АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 2022, том 99, № 8, с. 684–693

О НЕКОРРЕКТНОСТИ ПРАВИЛА ГНЕВЫШЕВА–ОЛЯ В ОБЪЕДИНЕНИИ ЧЕТНО-НЕЧЕТНЫХ ЦИКЛОВ 11-ЛЕТНЕЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРЫ И ВЫСОТЕ МАКСИМУМА XXV И XXVI ЦИКЛОВ

© 2022 г. Х. И. Абдусаматов[1,*]

[1] *Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия*

**E-mail: abduss@gaoran.ru*

Поступила в редакцию 16.11.2021 г.
После доработки 12.04.2022 г.
Принята к публикации 16.05.2022 г.

Гневышев и Оль, используя ряд с достаточно малой статистикой событий, предложили объединять 11-летние циклы солнечной активности (СА) в отдельные физические пары четный-нечетный, где относительная интенсивность нечетного цикла выше, чем предшествующего четного цикла. Однако данное правило может выполняться только на фазе роста продолжительного и более мощного квазидвухвекового цикла (КДВЦ), когда интенсивность каждого последующего 11-летнего цикла больше интенсивности предыдущего, и нарушаться на фазе спада КДВЦ, когда, наоборот, мощность каждого последующего цикла становится меньше предыдущего. Значительно мощный и более чем на порядок длительный квазидвухвековой цикл определяет и управляет физическими параметрами и последовательными вариациями амплитуды интенсивности коротких и слабых квази-11-летних циклов СА в зависимости от фазы его вариаций. В период фазы спада КДВЦ продолжительность 11-летних циклов солнечной активности последовательно увеличивается, а высота уровня их максимума и относительная интегральная мощность последовательно уменьшаются. Противоположные соотношения наблюдаются в фазе его роста. Впервые утверждается, что правило Гневышева–Оля выполняется как следствие последовательного роста интегральной мощности коротких 11-летних циклов только в течение периода фазы роста квазидвухвекового цикла и нарушается последовательным уменьшением их мощности в течение периода фазы его спада. В XXV и XXVI циклах, развивающихся в период фазы спада КДВЦ, сохранится тенденция последовательного уменьшения высоты максимума солнечной активности до 110 ± 25 и 60 ± 35 (до 65 ± 15 и 35 ± 20 в версии 1.0 системы подсчета) единиц относительного числа пятен соответственно.

Ключевые слова: некорректность правила Гневышева–Оля, энергетическая мощность цикла, зависимость 11-летних циклов от квазидвухвекового цикла, падение уровня максимума в 25–26 циклах

DOI: 10.31857/S0004629922090018

1. ВВЕДЕНИЕ

Гневышев и Оль [1] на основании результатов обнаруженной ими статистической связи между относительными интегральными интенсивностями четно-нечетных пар коротких 11-летних циклов солнечной активности, полученной из корреляционного анализа ряда с достаточно малой статистикой событий, вывели эмпирическое правило. Согласно этому правилу, выведенному по непрезентативному, статистически незначимому ряду четно-нечетных пар циклов СА, 22-летний цикл по неизвестным физическим причинам начинается четным циклом с относительно низкой величиной интегральной интенсивности, после которого следует нечетный больший цикл, величина полной интенсивности которого определяется предыдущим более слабым четным циклом, что предполагает наличие тесной физической связи между ними. Тем не менее они по результатам количественного исследования соотношения амплитуд относительной интенсивности последовательных циклов объединили 11-летние циклы в отдельные физические пары четный-нечетный, как единое целое по принципу их нумерации. В результате данное правило фиксирует обусловленность роста суммарной, полной интегральной относительной энергетики нечетного 11-летнего цикла относительно аналогичной характеристики предыдущего четного цикла. При этом, к сожалению, вариации интенсивности 11-летних циклов авторами рассматриваются как совершенно независимые от квазидвухвекового цикла (КДВЦ) и фазы его колебаний [2] самостоятель-

ные явления, что, на наш взгляд, не соответствует природе всей глобальной циклической вариации СА, зарождающихся в глубоких недрах Солнца.

Ни Гневышевым и Олем при выведении данного правила, ни авторами последующих его исследований [3–9] совершенно не обсуждались и не учитывались существование и определяющее влияние известного более мощного КДВЦ на физические закономерности генерации, развития и вариации соотношения интенсивностей последовательных 11-летних циклов в зависимости от фазы его (КДВЦ) колебаний [2, 10–12]. При изучении правила Гневышева–Оля особенно важно учитывать влияние квазидвухвекового цикла в период фазы его спада, поскольку ранее Тримбл и др. [13] в 2007 г., ссылаясь на нашу работу 2005 г. [2], специально отметили, что "некоторые пессимистические долгосрочные перспективы даже предполагают еще один минимум Маундера около 2040 ± 10 года". Наговицын и др. [3] утверждают, что "можно говорить фактически о законе Гневышева–Оля долговременной динамики магнитного поля Солнца – законе, который выполняется как при нормальных, так и при экстремальных уровнях солнечной активности". Однако Золотова и Понявин [4] отмечают, что объединение 11-летних циклов в пары по принципу их нумерации с предпочтительностью четно-нечетных пар по сравнению с нечетно-четными парами пока достоверно не установлено. Бадалян и Обридко [8] обнаружили, что экваториальная скорость вращения короны увеличивается в эпохи минимума между четным и нечетным циклами и достигает минимальных значений между нечетным и четным циклами. Кроме того, градиент дифференциального вращения по абсолютной величине увеличивается в четных циклах. Согласно [8] оба эти фактора могут увеличивать амплитуду нечетного цикла по сравнению с амплитудой предыдущего четного цикла, что возможно объясняет эффект Гневышева–Оля. В то же время Комитов и Бонев [6] на примере нарушений правила Гневышева–Оля в парах 4–5 и 22–23 циклов отмечают, что основным фактором, нарушающим данное правило, может являться очень высокий максимум уровня активности четного 11-летнего цикла, превышающий 125 единиц относительного числа пятен, за которыми с большой вероятностью могут последовать более слабые циклы с нечетным номером. Однако, самое главное, физическая связь между четными и нечетными циклами и физическая природа данного эмпирического правила Гневышева–Оля в объединении коротких 11-летних циклов в отдельные физические пары четный-нечетный по чередованию амплитуды вариаций уровня их активности в течение более 70 лет не выяснены и поэтому нуждаются в дальнейших тщательных исследованиях.

