

УДК 523.9; 524.7

## О возможной космической природе 11-летнего солнечного цикла

В.А. Котов<sup>1</sup>, Ф.М. Санчес<sup>2</sup>, К. Бизуар<sup>3</sup>

<sup>1</sup> НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, 98409, Украина, АР Крым, Научный  
*vkotov@crao.crimea.ua*

<sup>2</sup> Парижский университет (в отставке), 75013, ав. д’Иври 20, Париж  
*hol137@yahoo.fr*

<sup>3</sup> Парижская обсерватория, 75014, ав. Обсерватория 61, Париж  
*christian.bizouard@obspm.fr*

Поступила в редакцию 7 октября 2011 г.

**Аннотация.** Для проверки идеи Дикке о некоем “часовом механизме”, спрятанном внутри Солнца и задающем начальную фазу цикла, рассмотрены эпохи экстремумов чисел Вольфа, наблюдавшихся за последние 400 лет. Показано, что экстремумы, подчиняющиеся периоду  $P_W = 11.07(4)$  г, “запомнили” начальную фазу, что не может быть объяснено в рамках локальной физики и представлений прошлого века о причине цикла, основанных на теории магнитного динамо и феноменологической модели цикла Бэбкока-Лейтона. Выдвинуто предположение, что цикл имеет космическую (*космологическую*) природу. На это указывает и согласие периода с голографической временной шкалой Вселенной  $(a_0 R^3)^{1/4}/c \approx 11.0(4)$  г, где  $a_0$  и  $R$  – радиус первой боровской орбиты атома водорода и наблюдаемой Вселенной соответственно,  $c$  – скорость света. Указано также на другие четкие голографические соотношения, включающие  $a_0$ ,  $R$ ,  $P_W$ , длину волны микроволнового фонового излучения (с температурой 2.7 К) и период 9600.6 с глобальной солнечной пульсации. Истинная физическая природа “задающего” механизма 11-летнего цикла может быть понята, наверное, лишь на основе современных представлений о нелокальности нашего Мира, вытекающей из теоремы Белла и достижений квантовой механики на рубеже XX–XXI вв., и опираясь на модель “голографической” Вселенной, свободной от  $c$ .

ON THE PROBABLE COSMIC ORIGIN OF THE 11-YEAR SOLAR CYCLE, *by V.A. Kotov, F.M. Sanchez, C. Bizouard.* To check the Dicke’s idea about some “clock mechanism” hidden inside the Sun and controlling the initial phase of the cycle, the epochs of the Wolf number extrema, as observed over last 400 years, are considered. It is shown that the extrema, which obey a period of  $P_W = 11.07(4)$  year, “remembered” the initial phase. This cannot be explained in the frame of local physics and notions of the past century about mechanism of the cycle based on the magnetic dynamo theory and the phenomenological Babcock-Leighton model of the cycle. The hypothesis is advanced about a cosmic (*cosmological*) origin of the cycle. This is strongly supported by the agreement of the period with the holographic time scale of the Universe  $(a_0 R^3)^{1/4}/c \approx 11.0(4)$  year, where  $a_0$  and  $R$  are the radius of the first Bohr’s orbit of a hydrogen atom and the radius of the observable Universe, respectively, and  $c$  speed of light. It is noted that there are other precise holographic relations including  $a_0$ ,  $R$ ,  $P_W$ , the wavelength of the microwave background radiation (with temperature 2.7 K) and the period 9600.6 s of the global solar pulsation. The true physical nature of the “governing” mechanism of the 11-year cycle might be understood perhaps by involving the modern view on nonlocality of our World resulting from

the Bell's theorem and achievements of quantum mechanics at the border of the XX–XXI centuries, and being guided by the  $c$ -free model of the “holographic” Universe.

**Ключевые слова:** Солнце, 11-летний цикл, космология, голография, нелокальность

---

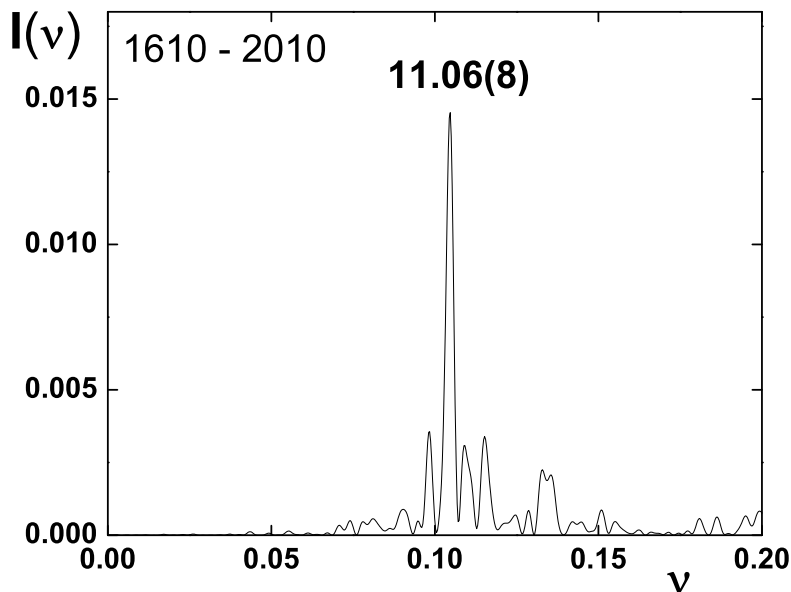
## 1 Введение: загадка цикла

В физике Солнца, как и в современной космологии, есть большие расхождения между реальностью и ее пониманием, между фактами и их интерпретацией (см., например, Паркер, 2000). И потому еще, что причина 11(22)-летнего солнечного цикла до сих пор не раскрыта. Сейчас цикл принято объяснять только с точки зрения одной “универсальной отмычки” – магнитного динамомеханизма с участием полярных переполусовок, описываемых моделью Бэбкока-Лейтона. Всем же иным предположениям приклеивается ярлык недоразумения или “... интеллектуально неполноценного направления..., не относящегося к рациональной науке” (цит. Чайковский, 2009). В итоге механизм динамо стал солнечной “религией”, исключающей серьезное обсуждение и поиск иных толкований и механизмов, лежащих в основе цикла.

Действительно ли в глубинах Солнца спрятаны некие таинственные и точные “часы”, четко считающие его ритм? Или эти “часы” (периодический источник возбуждения, “солнечный хронометр”) находятся вне Солнца, – например, в ядре Галактики или далеко за ее пределами? Согласно Дикке (1978), цикл продолжался и в эпоху маундеровского минимума 1645–1715 гг., причем с сохранением начальной фазы после окончания той эпохи.

