

## 22-ГОДИШНИЯТ ЦИКЪЛ И ВЕКОВОТО ИЗМЕНЕНИЕ НА СЛЪНЧЕВАТА АКТИВНОСТ

*А. Бонов*

Въз основа на изучаването на магнитните полета на биполярните групи слънчеви петна в няколко последователни 11-годишни цикли Hale откри закона за смяната на магнитната полярност. Според този закон магнитната полярност на групите слънчеви петна във всяко от двете полукълба (северното и южното) на Слънцето се възстановява след два последователни 11-годишни цикъла, които именно образуват 22-годишния цикъл.

Съществуването на 22-годишен цикъл на слънчевата активност не буди никакво съмнение, защото този цикъл отразява едно основно физическо свойство: смяната на магнитната полярност на биполярните групи слънчеви петна. Поради това на 22-годишния цикъл се обръща голямо внимание от много автори, които изследват активността на Слънцето.

Приемайки цюрихската номерация на 11-годишните цикли на слънчевата активност, образуването на 22-годишните цикли може да стане по два начина:

а. Във всеки 22-годишен цикъл първият 11-годишен цикъл има четен номер, а вторият—нечетен;

б. Във всеки 22-годишен цикъл първият 11-годишен цикъл има нечетен номер, а вторият—четен.

Образувайки по тези два начина 22-годишните цикли, остава неизяснен следният въпрос: с какъв 11-годишен цикъл (четен или нечетен) започва 22-годишният цикъл?

Отговор на този въпрос дават Гневъшев и Оль [1], които установяват, че 22-годишният цикъл започва с 11-годишен цикъл, който има четен номер според цюрихската номерация и обикновено е по-нисък от следващия го нечетен 11-годишен цикъл.

Въз основа на това правило на Гневъшев и Оль Чистяков [2] установи редица зависимости между елементите на 22-годишния цикъл, от които ще споменем следната: сумарната мощност на 11-годишните цикли, които съставляват 22-годишния цикъл, е линейна функция на продължителността на 22-годишния цикъл.

Интересни зависимости между елементите на 22-годишния цикъл, образуван по правилото на Гневышев и Оль, установи и Бонов [3, 4].

Установените зависимости между елементите на 22-годишния цикъл ясно показват, че физическа връзка между двата 11-годишни цикъла, които съставляват 22-годишния цикъл, има само тогава, когато първият от тях има четен номер, а вторият — нечетен. Тази връзка в същото време представлява и един аргумент срещу „взривната“ хипотеза на Waldmeier [5], според която всеки 11-годишен цикъл е напълно независим от другите 11-годишни цикли, даже и от съседните му.

Необходимо е да се подчертае, че в някои епохи правилото на Гневышев и Оль не е в сила. Наблюдаваните нарушения на това правило се дължат на съществуването на цикъл на слънчевата активност с продължителност около 90 години, който се нарича „веков“ цикъл.

В настоящата работа ние установяваме една зависимост между елементите на три последователни 22-годишни цикъла, образувани по правилото на Гневышев и Оль. Тази зависимост, както ще се види, е тясно свързана с развитието на вековия цикъл на слънчевата активност.

Таблица 1

22-годишен цикъл	$M = W_M^{2n} + W_M^{2n+1}$	$M' + M''$
-4, -3	121	
-2, -1	233	290,3
0, 1	169,3	493,5
2, 3	260,5	348,8
4, 5	179,5	377,2
6, 7	116,7	442,5
8, 9	263,0	351,5
10, 11	234,8	411,8
12, 13	148,8	402,2
14, 15	167,4	341,0
16, 17	192,2	509,2
18, 19	341,8	

Въз основа на данните в табл. 1 построяваме графически зависимостта между  $M = W_M^{2n} + W_M^{2n+1}$  и  $M' + M''$  на фиг. 1.

От тази фигура непосредствено се вижда, че на графиката точките се разполагат в два реда *a* и *b*. Такова разделяне в два реда на закономерностите между елементите на отделните 22-годишни цикли установява Чистяков [2].

По реда *a* на фиг. 1 се разполагат 22-годишните цикли: (0, 1), (2, 3), (8, 9), (10, 11), (16, 17), за които зависимостта между  $M = W_M^{2n} + W_M^{2n+1}$  и  $M' + M''$  се изразява с регресията