2. КВАЗИДВУХВЕКОВОЙ ЦИКЛ ОПРЕДЕЛЯЕТ ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ ВАРИАЦИИ АМПЛИТУДЫ ИНТЕНСИВНОСТИ 11-ЛЕТНИХ ЦИКЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ ЕГО КОЛЕБАНИЙ

Квазидвухвековые (200 ± 70 лет) циклические вариации солнечной активности за прошлое тысячелетие проявлялись пять раз в виде известных минимумов Оорта (1040–1080), Вольфа (1280–1340), Шперера (1450–1550), Маундера (1645–1715) и Дальтона (1790–1820), что убедительно доказывает реальность рассматриваемого периода. Более того, Борисенков [14] установил, что в каждом из как минимум 18 глубоких минимумов СА типа маундеровского с квазидвухвековым циклом, определенных в течение последних 7500 лет, наблюдался период глубокого похолодания, а в периодах высокого максимума – потепления, тождественных соответствующим глубоким изменениям солнечной постоянной (СП) [15, 16]. При этом известно, что 11-летние и квазидвухвековые циклические вариации СА и СП, являясь следствием одних и тех же процессов, происходящих в глубоких недрах Солнца, являются сопутствующими явлениями и имеют взаимосвязанный и скоординированный идентичный ход как по фазе, так и по амплитуде [2, 10–12].

В глобальных вариациях пространственных и физических характеристик Солнца квазидвухвековой цикл является самым интенсивным солнечным циклом. Короткие и слабые 11-летние циклы активности практически по всем параметрам связаны с более мощным квазидвухвековым, который определяет их физические параметры, продолжительность и последовательность изменения амплитуд их интегральной интенсивности в зависимости от фазы его вариаций (рис. 1–3, табл. 1) [2, 10–12]. Количественно установлено, что в период фазы спада КДВЦ продолжительность P 11-летних циклов СА, как правило, всегда больше, что является следствием его (КДВЦ) воздействия (проявления) (рис. 1, табл. 1). Кроме того, в период фазы роста и максимума квазидвухвекового цикла продолжительность 11-летних циклов всегда меньше, чем в фазах спада, когда она составляет $P = 11.2 \pm 0.4$ лет [11]. Этой же зависимостью, определяемой квазидвухвековым циклом, можно объяснить и тенденцию уменьшения средней продолжительности восьми 11-летних циклов (с 15-го по 22-й) до $P = 10.4$ года, развивавшихся в эпоху фазы роста и максимума КДВЦ, относительно средней длины $P = 10.95$ лет всех 15 (с 10-го по 24-й) уверенно определенных циклов (табл. 1). Известен качественный эффект (правило) Вальдмайера: высокие циклы обладают крутыми и короткими ветвями роста [17], т.е. антикоррелированность длины цикла с его ампли-