Подчеркнем, что адекватной теории цикла не существует. Многие авторы считают, что циклическое колебание Солнца вообще носит стохастический характер. Ведь раньше, следуя Кипенхойеру, господствовала “эруптивная гипотеза” о случайных, практически независимых друг от друга взрывных процессах на Солнце, каждый из которых протекает 11 лет по Вольфу и Бэбкоку, но с чередованием “ведущей” полярности от цикла к циклу. (Поэтому полный магнитный цикл охватывает примерно 22 г. – так называемый цикл Хейла.) Это – естественная гипотеза нерегулярного цикла с хаотическими вариациями фазы: если по “самой причуде” турбулентных движений конвективной зоны циклический взрывной процесс запоздал, то запаздывание скажется на всех последующих циклах в виде случайных фазовых отклонений. На деле же, как показал Дикке, этого не происходит. (Еще раньше Котов и др. (1965) сделали сходный вывод о “захваченности”, или синхронизации, автоколебаний активности Солнца периодической силой неизвестной природы.) Цит. Рубашев (1964): “... ни схема суперпозиции периодов, ни схема Вальмейера в чистом виде не соответствуют реальной действительности. При известной независимости каждого отдельного 11-летнего цикла нельзя считать отдельные циклы не связанными друг с другом”. Поэтому закономерна мысль о том, что *строгую* (в среднем) 11-летнюю периодичность Солнца обеспечивает не “картинка динамо”, а нечто совсем другое. Теория динамо, как теоретическая база цикла, весьма физична, красива и занимательна, но оставляет без ответа вопрос о сохранении начальной фазы и “источнике” цикла.

Слабость теории и прогнозов солнечной активности отчетливо проявилась в последние годы: никто не предсказывал затяжной длительности цикла 23, рекордной за последние 210 лет, и последовавший затем продолжительный минимум. Вместо эпохи минимума 2007.0 г., вытекающей из средней продолжительности цикла в XX в. ( $\approx 10.5$  г.), минимум наступил в 2009.6 г., и до сих пор неясно, когда наступит следующий максимум и с каким максимальным числом Вольфа. Все предсказания минимума, собранные, например, Пишкало (2008), распределены в весьма широком интервале эпох, от 2006.5 г. до 2011.4 г. Большой разброс чисел Вольфа, от 50 до 250, характерен и для прогнозов максимальной интенсивности следующего, 24-го цикла (Ишков, 2008). Такое положение науки о Солнце кратко и ярко констатировал недавно Богачев (2010): “Современная наука не в состоянии понять даже то, что мы сейчас видим. Ни один ученый, ни один институт не понимает до конца того, что происходит на Солнце. И тем более невозможно сделать корректный прогноз на



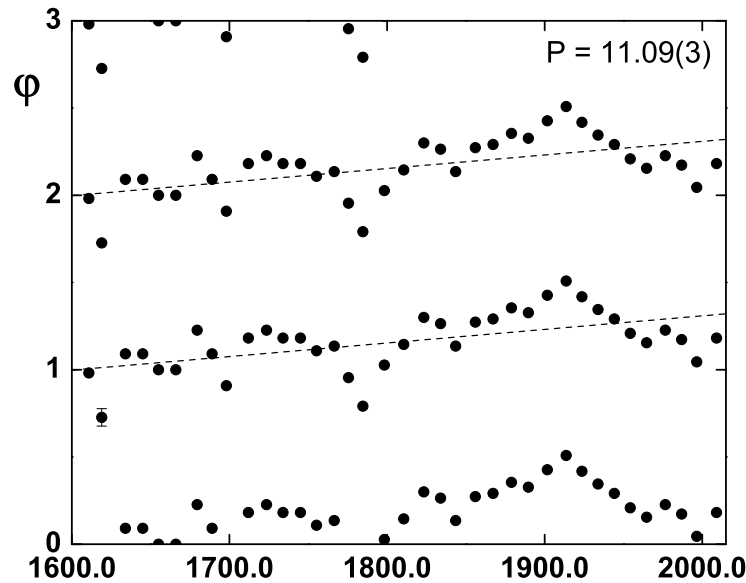
**Рис. 1.** Фурье-спектр 73 эпох максимумов и минимумов солнечных пятен с 1610 г. по 2010 г. По горизонтали – частота  $\nu$  в мкГц, умноженная на 36.5256, по вертикали – мощность  $I(\nu)$  в произвольных единицах. Главный пик соответствует периоду 11.06(8) г.

десятилетия”. Может быть, любой прогноз вообще вне компетенции науки? Как в сфере футурологии, которая ошибается почти всегда, ибо модели рассчитываются путем экстраполяции в будущее наблюдаемых тенденций (цит. Амнуэль, 2010): “все равно, мол, все будет не так, все будет иначе”.

Интерес вызывает предположение Лемпеля (2011) о неких гравитационных волнах с периодом 22 г, распространяющихся, возможно, из центра Галактики. По этой гипотезе волны могут быть индуцированы, например, взаимным обращением двух массивных черных дыр, и эти волны периодически возбуждают солнечное ядро. Тогда с тем же периодом может меняться скорость термоядерного процесса в глубинах нашей звезды, сказываясь на ее общей активности. Однако мысль о двойной черной дыре в ядре Галактики – всего лишь зыбкая гипотеза, такая же, как и гипотеза общей теории относительности о существовании гравитационных волн в природе. А не может ли солнечный цикл иметь более общую, космическую природу – галактическую или даже внегалактическую? Такая постановка вопроса вполне созвучна с мнением Обридко (2008): “... 11-летний солнечный цикл, вероятно, является самым известным квазипериодическим явлением на Солнце, а может быть, и в астрофизике вообще”.

## 2 Цикл и экстремумы числа пятен

С учетом переполюсовок глобального поля “реальный”, магнитный, цикл Солнца составляет не 11 лет, а 22 г. Этот цикл имеет среднюю – за 400 лет телескопических наблюдений – “удвоенную” длительность  $2P'_W = 22.1(3)$  г, которая определена нами по главному индексу солнечной активности – пятнам; в скобках – стандартная ошибка для последних цифр. Здесь “базовый” период  $P'_W = 11.06(8)$  г, или цикл Вольфа, получен Фурье-преобразованием 73 эпох минимума и максимума пятен с 1610 г. по 2010 г., см. рис. 1. Ординате приписывались значения 0 в минимумах и +1 в максимумах – для Солнца, находящегося как бы в двух “состояниях”, подобных таковым у



**Рис. 2.** Фазовая диаграмма О–С для 37 эпох минимума пятен с 1610.8 г. по 2009.6 г. при опорном периоде 11.00 г. По горизонтали – годы, по вертикали – фаза  $\varphi$  периода; нулевая фаза соответствует 1600.0 г. Вертикальной черточкой показана типичная ошибка фазы, пунктирные прямые показывают линейную регрессию, их наклон к горизонтали отвечает периоду цикла  $P = 11.09(3)$  г.

компьютера (см. список эпох у Аллена (1977) и в *Solar-Geophysical Data*; <http://www.ngdc.noaa.gov>). Единственный значительный и, главное, *нерасщепленный* пик 11.06 г. – вместе с глубокими рассуждениями Дикке (1978) – демонстрирует циклическое поведение нашей звезды с таинственным “часовым” механизмом, “помнящем” о начальной фазе на протяжении столетий. Заметим, что  $P'_W$  согласуется в пределах ошибки со значением 11.11 г., определенным когда-то самим Вольфом, а также со средним периодом пятнообразования 11.04 г. у Аллена. Подробнее о цикле пятен см., например, Рубашев (1964), Витинский и др. (1986), Обридко (2008).