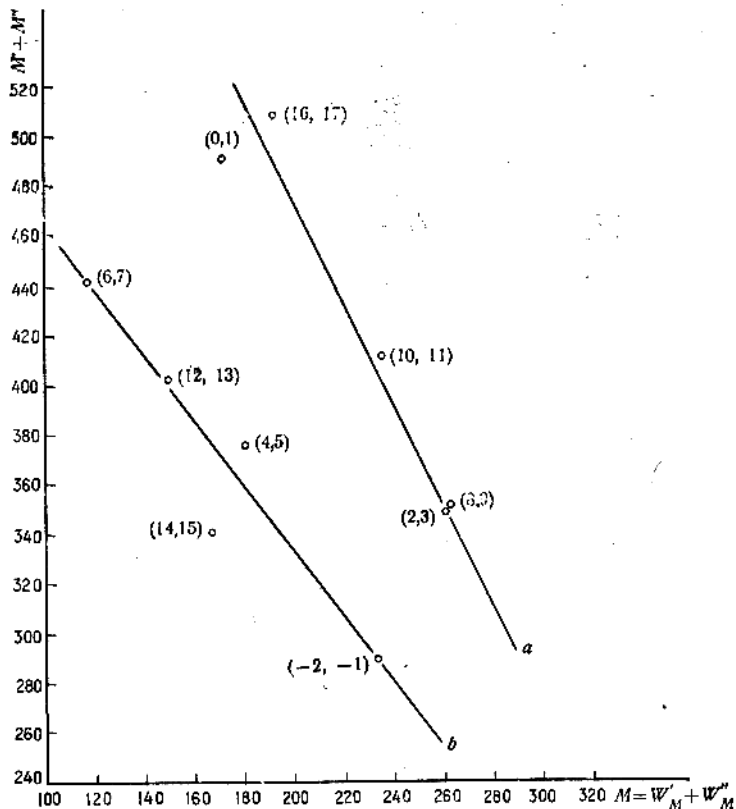
$$(1) \quad M' + M'' = 815,2 - 1,751[W_M^{2n} + W_M^{2n+1}] \pm 14,1.$$

На същата фиг. 1 по реда *b* се разполагат 22-годишните цикли (-2, -1), (4, 5), (6, 7), (12, 13), (14, 15), за които зависимостта между  $M = W_M^{2n} + W_M^{2n+1}$  и  $M' + M''$  се изразява с регресията

$$(2) \quad M' + M'' = 587,5 - 1,282[W_M^{2n} + W_M^{2n+1}] \pm 13,0.$$

От (1) и (2) се вижда, че колкото стойността на  $W_M^{2n} + W_M^{2n+1}$  на един 22-годишен цикъл е по-голяма, толкова сумата  $M' + M''$  за съседните му 22-годишни цикли е по-малка.

За да изясним причината на това разпадане на зависимостта между  $W_M^{2n} + W_M^{2n+1}$  и  $M' + M''$  за 22-годишните цикли, започващи с четен



Фиг. 1

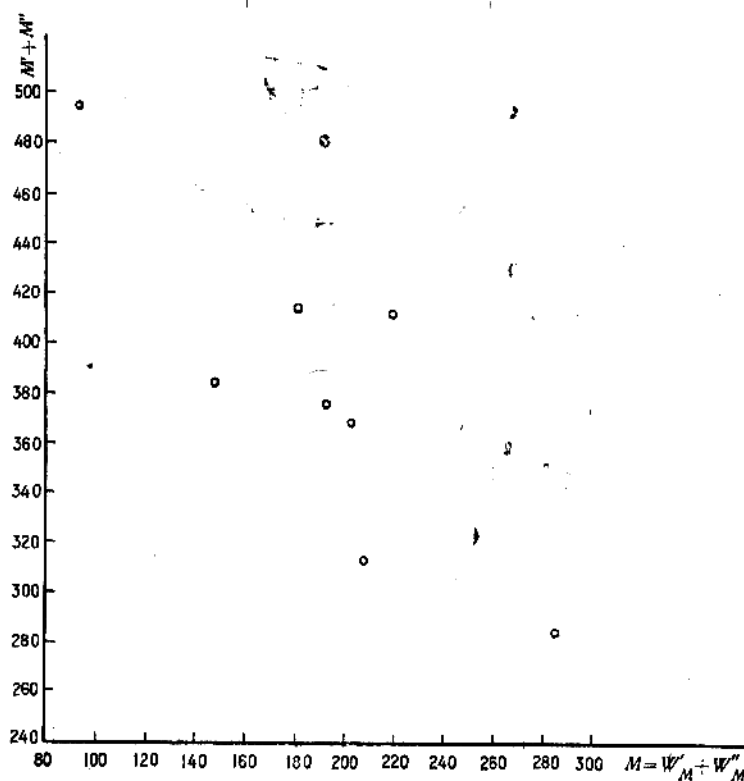
11-годишен цикъл, ние използваме фигурата в нашата работа [7], на която е представено графически вековото изменение на слънчевата активност. От посочената фигура се вижда непосредствено, че 22-годишните цикли, които удовлетворяват регресията (1), са във възходящите клонове и в епохите на максимумите на вековия цикъл. Що се отнася до 22-годишните цикли, които удовлетворяват регресията (2), от посочената фигура се вижда, че тези 22-годишни цикли са в низходящите клонове и в епохите на минимумите на вековия цикъл на слънчевата активност.