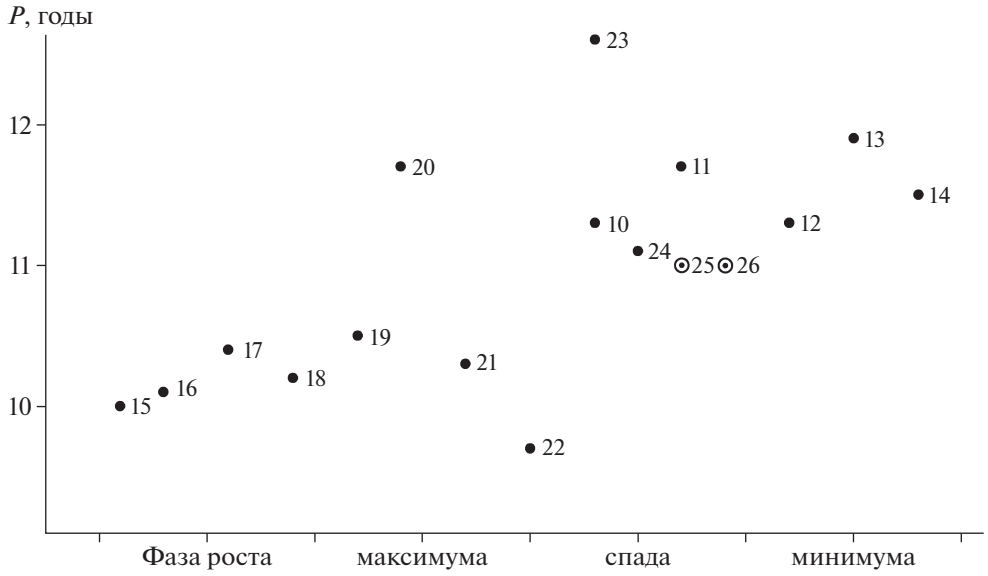

Рис. 1. Зависимость продолжительности *P* всех достоверно надежных с 10-го по 24-й 11-летних циклов от фазы вариаций квазидвухвекового цикла, где ⊙ – прогнозируемые продолжительности последующих 25-го и 26-го циклов. По оси ординат – продолжительность 11-летнего цикла *P*, а по оси абсцисс – фаза колебаний квазидвухвекового цикла.

тудой также качественно указывает, что 11-летние циклы в фазах роста и максимума КДВЦ имеют меньшую продолжительность. Наличие такого количественного соотношения зависимости длины цикла от фазы колебаний квазидвухвекового цикла (рис. 1) позволяет успешно прогнозировать продолжительность грядущих 11-летних циклов. Наблюдаемое последовательное увеличение амплитуды колебаний уровня максимума активности 11-летних циклов при одновременном уменьшении их продолжительности в период фазы роста КДВЦ и обратная картина – в период фазы его спада – указывают на определяющую роль квазидвухвекового цикла в заданных последовательных взаимосвязанных вариациях амплитуды уровня активности и продолжительности 11-летних циклов, т.е. эти вариации являются следствием воздействия КДВЦ (рис. 1–3, табл. 1).

Следует отметить, что используемый индекс солнечной активности по относительным числам пятен (рис. 2) в целом не вполне адекватно описывает физическое состояние циклических вариаций солнечной деятельности. При этом традиционно используемая максимальная величина относительного числа пятен или высота максимума уровня активности цикла, как определяющая относительную количественную характеристику активности всего 11-летнего цикла, не является надежным параметром для точной характеристики мощности и других основных физических параметров цикла и его геоэффективных проявлений, поскольку не учитывает продолжительность цикла. Очевидно, что 11-летние циклы с одинаковым максимумом уровня активности, но разными скоростями нарастания и спада и, следовательно, продолжительности существенно отличаются по своим общим физическим характеристикам и суммарным геоэффективным проявлениям в различных геофизических процессах, т.е. по относительной энергетической мощности. При этом условно общепринято, что если в максимуме 11-летнего цикла относительное число пятен $W^1 \leq 80$ (в версии 1.0 системы их подсчета [18]), то в данном цикле Солнце холодное (интенсивность излучаемой им энергии ниже среднего уровня), а если $W^1 > 80$, то Солнце горячее (отраженное горизонтальной пунктирной линией на рис. 2), предложенное на основе сопоставления данных вариаций уровня максимума активности циклов и соответствующих процессов, происходящих на Земле за длительные периоды времени.

Поэтому назрела необходимость введения нового понятия индекса средневзвешенного уровня активности всего 11-летнего цикла, не отягощенного продолжительностью цикла. При этом среднюю физическую характеристику индекса уровня активности всего 11-летнего цикла, средневзвешенного за весь цикл $\bar{W}$, следует определять как

$$\bar{W}_{(\text{цикл})} = \sum W\Delta t / \sum \Delta t, \qquad (1)$$

где W – относительное число солнечных пятен, Δt – интервал времени между наблюдениями за весь период квази-11-летнего цикла. Только та-

