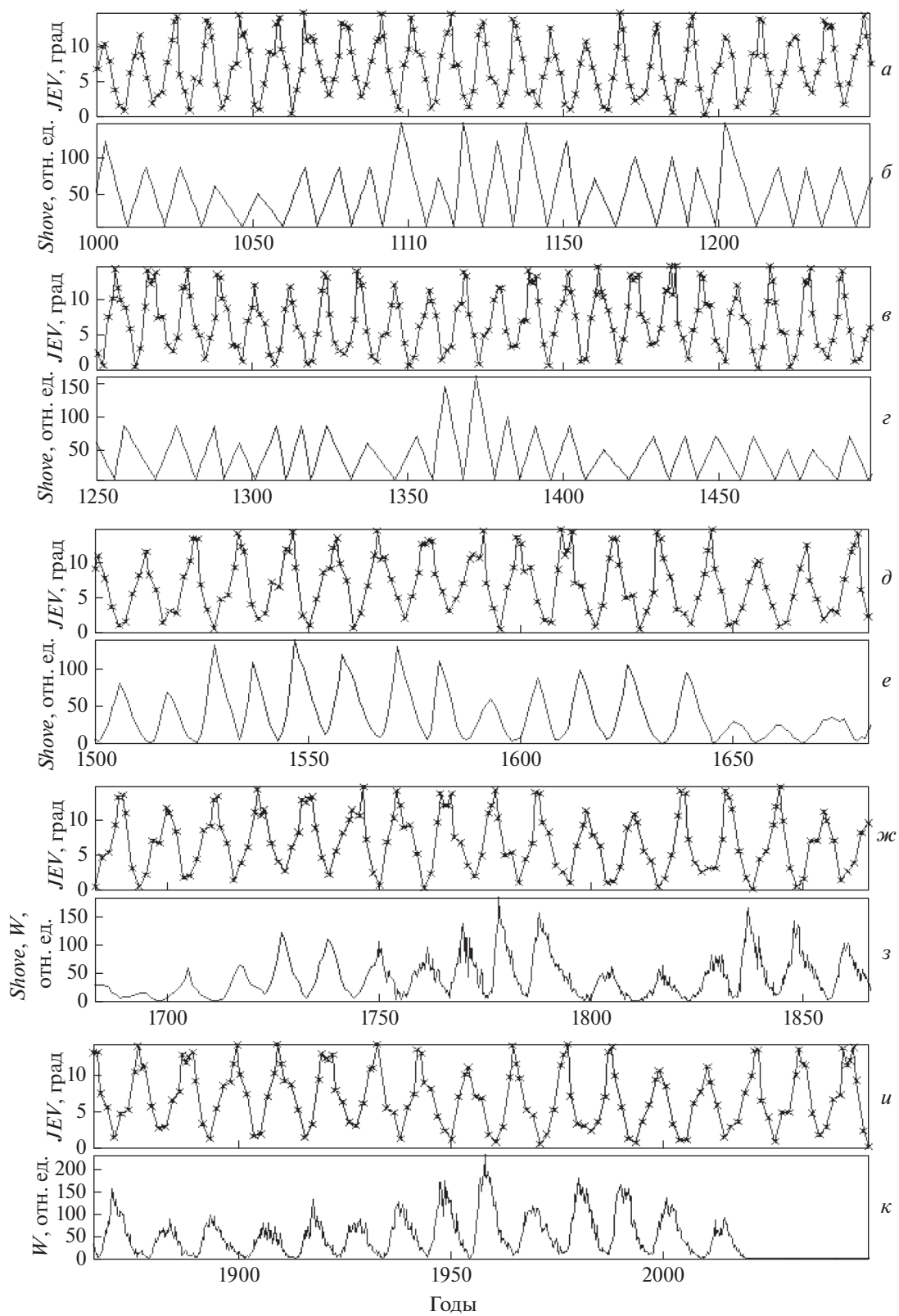


Рис. 5. Для периода с 1000 по 2050 гг.: данные индекса *JEV* (*a*, *в*, *д*, *ж*, *и*), ряд солнечной активности (*Shove*, 1000–1699 гг.) (*б*, *г*, *е*) и числа Вольфа (*W*) для периода с 1700 по 2018 гг. (*з*, *к*).