Нами составлен список всех 37 эпох минимума пятен, которые определены, как правило, с точностью примерно  $\pm 0.5$  г., и по ним вычислена диаграмма О–С, практикуемая для исследования переменных звезд; в качестве пробного принят период 11.00 г. Результат показан на рис. 2, где фазы  $\varphi$  минимума показаны точками для интервала 0–1 и повторены для фазовых интервалов 1–2 и 2–3. Наклон прямых линейной регрессии отвечает истинному периоду цикла 11.09(3) г. Такая же диаграмма, построенная для 36 эпох максимума, показала примерно такой же ход фаз и с таким же, в пределах ошибки, периодом: 11.04(4) г., – но с заметно большим разбросом точек (фаз  $\varphi$ ). В качестве среднего принимаем значение  $P_W = 11.07(4)$  г., согласующееся с периодом главного пика на рис. 1.

Согласно теории динамо, длительность цикла определяется общей активностью Солнца, магнитным полем, скоростью течений вещества фотосферы, турбулентностью плазмы, дифференциальным вращением, конвекцией и параметрами конвективной зоны (причем *данного* цикла) и не зависит от условий предыдущего. В итоге, естественно, начальная фаза цикла не может сохранять-ся (“запоминаться”).

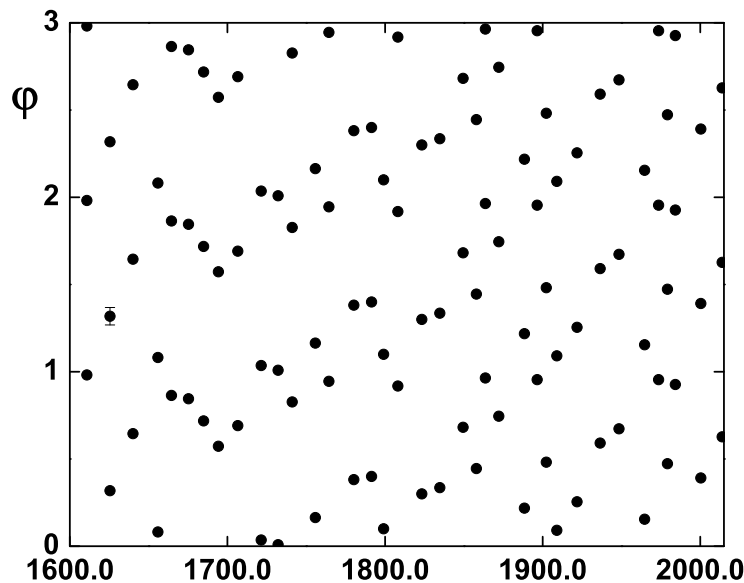


Рис. 3. То же, что на рис. 2, для фаз минимума, рассеянных случайными числами в пределах  $\pm 0.5$

### 3 Модель “случайного” Солнца

В нашей численной модели примем, что длительности конкретных циклов (или моменты минимумов) испытывают случайные возмущения. При этом для “эксперимента” с эпохами экстремумов пятен вначале принимаем “каноническое” значение периода 11.09 г., полученное выше по минимумам, эпоха же начального минимума пусть отвечает 1610.8 г. согласно Аллену (1977).

Мы знаем, что реальная длительность цикла, по минимумам или максимумам, находилась со времен Галилея в пределах от 7.3 г. до 17.1 г., что следует из таблиц Аллена. Поэтому для модельных вычислений длительность каждого нового цикла варьировалась случайными числами, “равномерно” распределенными в пределах до  $\pm 0.5$  по фазе  $\varphi$  периода, итог показан на рис. 3. Видим, что фазы “теоретического” Солнца распределены случайно (если смотреть на весь 400-летний интервал), и нет никакого намека на строгую периодичность  $\approx 11$  лет, заложенную в начале вычислений и характерную для реального Солнца. Это радикально отличает диаграмму рис. 3 от таковой на рис. 2. Отсюда однозначный вывод, что циклическая деятельность Солнца “направляется” неизвестным механизмом, поддерживающим начальную фазу “колебания” Солнца на протяжении столетий, что и утверждал Дикке (1978).

Влияние планет на Солнце, активно обсуждавшееся на протяжении последних 50 лет, отвергнуто из-за малости соответствующих гравитационных возмущений. Такова же судьба гипотезы о роли сложного квазипериодического движения Солнца относительно барицентра Солнечной системы (хотя резонансные явления и квазисовпадения некоторых планетных периодов или их гармоник с длительностью цикла или его гармониками могут иметь под собой реальные основания; здесь это не обсуждается). И в то же время мы уверены, что должен существовать некий механизм, обеспечивающий постоянство начальной фазы цикла, ее “запоминание”, на протяжении по крайней мере нескольких веков.

#### 4 О голографическом подходе

Мы рассмотрели возможность *космологического* механизма, пусть даже весьма гипотетической природы; точнее, *космического подхода* к проблеме. Для этого обратились к голографическому представлению Вселенной, где она рисуется в виде черной дыры в критических условиях, изображаемой соответствующими уравнениями и с включением только безразмерных величин и фундаментальных констант физики и космологии (Саншез и др., 2009). Но перед этим уместно вспомнить нерешенную загадку прошлого века – проблему “Больших чисел”, главное содержание которой в том факте, что отношение радиуса  $R_H$  наблюдаемой Вселенной к атомной шкале  $a_0$  имеет тот же порядок величины, что и отношение сил электрической и гравитационной природы в атоме водорода (см., например, Эддингтон, 1929; обозначения общеприняты). Тот же смысл, по порядку величины, имеет выражение

$$R_H \sim \frac{\hbar^2}{Gm^3}, \quad (1)$$

где  $m$  – субатомная масса.

Как подчеркнули Карр и Рис (1979), соотношение (1) “не может быть объяснено на основе известной физики”. (Именно это обстоятельство привело когда-то Дирака (1937) к мысли, что  $G$  изменяется со временем:  $G \sim t^{-1}$ .) И они обобщили идею так: “Многие соотношения между различными шкалами, которые на первый взгляд кажутся удивительными, на деле – прямые следствия простых физических аргументов. Но определенные аспекты нашей Вселенной, – а некоторые из них являются предпосылками эволюции любых форм жизни, – очень тонко зависят от кажущихся случайными ‘совпадений’ среди физических констант”. И далее: “Более метафизическое объяснение Дикке... в том, что условия благоприятны для существования наблюдателей только тогда, когда  $t \simeq \alpha_G^{-1} \hbar/m_e c^2$ , так что это ‘совпадение’ не удивительно. Такой аргумент... апеллирует к ‘антропному’ принципу...” (Здесь  $\alpha_G$  – так называемая “постоянная гравитационной тонкой структуры”, см. п. 6.) К сходному заключению под напором новых наблюдательных фактов пришли в начале нового века и космологи (цит. Тернер, 2009): “... мы существуем лишь благодаря тончайшим связям между самым малым и самым большим”.