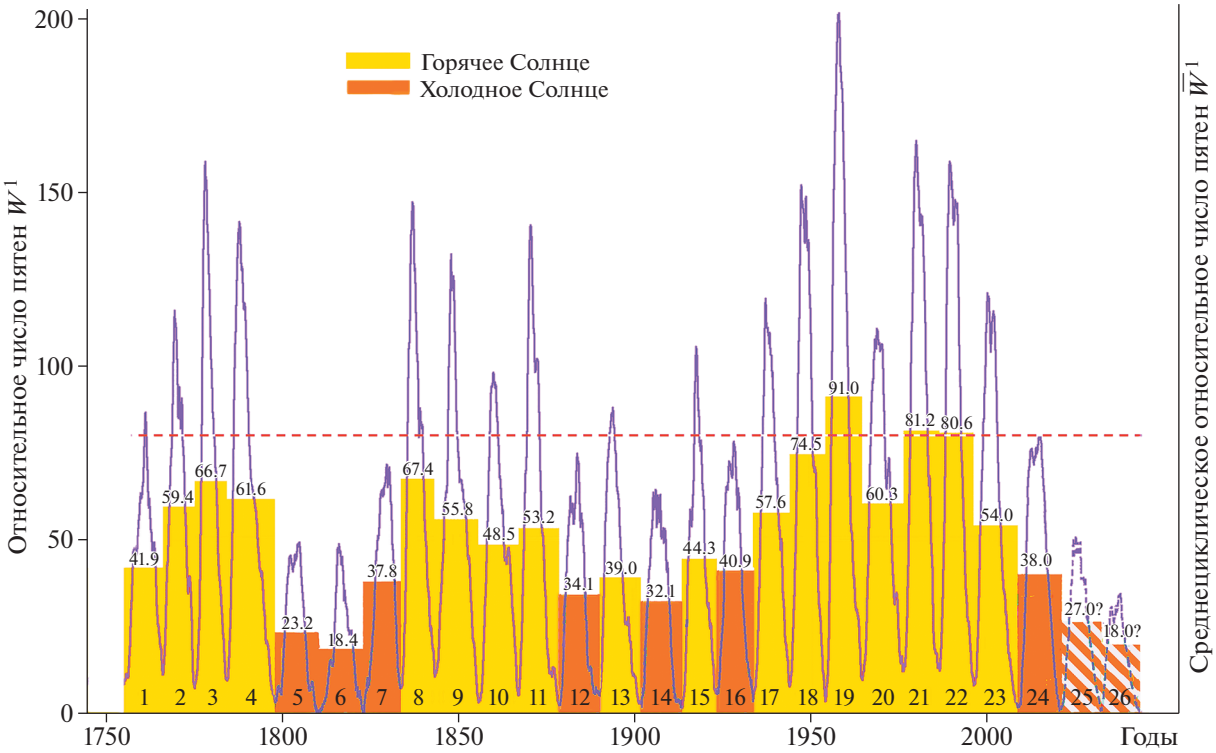

Рис. 2. Колебание высоты уровня активности и индекса относительного числа пятен W^1 (в версии 1.0 системы их подсчета) всех с 1-го по 24-й циклов и его среднециклических значений $\overline{W}^1$, а также прогноз вариации этих параметров в последующих 25–26-м циклах.

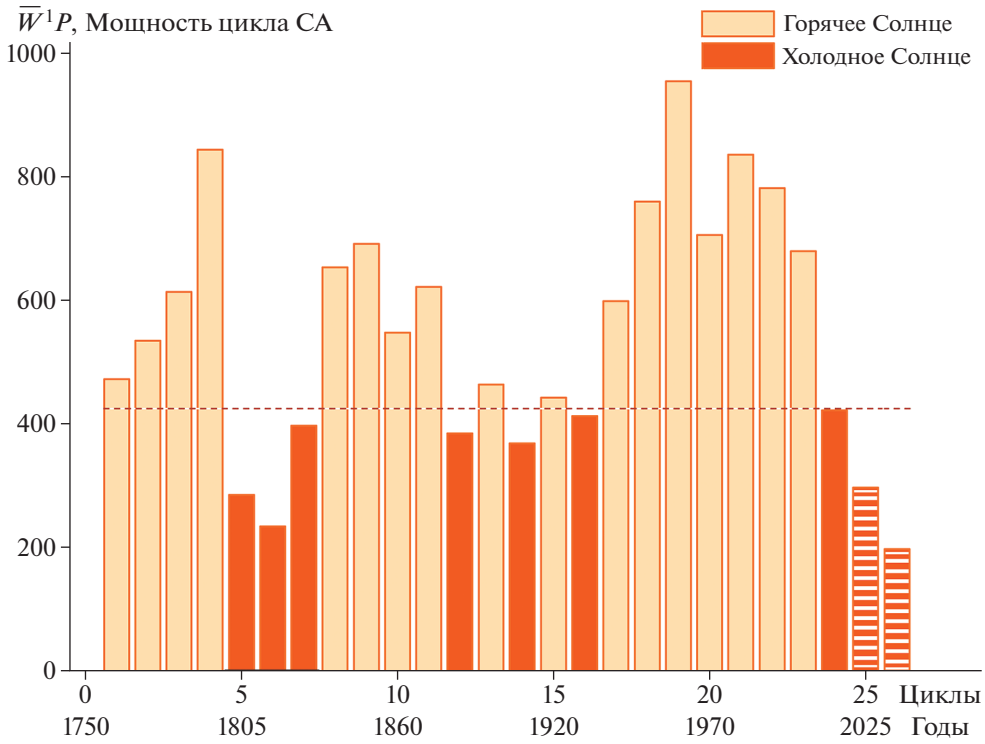

Рис. 3. Колебание величины относительной интегральной энергетической мощности $\overline{W}^1P$ всех наблюденных циклов с 1-го по 24-й и прогноз ее вариации в последующих 25–26-х циклах.

Таблица 1. Известные и определенные нами новые основные параметры всех наблюденных циклов солнечной активности с 1-го по 24-й и прогнозируемые параметры последующих циклов 25–26 и их зависимость от фазы колебаний квазидвухвекового цикла (относительные числа пятен W^1 даны в версии 1.0 системы их подсчета [18])