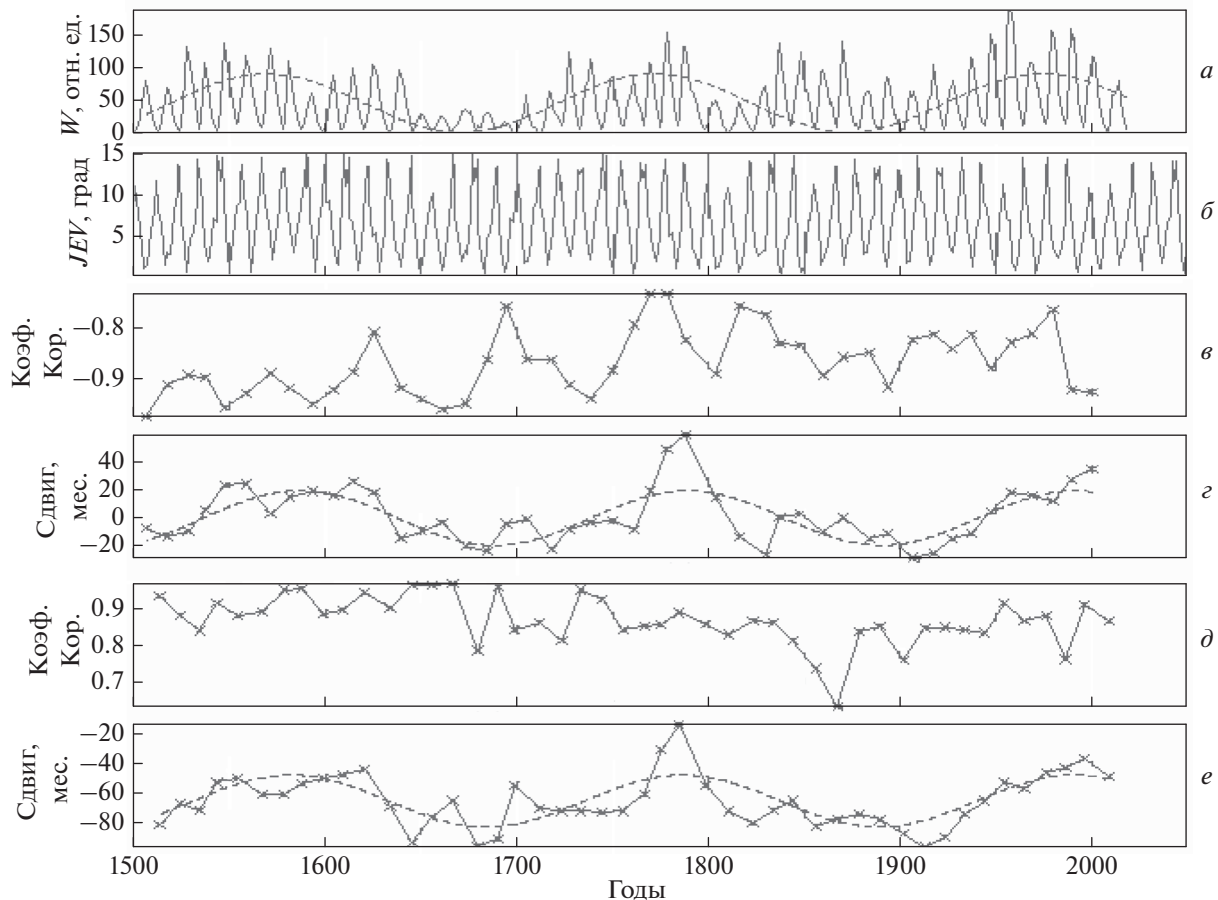


Рис. 6. Фазовые соотношения СА и индекса *JEV*, полученные при кросскорреляционном анализе: (а) – ряд солнечной активности по числам Вольфа (*W*, штриховая линия – спектральная составляющая с периодом 203.5 лет); (б) – данные индекса *JEV* (град); (в) – коэффициенты корреляции для максимумов СА; (г) – опережения – отставания максимумов СА от минимальных значений индекса *JEV*, месяцы (штриховая линия – спектральная составляющая с периодом 202.1 лет); (д) – коэффициенты корреляции для минимумов СА; (е) – отставание минимумов СА от минимальных значений индекса *JEV*, месяцы (штриховая линия – спектральная составляющая с периодом 204.6 лет).

ных конфигурациях планет Венеры, Земли и Юпитера является спусковым механизмом для начала цикла СА с запаздыванием от 20 до 95 мес. Величины запаздываний на рис. 6 меняются с периодичностями ~ 202.1 лет (г) и 204.6 лет (е), показанных штриховой линией. В солнечной активности соответствующая периодичность составляет 203.5 лет (штриховая линия, а). Минимальные запаздывания минимумов СА от минимальных значений индекса *JEV* планет Венеры, Земли и Юпитера приходятся на те временные интервалы, когда амплитуда 203-летнего цикла максимальна.

Были проведены расчеты сдвигов, когда даты минимальных значений индекса *JEV* планет Венеры, Земли и Юпитера сопоставлялись напрямую с экстремумами СА без кросскорреляции. Результаты совпадают.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В научной литературе приводятся расчеты о высоте приливной волны на Солнце от совокупного влияния всех планет в размере 3 мм. Считается, что гравитационное воздействие планет на Солнце ничтожно и о влиянии планет на солнечную активность не может идти речи. Еще раз подчеркнем, что в данной работе проведены реальные расчеты конфигураций планет, здесь нет никаких допущений и вымыслов. Совпадение 11-летних циклов солнечной активности и планетного индекса не случайно.