Акцентируя внимание на симметрии выражений для электрического и гравитационного взаимодействий, Саншез и др. (2009) вывели недавно следующую теоретическую формулу для радиуса Вселенной  $R$ , в см:

$$R \equiv \frac{2\hbar^2}{Gm_H^2 m_e} = 1.30625(14) \times 10^{28}, \quad (2)$$

где  $m_H$  – масса атома водорода. В пределах ошибки  $R$  согласуется с наблюдаемым “радиусом Хаббла”  $R_H = c/H_0 = 1.28(5) \times 10^{28}$  см, или 13.69(13) млрд свет. лет; здесь  $H_0 = 72(3)$  км с<sup>-1</sup> Мпс<sup>-1</sup> – постоянная Хаббла в настоящую эпоху (Накамура и др., 2011). Введя приведенные комптоновские длины волн электрона и водородного атома ( $\lambda_e \equiv \hbar/m_e c$  и  $\lambda_H \equiv \hbar/m_H c$  соответственно), выражение (2) можно записать в виде простого голографического *тождества*:

$$2\pi \frac{R}{\lambda_e} \equiv 4\pi \left( \frac{\lambda_H}{l_{Pl}} \right)^2, \quad (3)$$

где  $l_{Pl} \equiv (\hbar G/c^3)^{1/2} = 1.61625(8) \times 10^{-33}$  см – длина волны Планка.

Еще в 1987 г. один из нас (Саншез, 1995) выдвинул идею, что голография может играть ключевую роль в фундаментальной физике и космологии, поскольку именно голография, имеющая дело с числами, – наиболее эффективный метод сбора, хранения и обработки информации. Термин “голографический принцип” затем был скопирован несколькими теоретиками. Сасскинд (2006), в частности, представил идею “голофизики” в весьма ограниченном виде: “... область пространства может быть полностью представлена числом степеней свободы на ее границе, с не более чем одной степенью свободы на площадь Планка, – площадь, равную квадрату длины Планка. С фактором

$1/4$ , это представляет собой энтропию Бекенштейна-Хокинга”. Кратко это можно выразить и так: теория некоторой области пространства-времени эквивалентна теории на ее границе (Таубс, 1999).

Мы называем “голографическим” равенство с участием нескольких геометрических величин, являющихся элементами “голофизики”, когда они представляют собой основные физические – пространственные или временные – масштабы. Это – очевидный случай формулы (3), связывающей периметр окружности с соответствующей площадью сферы. Она имеет наиболее общую форму, включая четыре фундаментальные физические длины. Более специфические формы включают только три длины; в частности, “монорадиальная” форма, где большая длина – наиболее общая (Саншез и др., 2009), или “монокроматическая” форма, где общая, или идентичная, длина – в знаменателе, – см. правую часть (6), или в числителе – см. левую часть (6). Наивысший смысл этих “интегральных выражений” в том, что, в противоположность дифференциальным уравнениям, они обходятся без всяких “свободных” параметров. Напомним, что еще 100 лет тому назад Пуанкаре (см. Саншез и др., 2009) подчеркивал, что наблюдаемая Вселенная у нас одна, поэтому космология не может основываться на дифференциальных уравнениях. Из-за этого современная теория струн терпит поражение при определении *одной уникальной* Вселенной, падая в пропасть абсурдной концепции “Мультивселенной” – туда, где наука бессильна (с рождением множества вселенных с различными  $\Lambda$  в мифическом суперпространстве “мультиверс” или в так называемом “вечно инфлатирующем мультиверсе”, см. обзор Бурдюжи, 2009).

Саншез и др. (2009) показали недавно, что, если  $2D$ -терм  $(R/l_{Pl})^2$  действительно выявляется эффективно во многих голографических соотношениях, характеризующих Вселенную, то на деле, однако, идея имеет более общую применимость, с включением термина  $3D$  и термов более высоких порядков. Был сделан также вывод, что центральную роль в голографических выражениях должен играть терм  $1D$ , что иллюстрирует, например, (3): голографическая граница определяется не только планковской длиной.

## 5 Солнце, звезды, атомы...

Наблюдаемая Вселенная описывается радиусом Хаббла, для которого примем – как наиболее точное – теоретическое значение (2). Теперь заметим, что для Солнца и атома водорода имеет место интригующее соотношение, которое пока не объясняется современной астрофизикой: средние плотности Солнца и атома водорода совпадают с точностью до коэффициента  $\approx 2$ . Это следует из выражения:

$$\frac{M_{\odot}}{m_H} \approx \left( \frac{R_{\odot}}{a_0} \right)^3, \quad (4)$$

которое имеет четкий голографический смысл, а именно: безразмерная связь масс и размеров звезды и атома. Здесь уместна цит. Эддингтона (см. Чечельницкий, 2008, с. 131): “Мы начали изучать внутреннее строение звезд и вдруг обнаружили, что изучаем внутреннее строение атома”. К этому добавим, что недавно Саншез и др. (2012), исходя из элементарных соображений и приравняв гравитационную и тепловую энергии звезды (тепловая определяется соотношением неопределенностей Гейзенберга), получили простую формулу для массы  $M_S$  звезды солнечного типа, в граммах:

$$M_S = \frac{m_{Pl}^3}{m_H^2} \approx 3.68 \times 10^{33}. \quad (5)$$

Она близка к массе Солнца  $M_{\odot} \approx 1.99 \times 10^{33}$  г и по порядку величины совпадает с “предельной массой” Чандрасекара ( $1.44M_{\odot}$  для белого карлика и  $2-3 M_{\odot}$  в случае вырожденного нейтронного газа). Здесь  $m_{Pl} \equiv (\hbar c/G)^{1/2} = 2.17644(11) \times 10^{-5}$  г – масса Планка.

Это показывает, что к звезде, в том числе к Солнцу, надо относиться не только как к обычному, традиционному объекту астрофизики, обладающему огромной массой и термоядерным “котлом”, но и как к *квантовому* объекту, подчиняющемуся квантовой логике. И с торжеством таких откровений квантовой механики на стыке XX и XXI вв., как сцепление и перепутанность частиц, а

также *нелокальность*, вытекающая из знаменитых неравенств Белла (1964) и опытов Аспе и др. (1982), Бувместера и др. (1997) и угрожающая “взорвать” специальную теорию относительности (см., напр., Кадомцев, 2003; Алберт и Галчен, 2009). Для звезды типа Солнца это следует также из того тривиального обстоятельства, что число частиц внутри звезды – протонов, нейтронов, электронов и фотонов – так велико ( $\sim 10^{61}$ ), что они “перекрываются”, и потому частицы фактически должны быть неразличимыми для внешнего наблюдателя, – со всеми вытекающими следствиями копенгагенской интерпретации квантовой механики. А именно: объект не обладает определенными свойствами до измерения (наблюдения), он находится в суперпозиции всех возможных квантовых состояний. Конкретные же свойства у него – “звезды-2”, “Солнца-2” – появляются только в процессе *измерения, наблюдения* наблюдателем, планетой или другой звездой (подробнее см. Котов, 2010). Такой, квантовый, подход обещает помочь нам в будущем понять природу солнечного 11-летнего цикла как когерентного *космического* явления. Потому что квантово-механическая нелокальность говорит о принципиальной возможности взаимодействия (или передачи информации) между объектами, *лишенными непосредственного контакта между ними и без посредников*.