Номер цикла	Год начала цикла	Продолжительность цикла P, годы	Продолжительность ветви роста, годы	Высота и дата максимума $W^1_{\max}$, год/месяц	Средневзвешенный индекс цикла, $\bar{W}^1$	Относительная мощность цикла, $\bar{W}^1$	Фаза колебаний квазидвухвекового цикла			
							рост	максимум	спад	минимум
1	1755/март	11.3	6.3	86.5 1761/июнь	41.9	473	0.4			
2	1766/июнь	9.0	3.2	115.8 1769/сентябрь	59.4	535	0.8			
3	1775/июнь	9.2	2.9	158.5 1778/май	66.7	614		0.4		
4	1784/сентябрь	13.7	3.4	141.1 1788/февраль	61.6	844		0.8		
5	1798/май	12.3	6.8	49.2 1805/февраль	23.2	285				0.3
6	1810/август	12.7	5.7	48.7 1816/апрель	18.4	234				0.8
7	1823/май	10.5	6.5	71.5 1829/ноябрь	37.8	397	0.5			
8	1833/ноябрь	9.7	3.3	146.9 1837/март	67.4	654		0.3		
9	1843/июль	12.4	4.6	131.9 1848/февраль	55.8	692		0.7		
10	1855/декабрь	11.3	4.2	97.3 1860/февраль	48.5	548			0.3	
11	1867/март	11.7	3.4	140.3 1870/август	53.2	622			0.7	
12	1878/декабрь	11.3	5.0	74.6 1883/декабрь	34.1	385				0.2
13	1890/март	11.9	3.9	87.9 1894/январь	39.0	464				0.5
14	1902/февраль	11.5	4.0	64.2 1906/февраль	32.1	369				0.8
15	1913/август	10.0	4.0	105.4 1917/август	44.3	443	0.1			
16	1923/август	10.1	4.7	78.1 1928/апрель	40.9	413	0.3			
17	1933/сентябрь	10.4	3.6	119.2 1937/апрель	57.6	599	0.6			
18	1944/февраль	10.2	3.3	151.8 1947/май	74.5	760	0.9			
19	1954/апрель	10.5	3.9	201.3 1958/март	91.0	955		0.2		
20	1964/октябрь	11.7	4.1	110.6 1968/ноябрь	60.3	706		0.4		

Таблица 1. Окончание

Номер цикла	Год начала цикла	Продолжительность цикла P, годы	Продолжительность ветви роста, годы	Высота и дата максимума $W^1_{\max}$, год/месяц	Средневзвешенный индекс цикла, $\bar{W}^1$	Относительная мощность цикла, $\bar{W}^1$	Фаза колебаний квазидвухвекового цикла			
							рост	максимум	спад	минимум
21	1976/июнь	10.3	3.5	164.5 1979/декабрь	81.2	836		0.7		
22	1986/сентябрь	9.7	2.9	158.5 1989/июль	80.6	782		1.0		
23	1996/май	12.6	3.9	120.8 2000/март	54.0	680			0.3	
24	2008/декабрь	11.1	5.3	81.9 2014/апрель	38.0	422			0.5	
25	*2020/январь*	*11.0 ± 0.6 ?*	*4.4 ± 0.6 ?*	*65 ± 15 ? 2024/июнь ?*	*27.0 ?*	*297 ?*			*0.7 ?*	
26	*2031/январь ?*	*11.0 ± 0.6 ?*	*4.0 ± 0.6 ?*	*35 ± 20 ? 2035/январь ?*	*18.0 ?*	*198 ?*			*0.9 ?*	
Средняя:										
по циклам 10–24		10.95	4.0	117.1	55.3	598.9	10.2	10.6	11.7	11.6
по циклам 1–24		11.0	4.25	112.8	52.6	571.3	10.2	10.9	11.7	11.9
Продолжительность ветви роста по достоверным циклам 10–24							3.9	3.6	4.2	4.3
Продолжительность ветви спада по достоверным циклам 10–24							6.3	7.0	7.5	7.3
Разность продолжительности ветви спада и роста по достоверным циклам 10–24							2.4	3.4	3.3	3.0

кой, не зависящий от продолжительности цикла, средневзвешенный за весь цикл уровень индекса солнечной активности, может позволить объективно и количественно точно определять надежное соотношение среднего уровня индекса активности всех циклов. Такая ситуация, в частности, наблюдалась с 23-м циклом, продолжительность которого на ~25% стала длиннее, чем в предыдущих 21-м и 22-м циклах. Примечательно, что уровень среднециклического индекса активности 23-го цикла стал заметно ниже среднего уровня цикла с аналогичной высотой максимума активности, но меньшей продолжительностью. В частности, высота максимума уровня активности в циклах 16 ($W^1_{\max} = 78$), 17 ($W^1_{\max} = 119$) и 20 ($W^1_{\max} = 111$) была соответственно меньше аналогичной высоты 24-го ($W^1_{\max} = 82$), 23-го ($W^1_{\max} = 121$) и 17-го ($W^1_{\max} = 119$) циклов. Однако средний уровень индекса активности этих циклов 16 ($\bar{W}^1 = 41$), 17 ($\bar{W}^1 = 58$) и 20 ($\bar{W}^1 = 60$) стала больше, чем соответствующие средние уровни циклов 24 ($\bar{W}^1 = = 38$), 23 ($\bar{W}^1 = 54$) и 17 ($\bar{W}^1 = 58$) (рис. 2, табл. 1). Это дополнительно подтверждает необходимость введения и определения среднециклического уровня активности $\bar{W}$ всех 11-летних циклов для надежного установления соотношения средних параметров всех циклов и для определения относительной интегральной мощности каждого цикла и оценки их влияния на физические процессы, происходящие в системе Солнце–Земля.