Современные модели солнечной активности предполагают, что зарождение и развитие солнечной активности происходит в пределах самого Солнца. Однако во многих случаях была зарегистрирована корреляция между индексами солнечной активности и планетными конфигурациями, но ни одного успешного физического механизма не было предложено, чтобы объяснить это.

Из энергетических соображений ясно, что планеты не могут быть непосредственной причиной солнечной активности.

В данной работе получен планетный индекс солнечной активности, который отражает линейные конфигурации трех планет — Венеры, Земли и Юпитера. Этот индекс описывает 11-летний цикл солнечной активности. Значимыми являются минимальные значения индекса, поскольку они соответствуют линейным конфигурациям планет, когда гравитационное воздействие максимально. При этом одним минимальным значениям индекса JEV соответствуют две конфигурации, когда планеты находятся в соединении (конфигурация $V-E-J$), а в соседние интервалы времени (через 1.6 года) наблюдаются соединения Венеры и Земли (Юпитер по другую сторону от Солнца, конфигурация $V-E * J$). Следующим минимальным значениям индекса JEV (через 11 лет) соответствуют две другие конфигурации, когда планеты располагаются только по разные стороны от Солнца: одна конфигурация — соединение Венеры с Юпитером (Земля по другую сторону от Солнца, конфигурация $V-J * E$), другая конфигурация — соединением Земли с Юпитером (Венера по другую сторону от Солнца, конфигурация $E-J * V$). Следует отметить, что используя индекс JEV , можно прогнозировать моменты максимумов и минимумов солнечной активности на многие циклы в будущем, конечно с учетом фазовых сдвигов с периодом ~ 203 лет.