## 6 Космическое происхождение цикла?

На основании приведенных аргументов можно утверждать, что при обсуждении *циклической* переменности Солнца центральное место должно принадлежать его главным физическим параметрам, а также параметрам атома водорода и Вселенной, т. е.  $a_0$ ,  $R \approx R_H$  и др. Для них, в частности, имеет место простое голографическое выражение:

$$\frac{R}{L_W} \approx \left( \frac{R}{a_0} \right)^{1/4} \approx 4\pi \frac{\lambda}{a_0}, \quad (6)$$

где  $L_W \approx cP_W''$  – “длина волны Вольфа” с периодом  $P_W'' \approx 11$  лет и  $\lambda \equiv hc/kT = 0.5280(2)$  см – эффективная длина волны микроволнового фонового излучения с температурой  $T = 2.725(1)$  К (Накамура и др., 2011). Подставляя значения  $a_0$ ,  $\lambda$  и  $R$ , для периода Вольфа получаем:  $P'' \approx (a_0 R^3)^{1/4}/c = 11.014(3)$  г., что с точностью  $\pm 0.25\%$  согласуется с длительностью солнечного цикла  $P_W = 11.07(4)$  г., см. п. 2; для *наблюдаемого* радиуса Хаббла  $R_H$  период 10.8(3) г. В среднем для расчетного периода Вольфа принимаем 11.0(4) г. (при сопоставлении двух каких-либо величин их согласие выражается в относительном отклонении от среднего).

Левую часть (6) можно написать в другом, более явном, голографическом виде:

$$\left( \frac{R}{L_W} \right)^3 \approx \frac{L_W}{a_0}, \quad (7)$$

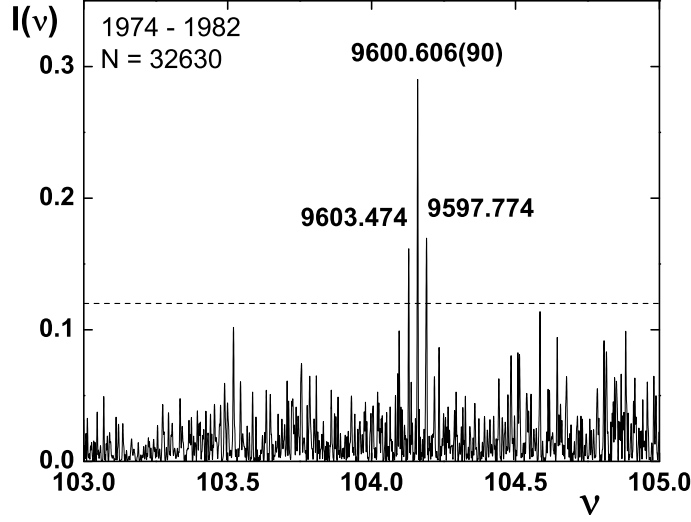
где  $L_W \equiv cP_W$  – “радиус Вольфа”. Выражение (7) легко интерпретируется: объем наблюдаемой Вселенной, выраженный в объемах “сферы Вольфа”  $4\pi L_W^3/3$ , с точностью  $\pm 1\%$  равен “радиусу Вольфа”, выраженному в радиусах Бора, т. е. в размерах атома водорода, наиболее обильного элемента Вселенной. Или другими словами: указанный относительный объем примерно равен длине окружности Вольфа  $2\pi L_W$ , выраженной в длинах окружности водородного атома. Очевидно, что подгонкой чисел такую связь получить практически невозможно, сама же связь отражает всеисилие голографии, или информации, управляющей Вселенной. Принимая во внимание 4 %-точность *наблюдаемого* радиуса Хаббла  $R_H$  (см. п. 4), следует говорить о поразительном *равенстве* входящих в (7) безразмерных констант. Или на языке квантовой механики: о равенстве соответствующих степеней свободы, или квантовых состояний.

Можно указать и на другую конструкцию с участием только фундаментальных констант физики и параметров Вселенной, дающую временную шкалу, с точностью  $\pm 1.2\%$  совпадающую с длительностью “солнечного” цикла, в годах:

$$(T_U T_{Gw}^2)^{1/3} \approx 10.82. \quad (8)$$

Здесь временная шкала  $T_U \equiv T_{Gw}/\alpha\alpha_w = 4.3201(3) \times 10^{17}$  с, или 13.690(1) млрд лет, совпадает в пределах ошибки с так называемым “возрастом” Вселенной 13.69(13) млрд лет, определенным с точностью 1 % и принимаемым сейчас в стандартной космологической модели (Накамура и др., 2011),





**Рис. 4.** Спектр мощности глобальных колебаний фотосферы Солнца в 1974–1982 гг. по измерениям в Крыму ( $N = 32630$  – число измерений дифференциальной “центр – край” лучевой скорости с 5-минутным усреднением; Котов и Ханейчук, 2011). По горизонтали – частота  $\nu$  в мкГц, по вертикали – мощность  $I(\nu)$  в произвольных единицах, пунктирной прямой показан уровень  $3\sigma$  (то же на рис. 5). Главный пик отвечает периоду 9600.606(90) с

а также с величиной  $R_H/c$  (с точностью около 1 %; о временной шкале  $T_{Gw}$  см. ниже). Безразмерная константа  $\alpha \approx 1/137$  – постоянная тонкой структуры электромагнитного взаимодействия, а величина

$$\alpha_w \equiv G_F \frac{cm_e^2}{\hbar^3} \equiv \left( \frac{m_e}{m_F} \right)^2 = 3.04562(2) \times 10^{-12} \quad - \quad (9)$$

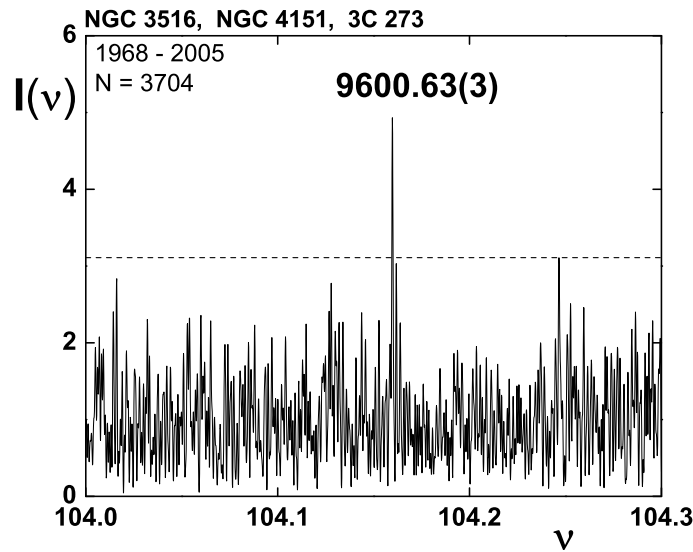
так называемая “постоянная слабой тонкой структуры”, где  $G_F = 1.43584(1) \times 10^{-39}$  эрг см<sup>3</sup> – константа Ферми (или “константа слабого взаимодействия”) и  $m_F \equiv (\hbar^3/cG_F)^{1/2} = 5.21976(4) \times 10^{-22}$  г – “масса Ферми”, составляющая  $\approx 573009 m_e$ . В выражении (8)

$$T_{Gw} \equiv \frac{\tau_e}{(\alpha_G \alpha_w)^{1/2}} = 9601.5(5), \quad (10)$$