В XX веке в фазе роста нынешнего квазидвухвекового цикла 11-летние циклы имели естественную более короткую продолжительность, существенно ниже средней по всем 24 циклам, а

высота их максимального уровня активности и среднециклическая энергетическая мощность в целом последовательно увеличивались (рис. 2–3 и табл. 1). Кроме того, фаза максимума нынешнего КДВЦ с необычайно высоким уровнем активности и светимости продолжалась аномально длительно (см. рис. 3). В результате благодаря термической инерции Мирового океана с большим опозданием Земля нагревалась весьма незначительно с последующими долговременными значительными влияниями длинной цепочки вторичных причинно-следственных эффектов обратной связи, посредством:

• существенного уменьшения площади снежно-ледяных покровов, изменения физических свойств земной поверхности и атмосферы и, как следствие, значительного уменьшения потерянной Землей доли поступившей солнечной энергии;

• естественного увеличения концентрации основного парникового газа – водяного пара и других парниковых газов в атмосфере при потеплении в соответствии с соотношением Клапейрона–Клаузиуса и законом Генри, значительно усиливших наступившее потепление благодаря существенному росту влияния парникового эффекта;

• уменьшения атмосферного пропускания теплового излучения земной поверхности в космическое пространство вследствие сужения окна ее прозрачности;

• увеличения площади “темной” поверхности Мирового океана, вызванного повышением уровня воды, вследствие таяния ледников на суше и теплового расширения воды при потеплении.

При потеплении чувствительность климатической системы к равномерному до высот 50 км увеличению концентрации углекислого газа в атмосфере снижается с резким увеличением и максимальной концентрации водяного пара непосредственно в самых нижних приповерхностных слоях тропосферы в соответствии с соотношением Клапейрона–Клаузиуса и законом Генри [19].

3. НЕКОРРЕКТНОСТЬ ПРАВИЛА ГНЕВЫШЕВА–ОЛЯ В ОБЪЕДИНЕНИИ ЧЕТНО-НЕЧЕТНЫХ 11-ЛЕТНИХ ЦИКЛОВ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРЫ

Надежное исследование правила Гневышева–Оля в объединении четно-нечетных 11-летних циклов по определенному чередованию вариации амплитуды их активности в физические пары непременно требует в первую очередь дополнительного создания и изучения более надежных данных о колебаниях величины относительной интегральной энергетической мощности 11-летних циклов, не зависящих от продолжительности цикла, и их вариаций с изменением фазы квазидвухвекового цикла. Корректное определение самой надежной среднециклической относительной энергетической мощности 11-летнего цикла требует его средневзвешенного за весь цикл относительного числа пятен $\bar{W}^1$ умножить на продолжительность цикла P в годах. Определенные нами таким образом относительные интегральные энергетические мощности $\bar{W}^1P$ всех 11-летних циклов, представляющие самые надежные их количественные энергетические параметры, представлены на рис. 3 и табл. 1. На рис. 3 условно принято считать: Солнце холодное, если относительная интегральная энергетическая мощность цикла $\bar{W}^1P \leq 420$ или $\bar{W}^2P \leq 700$, а если $\bar{W}^1P > 420$ или $\bar{W}^2P > 700$ – Солнце горячее, где $\bar{W}^1$ – относительное число пятен по версии 1.0 системы их подсчета, а $\bar{W}^2$ – по версии 2.0 системы их подсчета, увеличивающая масштаб всего временного ряда относительного числа пятен в 1/0.6 раза [18]. Сопоставляя рис. 2 и 3, мы видим четкие и значительные изменения в соотношениях максимума и среднего уровня активности и относительной интегральной энергетической мощности циклов. Эти изменения наиболее заметны для циклов 4, 9, 10, 15, 20, что указывает на необходимость использования определенных нами самых надежных данных, а именно относительной интегральной энергетической мощности циклов для надежных исследований закономерностей развития, соотношения энергетических мощностей всех наблюденных циклов. На основе этих самых надежных данных, приведенных в табл. 1, дополнительно был построен график зависимости колебаний величины относительной интегральной энергетической мощности $\bar{W}^1P$ всех наблюденных с 1-го по 24-й коротких 11-летних циклов от вариаций фазы квазидвухвекового цикла (рис. 4).

На рис. 4 надежно проявляется четкий последовательный рост относительной интегральной энергетической мощности 11-летних циклов от минимума до максимума квазидвухвекового цикла и их последовательный спад от его максимума до минимума. Исследование последовательных вариаций продолжительности, средневзвешенного уровня индекса активности и амплитуды относительной интегральной энергетической мощности всех 11-летних циклов в зависимости от фазы квазидвухвекового цикла позволяет заключить, что

1. существует количественная зависимость продолжительности P 11-летних циклов СА от фазы колебаний квазидвухвекового цикла: в пе-