Параметр JEV был рассчитан для разных сочетаний планет, и только для планет Венера, Земля и Юпитер индекс их линейных конфигураций дает 11-летний цикл и хорошее соответствие с солнечной активностью. Отметим здесь следующее. Высота прилива на Солнце от планет, если прилив, создаваемый Землей принять за единицу, составляет: Меркурий — 0.96, Венера — 2.16, Земля — 1, Марс — 0.03, Юпитер — 2.26, Сатурн — 0.109, Уран — 0.0011, Нептун — 0.00064. Из этих данных видно, что наибольшее воздействие на Солнце оказывают планеты Венера, Земля и Юпитер, а также Меркурий. Однако только три планеты — Венера, Земля и Юпитер — образуют 11-летние линейные конфигурации с максимальным гравитационным воздействием на Солнце. Меркурий не вписывается в эти конфигурации.

По современным представлениям о строении Солнца в его ядре идут термоядерные реакции, над ядром располагается зона лучистого переноса (0.2–0.7 радиуса Солнца), в которой отсутствуют макроскопические движения, а энергия из ядра переносится через переизлучение квантов. В верхнем слое — конвективной зоне (толщиной ~ 200000 км) идут бурные процессы перемешивания плазмы, и перенос энергии происходит благодаря движению самого вещества. Между зона-

ми лучистого переноса и конвективной существует переходный слой, называемый тахоклином. Выше уже упоминалась работа [Abreu et al., 2012], в которой сделана попытка объяснить долговременные вариации СА соответствующими периодичностями во вращающемся моменте планет, воздействующем на тахоклин. В работе [Stefani et al., 2016] сделана попытка связать слабые планетные воздействия на Солнце с действием солнечного динамо. Рассматривается возможность приливного колебания с периодом 11.07 лет, индуцированного системой Венера—Земля—Юпитер, вызвать резонансное возбуждение колебаний альфа-эффекта солнечного динамо, отвечающего за преобразование тороидального поля Солнца в полоидальное.

Индекс JEV , отражающий линейные конфигурации трех планет, Венеры, Земли и Юпитера, и описывающий 11-летний цикл солнечной активности, может служить индикатором гравитационного воздействия трех планет на тахоклин. Это гравитационное воздействие может привести к перемещению вещества и изменению физических параметров и послужить начальным импульсом, который далее будет усилен при дальнейшей передаче энергии в верхние слои Солнца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Долгачев В.П., Доможилова Л.М., Хлыстов А.И. Некоторые свойства барицентрического движения больших планет и Солнца // Тр. Гос. Астрон. ин-та им. П.К. Штернберга. Т. 62. С. 111–118. 1991.
- Никулин И.Ф. Влияют ли планеты на солнечную активность / Циклы активности на Солнце и звездах. Сб. ст. рабоч. совещ.-дискусс., Москва, 18–19 декабря 2009. С.-П.: изд-во Астрономич. общества. С. 271–274. 2009.
- Охлопков В.П. Основные периодичности движения Солнца относительно центра масс Солнечной системы и солнечная активность // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика, астрономия. № 6. С. 139–143. 2011.
- Охлопков В.П. Циклы солнечной активности и конфигурации планет // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 3. Физика, астрономия. № 4. С. 56–61. 2012.
- Охлопков В.П. О связи циклов солнечной активности с конфигурациями планет // Изв. РАН. Сер. физическая. Т. 77. № 5. С. 667–669. 2013.
- Прокудина В.С. Изучение возможной взаимосвязи 22-летнего и 80-летнего циклов солнечной активности и движение барицентра солнечной системы // Тр. Гос. Астрон. ин-та им. П.К. Штернберга. Т. 64. Ч. 1. С. 145–157. 1995.
- Сурдин В.Г. Динамика звездных систем. М.: Изд-во Московского центра непрерывного математического образования. С. 32. 2001.
- Хлыстов А.И. Движение Солнца вокруг барицентра Солнечной системы и солнечная активность // Вестн. Киевского ун-та. № 24. С. 61–65. 1982.