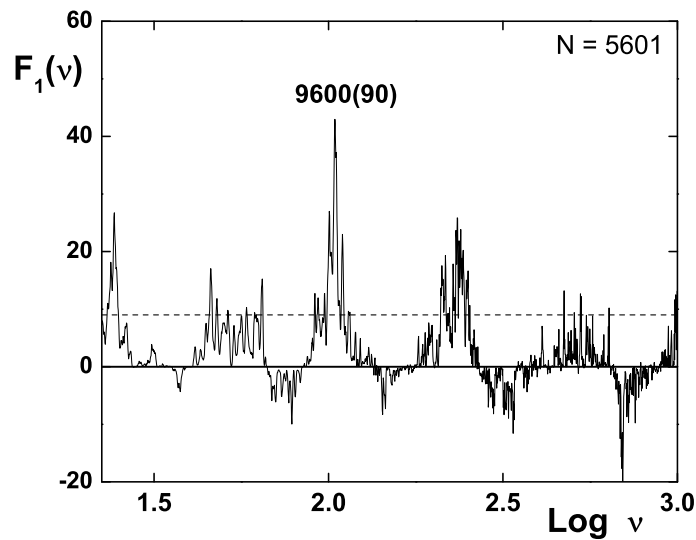
в секундах – временная шкала так называемого гравито-слабого взаимодействия, где  $\tau_e \equiv \lambda_e/c$  – электронная шкала времени и

$$\alpha_G \equiv \frac{Gm_p m_H}{\hbar c} = 5.9093(6) \times 10^{-39} \quad - \quad (11)$$

безразмерная “постоянная гравитационной тонкой структуры”. Вместо традиционного, вполне абстрактного, “гравитационного” взаимодействия двух протонов мы рассматриваем *фактическое*, чисто гравитационное взаимодействие протона и электрически нейтрального атома водорода (у Карра и Риса (1979) в выражении для  $\alpha_G$  вместо  $m_H$  взята масса протона  $m_p$ ). Особо подчеркнем, что обе временные шкалы,  $T_U$  и  $T_{Gw}$ , получены нами (Саншез и др., 2011) не путем переборки, часто практиковавшейся многими в XX в., безразмерных “больших чисел” и их малообоснованных комбинаций, а из условий элементарной симметрии выражений, характеризующих три фундаментальных взаимодействия: электрическое, гравитационное и слабое (магнетизм рассматривается как



**Рис. 5.** Средний спектр мощности вариаций блеска квазара 3C 273 и ядер сейфертовских галактик NGC 3516 и NGC 4151 (наблюдения 1968–2005 гг., суммарное число измерений блеска  $N = 3704$ ; см. Котов, 2011). Главный пик отвечает периоду 9600.63(3) с



**Рис. 6.** Резонанс-спектр  $F_1(\nu)$ , вычисленный для 5601 двойных звезд Галактики с периодами  $< 5$  сут (периоды двойных сначала умножены на  $\pi/2$ , потом на  $1/2\pi$ , результаты усреднены). По горизонтали – логарифм частоты  $\nu$  (в мкГц), пунктирная линия показывает уровень значимости  $3\sigma$ , главный пик отвечает периоду 9600(90) с (см. также Котов, 2008)

релятивистский эффект электричества). Шкала  $T_{Gw}$  с удивительной точностью  $\pm 0.01\%$  совпадает с *наблюдаемым* периодом *когерентного космического колебания*  $P_0 = 9600.606(12)$  с, природа которого не установлена (см. рис. 4–6, а также Котов и Лютый, 2007; Котов, 2008; Котов и Ханейчук, 2011, и приведенные там ссылки).

Как дополнительный аргумент в пользу космологической природы колебания с периодом  $P_0 \approx T_{Gw}$  приведем исключительно важное соотношение между  $G_F$  и плотностью энергии микроволнового излучения  $u \equiv (\pi^2/15)(kT)^4(\hbar c)^{-3}$  (Накамура и др., 2011), а именно:

$$(8uG_F)^{1/2} \approx \frac{h}{T_{Gw}}. \quad (12)$$

Это соотношение, выполняющееся с точностью  $\pm 0.16\%$ , говорит об инвариантности микроволнового излучения и справедливости модели стационарной Вселенной Бонди и Голда (1948) и Хойла (1948). Серьезным доводом в пользу *космической* сути обоих “циклов”,  $P_W$  и  $P_0$  (с соответствующими длинами волн  $L_W$  и  $L_0 \equiv cP_0 \approx cT_{Gw}$ ), является выражение

$$\frac{R}{L_W} \approx \frac{\pi}{3} \frac{L_0^2}{Ra_0}, \quad (13)$$

точное в пределах  $\pm 0.3\%$ . Наконец, для длины волны  $L_0$  “когерентного колебания” укажем следующее голографическое выражение, выполняющееся с точностью  $\pm 0.4\%$ :

$$\pi \left( \frac{R}{L_0} \right)^2 \approx 2\pi \frac{L_0}{r_e}, \quad (14)$$

где  $r_e \equiv \alpha\lambda_e$  – классический радиус электрона, и другое выражение, с точностью  $\pm 1.6\%$ :

$$\frac{4\pi}{3} \left( \frac{r_e}{l_{Pl}} \right)^3 \approx 4\pi \left( \frac{L_0}{R} \right)^2 \left( \frac{R}{\lambda_1} \right)^3, \quad (15)$$

где  $\lambda_1 \equiv \lambda/2\pi$  – приведенная длина волны микроволнового излучения (при замене  $R$  на  $R_H$  точность последнего выражения составляет  $\pm 0.2\%$ ). Недавно Ф. Саншез получил удивительные соотношения для *сверхбольших* безразмерных чисел, справедливые в пределах  $\pm 3.3\%$  и говорящие однозначно в пользу космического происхождения 11-летнего цикла:

$$\left( \frac{R}{a_0} \right)^3 \approx \left( 4\pi \frac{\lambda}{a_0} \right)^{12} \approx \left( \frac{R}{L_W} \right)^{12}. \quad (16)$$

Особый интерес вызывают также следующие простые соотношения:

$$\frac{4\pi}{3} \left( \frac{R}{L_0} \right)^3 \approx 4\pi \left( \frac{r_e}{l_{Pl}} \right)^2, \quad (17)$$

$$\pi \left( \frac{R}{L_0} \right)^2 \approx 2\pi \frac{L_0}{r_e}. \quad (18)$$

Они имеют простой голографический смысл: связь безразмерных величин размерностей 3D–2D и 2D–1D, где “голография” (17), в частности, представляет собой знаменитую энтропию Бекенштейна–Хокинга для черной дыры радиуса  $R$ . (Равенства выполняются с точностью  $\pm 1.3\%$  и  $\pm 0.5\%$  соответственно.) Вывод всех голографических формул, приведенных выше, вместе с их космологическим обсуждением приведены Саншезом и др. (2009, 2011).