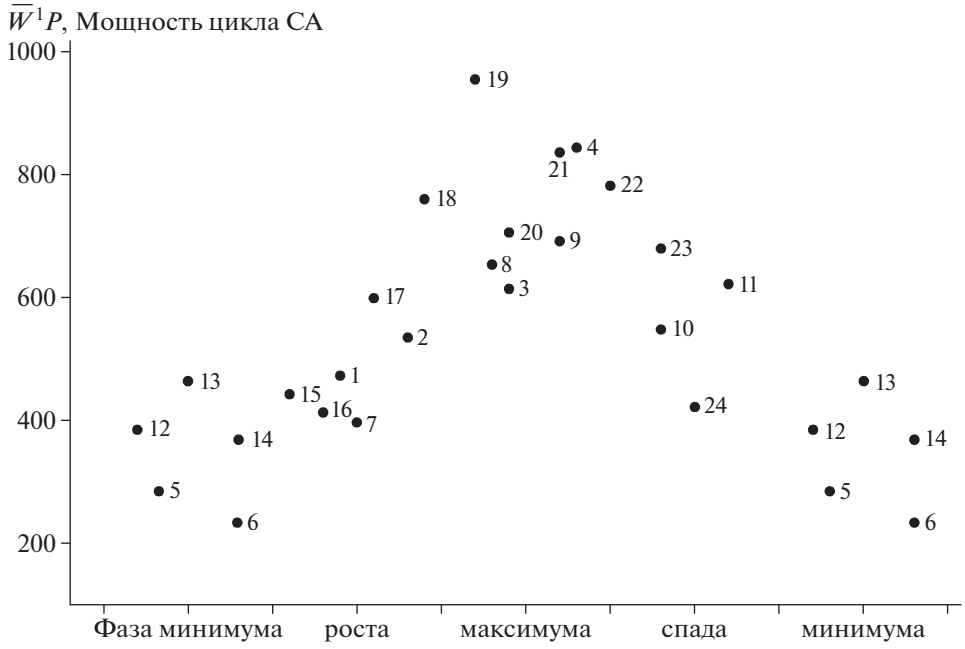

Рис. 4. Зависимость колебаний величины относительной интегральной энергетической мощности 11-летних циклов $\overline{W}^1P$ от фазы вариаций квазидвухвекового цикла. Цифры указывают номера всех циклов с 1-го по 24-й.

риод фазы его роста продолжительность 11-летних циклов меньше при возрастающей последовательно амплитуде максимума их уровня активности, а в период фазы спада – противоположные изменения, что является следствием непосредственного проявления КДВЦ глобальной солнечной деятельности;

2. в фазе роста квазидвухвекового цикла высота уровня максимума и средневзвешенный уровень индекса активности, а также относительная интегральная энергетическая мощность каждого последующего 11-летнего цикла больше, чем в предыдущем цикле, а на фазе спада КДВЦ наблюдается противоположная зависимость.

Следовательно, короткие и слабые 11-летние циклы практически по всем параметрам зависят от фазы колебаний более мощного квазидвухвекового цикла и физически связаны с ним. Поэтому значительно мощный и более чем на порядок длительный КДВЦ не может являться модуляцией семейства коротких и слабых 11-летних циклов [20, 21].

Комплекс полученных результатов впервые позволяет утверждать, что эмпирическое правило четно-нечетных пар циклов Гневышева–Оля [1] является естественным следствием генерации и последовательного роста амплитуды колебаний относительной интегральной энергетической мощности 11-летних циклов только в периодах фазы роста КДВЦ, а в периодах фазы его спада будут наблюдаться противоположные данному правилу изменения, которые наблюдались в четно-нечетных парах циклов 4–5 и 22–23 (рис. 2–3, табл. 1) [22]. В переходных периодах эпохи перестройки хода развития интенсивности квазидвухвекового цикла, т.е. в периодах квазистабилизации – малых изменений амплитуды колебаний относительной интегральной энергетической мощности 11-летнего цикла около максимального уровня в фазах его максимума и около минимального уровня в фазах его минимума могут наблюдаться любые варианты соотношения мощностей 11-летнего четно-нечетного цикла. Нарушение правила Гневышева–Оля в период фазы спада КДВЦ в парах циклов 4–5 до минимума Дальтона и 22–23 являлось естественным ожидаемым результатом генерации и последовательного снижения амплитуды колебаний относительной интегральной энергетической мощности этих 11-летних циклов в эти периоды, т.е. результатом непосредственного влияния фазы спада уровня активности квазидвухвекового цикла [2]. Очевидно, что такая обратная правилу Гневышева–Оля картина будет наблюдаться и в последующих парах циклов 24–25 и 26–27 со снижающимися последовательно относительными интегральными энергетическими мощностями, образующимися в фазе спада нынешнего КДВЦ (рис. 2–3). Еще в 2005 г. мы особо подчеркивали, что “правило Гневышева–Оля должно быть нарушено также и в 24–25 циклах в результате непосредственного влияния падения вековой состав-

ляющей уровня активности" [2]. Правило четно-нечетных пар циклов Гневышева–Оля [1] противоречит последовательному уменьшению относительной интегральной энергетической мощности коротких 11-летних циклов в период фазы спада квазидвухвекового цикла и в целом является физически необоснованным и некорректным правилом, выведенным из корреляционного анализа нерепрезентативного ряда соотношения интенсивностей четно-нечетных пар 11-летних циклов. Прогнозы, основанные на правиле четно-нечетных пар 11-летних циклов Гневышева и Оля [1], полностью провалились для цикла 23, предсказавшие его амплитуду, равную 162 единицам относительного числа пятен [23].