- Хлыстов А.И., Долгачев В.П., Доможилова Л.М. Бариецентрическое движение Солнца и солнечно-земные связи // Биофизика. Т. 37. Вып. 3. С. 547–552. 1992.
- Хлыстов А.И., Долгачев В.П., Доможилова Л.М. О влиянии бариецентрического движения Солнца на солнечную активность // Тр. Гос. Астрон. ин-та им. П.К. Штернберга. 64. Ч. 1. С. 91–102. 1995.
- Шостакович В.Б. Солнечные пятна и положения планет // Тр. Иркутск. Магн. Обс. № 2–3. 1928.
- Abreu J. A., Beer J., Ferriz-Mas A., McCracken K.G., Steinhilber F. Is there a planetary influence on solar activity? // Astron. Astrophys. V. 548. A88. P. 1–10. 2012. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201219997>
- Brown E.W. A possible explanation of the sunspot period // Mon. Not. Roy. Astron. Soc. V. 60. P. 599–606. 1900.
- Cameron R.H., Schüssler M. No evidence for planetary influence on solar activity // Astron. Astrophys. V. 557. A83. 2013.
- Charvatova I., Strestik J. Long term variations in duration of solar cycle // Bull. Astron. Czech. V. 42. № 2. P. 90–97. 1991.
- Charbonneau P. Solar physics: The planetary hypothesis revived // Nature. V. 493. P. 613–614. 2013. <https://doi.org/10.1038/493613a>
- Clayton H.H. Solar cycles // Smith. Misc. Coll. V. 106. Publ. 3870. P. 1. 1947.
- Condon J.J., Schmidt R.R. Planetary tides and the sunspot cycles // Solar Phys. V. 42. P. 529–532. 1975.
- Fairbridge R.V., Shirley J.N. Prolonged minima and the 179-yr cycle of the solar inertial motion // Solar Phys. V. 110. P. 191–220. 1987.
- Jose P.D. Sun's motion and sunspots // Astron. J. V. 70. P. 193–200. 1965.
- Malburet J. Sur la cause de la periodicite des taches solaires // L'Astronomie. V. 39. P. 503–515. 1925.
- Morner N.A. Planetary beat and solar-terrestrial responses // Pattern Recogn. Phys. 1. P. 107–116. 2013.
- Poluianov S., Usoskin I. Critical analysis of a hypothesis of the planetary tidal influence on solar activity // Solar Phys. V. 289. P. 2333–2342. 2014.
- Stefani F., Giesecke A., Weber N., Weier T. Synchronized helicity oscillations: A link between planetary tides and the solar cycle? // Solar Phys. V. 291. № 8. P. 2197–2212. 2016.
- Shove D.J. The sunspot cycle // J. Geophys. Res. V. 60. № 2. P. 127–146. 1955.
- Shove D.J. Sunspots cycles. Stroudsburg: Hutchinson Ross. Publ. P. 423. 1983.
- Solheim J.E. The sunspot cycle length – Modulated by planets? // Pattern Recogn. Phys. V. 1. P. 159–164. 2013.
- Trellis M. Influence de la configuration du systeme solaire sur la naissance des centres d'activite // Compt. Rend. Acad. Sci. Paris. V. 262. № 5. P. 376–377. 1966.
- Wilson I.R.G. The Venus–Earth–Jupiter spin–orbit coupling model // Pattern Recogn. Phys. V. 1. P. 147–158. 2013.
- Wolf R. Mittheilungen uber die Sonnenflecken // Astron. Mitt. Zurich. V. 8. P. 183–191. 1859.
- Wolff C.L., Patrone P.N. A new way that planets can affect the Sun // Solar Phys. V. 266. P. 227–246. 2010. <https://doi.org/10.1007/s11207-010-9628-y>
- Wood K.D. Sunspots and planets // Nature. V. 240. P. 91–93. 1972.
- ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SUNSPOT_NUMBERS/INTERNATIONAL