Заметим, что впервые на возможность связи цикла с глобальной пульсацией Солнца  $P_0$  указал Каллебо (1977), обративший внимание на следующее соотношение, по порядку величины и с участием периода осевого вращения Солнца  $T_R$ :

$$\frac{T_R}{P_0} \approx \frac{P_W}{T_R}. \quad (19)$$

Оно имеет приближенный “голографический” вид, но, будучи ценным для истории науки, весьма грубое: при сидерическом периоде экваториального вращения  $T_R \approx 25.1$  сут правая и левая части

(19) составляют  $\approx 226$  и  $\approx 161$  соответственно. Для физического обоснования оно требует привлечения туманных механизмов, опирающихся на скорость конвекции и течений вещества солнечной атмосферы, включая гипотетический “пульсационный насос”, действующий на интенсивность генерации магнитного поля, а также принятия нескольких произвольных параметров.

## 7 Заключение: корни цикла – экзогенной природы?

Современная теория генерации и эволюции магнитного поля Солнца, основанная на механизме динамо, а также качественная модель (цикла) Бэбкока-Лейтона не в состоянии объяснить активность Солнца со строгим периодом 11 лет и “запоминанием” начальной фазы на протяжении столетий. Можно предположить, что цикл – реликтовое явление, отпечаток того, что происходило и происходит во Вселенной согласно голографическим соотношениям между фундаментальными константами физики и космологии. Цикл, наверное, генерируется внутри Солнца и при существенном участии магнитного поля, но почему-то происходит кодировка, запоминание и “воспроизведение” информации о состоянии Солнца, причем на уровне фундаментальных констант. Цикл как бы “запрограммирован”... Такой механизм, наверное, существует в природе, хотя нам пока непонятны силы, его реализующие. Пока трудно говорить конкретно о физическом механизме, обеспечивающем “космический” 11-летний цикл Солнца и вышеприведенные “голографии”.

Согласно Саншезу и др. (2011), цикл  $P_W$ , а также *когерентное космическое колебание*  $P_0$  обусловлены биениями фундаментальных сверхбыстрых осцилляций “вещество-антивещество”, испытываемых нашим Миром. Гипотеза опирается на представления стандартной квантовой теории: частота осцилляций  $\nu = E/h$ , где  $E$  – полная энергия наблюдаемой Вселенной. Частоты же биений – свойство вещества (Природы), которые предстоит раскрывать...

Действительно, в области соответствующих “масштабов” – меньше  $l_{Pl} = 1.61625(8) \times 10^{-33}$  см, меньше  $m_{Pl} = 2.17644(11) \times 10^{-5}$  г и меньше времени Планка  $t_{Pl} \equiv l_{Pl}/c = 5.3912(3) \times 10^{-44}$  с – не действуют, по-видимому, известные нам законы квантовой механики. Это сродни ситуации со “всемирным” законом тяготения, который отказывается служить вблизи границ наблюдаемой Вселенной – на расстояниях, сравнимых с размерами скоплений галактик: появляется сила антигравитации, заставляющая Мироздание расширяться с ускорением. Это сродни и закону сложения скоростей, который нарушается при скоростях, сравнимых с  $c$ , а также законам классической механики, не действующим в мире элементарных частиц, где проявляет себя, в частности, загадочная “асимптотическая свобода” (см., например, Вильчек, 2005; Политцер, 2005).

Дело в том, что сейчас легко заблудиться как в моделях Вселенной, так и в современных многочисленных моделях слабого и сильного взаимодействий, и в новомодной квантовой хромодинамике (КХД), описывающих микромир. Ибо здесь наблюдаем ситуацию, похожую на грандиозный “микрокосмический хаос”. Цит. Вильчек (2005): “... открылся новый мир явлений. Этот мир состоял из множества новых неожиданных частиц, преобразующихся друг в друга удивительно большим количеством способов”. Возьмем, например, кварки: они как будто имеют массу, и в то же время они не существуют как отдельные частицы (Политцер, 2005). Да и слишком много странных разновидностей частиц для одной, единой Природы: несколько видов нейтрино – электронное, мюонное и тау плюс соответствующие антинейтрино, и далее – тяжелый очарованный кварк, второй тяжелый кварк, верхний, нижний, красивый и странный кварки плюс сопутствующие антикварки. Да еще и с тем поразительно новым, парадоксальным динамическим принципом – “асимптотической свободой”: сила взаимодействия увеличивается с расстоянием между кварками... И еще одно “завораживающее” открытие: масса нейтрино определена по их осцилляциям, и они “осциллируют”, изменяя свой тип, по пути через Вселенную. Некоторые считают даже, что нейтрино составляют существенную часть темной энергии Космоса. Предпринимаются героические усилия и по поиску распада протона (нестабильность протона предсказывается в КХД).

Но высокая точность *голофизических* связей указывает на модель Вселенной в виде “суперкомпьютера” (Саншез и др., 2011). Цикл же Солнца – с устойчивой начальной фазой – подчиняется, по-видимому, принципам квантовой механики (отбор из суперпозиции возможных состояний) и голографии, одновременно являясь продуктом “тонкой настройки” Вселенной. (Заметим, что недавно

Пенроуз и Хамерофф (2011) пришли к выводу о существовании связи между биомолекулярными процессами мозга и тонкой структурой Вселенной, и что само сознание играет в ней значительную роль.) Некоторые признаки цикла обнаруживаются и у других звезд, см. ниже; примечательны и вариации блеска блазара OJ 287 с периодом примерно 12 лет. Однако сам 11-летний цикл с его “солнечными” свойствами характерен, по-видимому, только для Солнца, находящегося в центре *нашей сферы Вольфа*. Этому есть основание: Солнце и Солнечная система, по-видимому, – уникальные объекты Вселенной, на что указывает анализ внесолнечных планет. Можно думать, наверное, и о торжестве *антропного принципа*, успешно реализованного Природой на Земле (см. Карр и Рис, 1979; Котов, 2009).

Наш анализ эпох экстремумов чисел Вольфа подтверждает гипотезу Дикке (1978) о том, что 11-летняя периодичность регулируется “часовым механизмом”. Фаза цикла Вольфа сохранялась в среднем в течение четырех веков со времен Галилея. Отдельные нарушения эпох наступления экстремумов наблюдались, но они вскоре компенсировались ходом неких “часов” Солнца, имеющих, по-видимому, экзогенное происхождение, а именно – космическое или даже *космологическое*.

Наблюдаемая длительность цикла 11.07(4) г. согласуется – при относительной точности  $\pm 0.25\%$  – с длительностью, вытекающей из голографических выражений, определяемых фундаментальными физическими и космологическими параметрами: радиусом Бора  $a_0$ , радиусом наблюдаемой Вселенной  $R \approx R_H$  и “температурой неба” – параметром микроволнового излучения  $T \approx 2.725$  К (конкретнее – длиной волны излучения  $\lambda \approx 0.528$  см).

Механизм цикличности связан, по-видимому, с нелокальностью нашего Мира, доказанной теоремой Белла (1964) и экспериментами типа опытов Аспе и др. (1982), Буvmестера и др. (1997) для мира элементарных частиц. А эта удивительная нелокальность угрожает взорвать основы науки ушедшего столетия (см. Кадомцев, 2003; Алберт и Галчен, 2009).