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, наблюдается последовательное увеличение амплитуды колебаний уровня максимума и средневзвешенного уровня индекса активности, а также относительной интегральной энергетической мощности коротких 11-летних циклов с уменьшением их продолжительности в период фазы роста квазидвухвекового цикла и противоположные изменения – в период фазы его спада, что указывает на определяющую роль квазидвухвекового цикла в таких последовательных взаимосвязанных вариациях 11-летних циклов в течение всего КДВЦ, т.е. эти вариации являются следствием влияния более мощного цикла квазидвухвековой глобальной солнечной деятельности. Квазидвухвековой цикл в целом управляет и определяет физические параметры и последовательные вариации прежде всего амплитуды относительной интегральной энергетической мощности 11-летних циклов солнечной активности в зависимости от фазы его колебаний. Последовательное снижение относительной интегральной энергетической мощности 11-летних циклов в фазе спада КДВЦ является результатом непосредственного воздействия падения уровня квазидвухвековой составляющей активности [2]. Благодаря главенствующей роли глобального квазидвухвекового цикла в последовательных вариациях относительной интегральной энергетической мощности 11-летних циклов солнечной активности в зависимости от фазы его колебаний [2, 10, 11] полностью отпадает основание и необходимость в объединении четно-нечетных 11-летних циклов в единые физические пары. Таким образом, правило Гневышева–Оля об объединении четно-нечетных 11-летних циклов в отдельные единые физические пары, фиксирующее обусловленность роста полной интегральной относительной энергетики-мощности нечетного 11-летнего цикла относительно аналогичной характеристики предыдущего четного цикла [1], является физически необоснованным и некорректным правилом в период фазы спада квазидвухвекового цикла, выведенным из корреляционного анализа нерепрезентативного, статистически незначимого ряда соотношения амплитуд интенсивностей четно-нечетных пар 11-летних циклов. Фазы колебаний интегральной энергетической мощности квазидвухвековых вариаций являются оптимальными физически обоснованными индикаторами предсказания соответствующих вариаций как продолжительности, так и относительной интегральной энергетической мощности, и максимального и средневзвешенного уровня последовательных вариаций уровня активности грядущих 11-летних циклов [10]. В наступившем 25-м и в следующем 26-м циклах, образующихся в эпоху фазы спада КДВЦ, сохранится тенденция падения относительной интегральной энергетической мощности и высоты максимума уровня активности до 65 ± ± 15 и 35 ± 20 (в версии 1.0 системы подсчета пятен) или в версии 2.0 системы подсчета до 110 ± 25 и 60 ± 35 единиц относительного числа солнечных пятен, соответственно, спрогнозированного нами еще в 2007 г., задолго до начала 24-го цикла [2, 10]. Эти прогнозы обоснованы разработанным нами новым методом оптимального прогнозирования высоты максимума уровня активности следующего и последующих 11-летних циклов [10]. Последующая вариация максимального уровня активности 24-го цикла полностью оправдала наш прогноз и подтвердила наступление фазы спада квазидвухвекового цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *М. Н. Гневышев, А. И. Оль*, Астрон. журн. **25**, 18 (1948).
2. *H. I. Abdussamatov*, Kinemat. Phys. Celest. Bodies. **21**, 328 (2005).
3. *Y. A. Nagovitsyn, E. Y. Nagovitsyna, and V. V. Makarova*, Astron. Lett. **35**, 564 (2009).
4. *N. V. Zolotova and D. I. Ponyavin*, Geomag. Aeron. **55**, 902 (2015).
5. *A. G. Tlatov*, Astrophys. J. Lett. **772**, L30 (2013).
6. *B. Komitov and B. Bonev*, Astrophys. J., **554**, L119 (2001).
7. *V. N. Obridko*, Sol. Phys. **156**, 179 (1995).
8. *O. G. Badalyan and V. N. Obridko*, Monthly Not. Roy. Astron. Soc. **466**, 4535 (2017).
9. *R. P. Kane*, Ann. Geophys. **26**, 3329 (2008).
10. *H. I. Abdussamatov*, Kinemat. Phys. Celest. Bodies. **23**, 97 (2007).
11. *H. I. Abdussamatov*, Kinemat. Phys. Celest. Bodies. **22**, 141 (2006).
12. *H. I. Abdussamatov*, Proceedings IAU Symposium **223**, 541 (2004).
13. *V. Trimble, M. J. Aschwanden, and C. J. Hansen*, Astrophysics in 2006. Space Science Reviews **132**, 1 (2007).

14. *Е. П. Борисенков*, *Колебания климата за последнее тысячелетие* (Л.: Гидрометеоиздат, 408 с., 1988).
15. *A. I. Shapiro, W. Schmutz, E. Rozanov, et al.*, Astron. and Astrophys. **529**, A67 (2011).
16. *T. Egorova, W. Schmutz, E. Rozanov, et al.*, Astron. and Astrophys. **615**, A85 (2018).
17. *M. Waldmeier*, Astronomische Mitteilungen der Eidgenössischen Sternwarte Zürich **14**, 105 (1935).
18. Sunspot Number Version 2.0: new data and conventions. URL: https://wwwbis.sidc.be/silso/newdataset.
19. *H. I. Abdussamatov*, Geomagn. Aeron. **61**, 978 (2021).
20. *М. И. Пудовкин, Е. Е. Беневоленская*, Письма в Астрон. ж. **8**, 506 (1982).
21. *E. H. Levy and D. Boyer*, Astrophys. J. Lett. **254,** L19 (1982).
22. *Х. И. Абдусаматов*, *Труды XXV Всерос. конф. по физике Солнца "Солнечная и солнечно-земная физика – 2021"* (СПб, 77 с., 2021).
23. *K. J. Li, H. S. Yun, and X. M. Gu*, Astron. and Astrophys. **368**, 285 (2001).