Мы предполагаем, что период Вольфа может проявляться и у других звезд солнечного типа. (Действительно, уже обнаружено немалое число звезд с периодами хромосферной активности от 7 до 15 лет.) Что же касается того обстоятельства, что “магнитный” период Солнца составляет не 11 лет, а 22 г., можно объяснить двояко. Во-первых: цикл удваивается у Солнца из-за действия магнитного динамо, приводящего к миграции магнитных областей фотосферы к полюсам и к экватору со сменой знака глобального поля каждые 11 лет (цикл Хейла, трактуемый моделью Бэбкока-Лейтона). Во-вторых: если в (6) радиусы  $R$  и  $a_0$  заменить соответствующими “диаметрами”, а  $\lambda$  удвоить, то для полного “магнитного” цикла, с переполюсовками, получим удвоенный период  $\approx 22.03$  г.

Об истинной природе “солнечного” цикла 11 лет, причем с чередованием магнитной полярности (с циклом Хейла 22 г.) надо снова и серьезно задуматься. Ибо он имеет, по-видимому, истинно *космологические* корни. Необходимы новые смелые шаги, чтобы понять природу солнечного цикла и устройство Космоса. Ни одна теория цикла и ни одна космология не должны исключаться из обсуждения на том основании, что иные теории удовлетворяют большему числу наблюдений (см., например, обзоры Люминэ, 2005; Бурдюжи, 2009). Ответ на дилемму “прав-неправ” дан, например, Нарликаром (1985), который отметил, что любая космологическая теория не может быть проверена вполне корректно потому, что процессы и объекты Вселенной не могут быть воспроизведены или подвергнуты опытной проверке. А потому теория так же непроверяема, как и не фальсифицируема. Необходимо быть, следовательно, толерантными к космологиям, классифицируемым нередко как “экзотические”.

Авторы выражают глубокую признательность Ж.-К. Пекеру и Б. Лемпелю за интерес к космологической стороне исследования, В.В. Низовцеву за стимулирующие дискуссии о циклической деятельности Солнца и В.В. Бурдюже (рецензенту) за полезные замечания к статье.

## Литература

- Алберт Д., Галчен Р. // В мире науки. 2009. № 5. С. 18.  
 Аллен К.У. // Астрофизические величины. М.: Мир. 1977.  
 Амнуэль П. // Наука и жизнь. 2010. № 7. С. 2.  
 Аспе и др. (Aspect A., Dalibard J., Roger G.) // Phys. Rev. Lett. 1982. V. 49. P. 1804.

- Белл (Bell J.S.) // *Physics*. 1964. V. 1. P. 195.
- Богачев С. // Интернет. 2010.
- Бонди, Голд (Bondi H., Gold T.) // *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 1948. V. 108. P. 252.
- Бувместер и др. (Bouwmeester D., Pan J.-W., Mattle K., Eibl M., Weinfurter H., Zeilinger A.) // *Nature*. 1997. V. 390. P. 575.
- Бурдюжа В.В. // *Астрон. журн.* 2009. Т. 86. С. 419.
- Вильчек Ф.А. // *Успехи физ. наук.* 2005. Т. 175. С. 1325.
- Витинский Ю.И., Копецкий М., Куклин Г.В. // *Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца*. М.: Наука. 1986.
- Дикке (Dicke R.H.) // *Nature*. 1978. V. 276. P. 676.
- Дирак (Dirac P.A.M.) // *Nature*. 1937. V. 139. P. 323.
- Ишков В.Н. // *Одесский астрономический календарь: 2009*. Вып. 10. Одесса. Астропринт. 2008. С. 172.
- Кадомцев Б.Б. // *Успехи физ. наук.* 2003. Т. 173. С. 1221.
- Каллебо (Callebaut D.K.) // *Solar Phys.* 1977. V. 51. P. 271.
- Карр, Рис (Carr V.J., Rees M.J.) // *Nature*. 1979. V. 278. P. 605.
- Котов В.А. // *Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв.* 2008. Т. 104. № 1. С. 169.
- Котов В.А. // *Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв.* 2009. Т. 105. № 1. С. 173.
- Котов В.А. // *Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв.* 2010. Т. 106. № 1. С. 202.
- Котов В.А. // *Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв.* 2011. Т. 107. № 1. С. 105.
- Котов В.А., Гудзенко Л.И., Чертопруд В.Е. // *Астрон. цирк.* 1965. № 331. С. 1.
- Котов В.А., Лютыи В.М. // *Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв.* 2007. Т. 103. № 1. С. 98.
- Котов В.А., Ханейчук В.И. // *Изв. Крым. Астрофиз. Обсерв.* 2011. Т. 107. № 1. С. 99.
- Лемпель (Lempel V.) // <http://www.lempel.net>. 2011.
- Люминэ (Luminet J.-P.) // *La Recherche*. 2005. № 390. P. 30.
- Накамура и др. (Nakamura K. and 175 colleagues; Particle Data Group) // *J. Phys. G*. 2011. V. 37. P. 075021; <http://pdg.lbl.gov>.
- Нарликар Дж. // *Неистовая Вселенная*. М.: Мир. 1985.
- Обридко В.Н. // *Плазменная гелиофизика*. Т. 1. М.: Физматлит. 2008. С. 41.
- Паркер (Parker E.N.) // *Phys. Today*. 2000. V. 53. № 6. P. 26.
- Пенроуз, Хамерофф (Penrose R., Hameroff S.) // *J. Cosmology*. 2011. V. 14 (in press).
- Пишкало Н.И. // *Кинем. и физ. небесн. тел.* 2008. Т. 24. № 5. С. 370.
- Политцер Х.Д. // *Успехи физ. наук.* 2005. Т. 175. С. 1319.
- Рубашев Б.М. // *Проблемы солнечной активности*. М.-Л.: Наука. 1964.
- Саншез (Sanchez F.M.) // *Holic principle. First relations between physical data*. Entelechies. Cambridge: ANPA 16. 1995.
- Саншез и др. (Sanchez F.M., Kotov V.A., Bizouard C.) // *Galilean Electrodynamics*. 2009. V. 20. № 3. P. 43.
- Саншез и др. (Sanchez F.M., Kotov V.A., Bizouard C.) // *J. Cosmology*. 2011. V. 17. P. 7225.
- Саншез и др. (Sanchez F.M., Kotov V.A., Bizouard C.) // *Galilean Electrodynamics*. 2012 (in preparation).
- Сасскинд (Susskind L.) // *The cosmic landscape: string theory and the illusion of intelligent design*. Back Bay Books. 2006. P. 385.
- Таубс (Taubs G.) // *Science*. 1999. V. 285. P. 512.
- Тернер М. // *В мире науки*. 2009. № 11. С. 16.
- Хойл (Hoyle F.) // *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 1948. V. 108. P. 372.
- Чайковский Ю. // *Наука и жизнь*. 2009. № 3. С. 40.
- Чечельницкий А.М. // *Cosmologia nova*. М.: Терра-Книжный клуб. 2008.
- Эддингтон (Eddington A.S.) // *The nature of the physical world*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 1929.