Да образуваме сега 22-годишните цикли по такъв начин, че всеки от тях да започва с нечетен 11-годишен цикъл съгласно цюрихската номерация. Използвайки данните от [6], ние съставяме табл. 2;

за относителното число на Wolf в епохата на максимума на текущия 20-и 11-годишен цикъл приемаме стойността  $W_M^{20} = 120$ , която е средноаритметична от стойностите, получени от Олъ [8] и Бонов [9].

Таблица 2

22-годишен цикъл	$W_M^{2n+1} + W_M^{2n}$	$M' + M''$
-3, -2	185	
-1, 0	194,4	377,0
1, 2	192,0	480,8
3, 4	286,4	285,3
5, 6	93,3	495,6
7, 8	209,2	313,8
9, 10	220,5	411,9
11, 12	202,7	369,1
13, 14	148,6	384,3
15, 16	181,7	414,6
17, 18	266,0	491,9
19, 20	310,2	



Фиг. 2

На фиг. 2 въз основа на данните от табл. 2 е построена графически зависимостта между  $W_M^{2n+1} + W_M^{2n}$  и  $M' + M''$  за 22-годишните цикли, за-

почващи с нечетен 11-годишен цикъл. От тази фигура се вижда, че връзката между  $W_M^{2n+1} + W_M^{2n}$  и  $M' + M''$  е толкова слабо изразена, че предизвиква съмнение в нейната реалност. За да установим дали съществува реална връзка между тези величини, ние използваме критерия на Романовский [10]. Съгласно този критерий връзката между разглежданите величини е реална, ако

$$r\sqrt{n-1} \geq 3.$$

За коефициента на корелацията между  $W_M^{2n+1} + W_M^{2n}$  и  $M' + M''$  получаваме стойността  $r = -0,41$ . Замествайки тази стойност на  $r$  в горната формула, при  $n=10$  получаваме  $|r\sqrt{n-1}| \ll 3$ , т. е. връзката не е реална.

От фиг. 1 и от установените емпирични формули се вижда, че сумарната мощност на 22-годишните цикли, започващи с четен 11-годишен цикъл, зависи от фазата на вековия цикъл. Вземайки това пред вид, в бъдеще, когато бъдат натрупани повече наблюдения и въз основа на тях се получат аналогични формули на (1) и (2), ще може да се прави прогноза за развитието на всеки следващ 22-годишен цикъл, след като имаме сумарната мощност на двата 22-годишни цикъла, които го предшествуват. Като имаме пред вид, че формулите (1) и (2) получихме въз основа на малък брой наблюдения, ние сега ще се въздържим да правим прогноза въз основа на тях за мощността на 22-годишния цикъл (20, 21).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гневъшев М. Н. и А. И. Оля, Астр. журнал, 25, 1, 1948.
2. Чистяков В. Ф., Бюлл. ВАГО, № 25, 1959.
3. Бонов А., Бюлл. ВАГО, № 21, 1958.
4. Бонов А., Год. на Соф. у-т, 49, 1964—1965.
5. Waldmeier M., Astr. Mitt. Nr 133, 1935.
6. Waldmeier M., The Sunspot-Activity in the Years 1610—1960, Zürich, 1961.
7. Бонов А., Солнечные данные, № 3, 1964.
8. Оля А. И., Солнечные данные, № 12, 1966.
9. Бонов А., Солнечные данные, № 10, 1967.
10. Романовский В. И., Применения математической статистики в опытном деле, Москва, 1947, стр. 185.

## 22-ЛЕТНИЙ ЦИКЛ И ВЕКОВОЕ ИЗМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

А. Бонов

(Резюме)

В настоящей работе устанавливается зависимость элементов 3-х последовательных 22-летних циклов солнечной активности, образованных по правилу Гневъшева и Оля, т. е. начинающихся с 11-летнего цикла, имеющего четный номер по цюрихской нумерации.

Обозначаем  $M = W_M^{2n} + W_M^{2n+1}$  сумму относительных чисел Wolf'a в эпохах максимумов четных и нечетных 11-летних циклов, составляющих 22-летний цикл.  $M'$  обозначаем сумму относительных чисел Wolf'a в эпохах максимумов 11-летних циклов предшествующего 22-летнего цикла и  $M''$  — следующий 22-летний цикл.

22-летние циклы по строке *a* на рис. 2 удовлетворяют следующей эмпирической формуле:

$$(1) \quad M' + M'' = 815,2 - 1,751[W_M^{2n} + W_M^{2n+1}] \pm 14,1.$$

Эти 22-летние циклы расположены в восходящих отклонениях и в эпохах максимумов векового цикла.

22-летние циклы по строке *b* на рис. 1 удовлетворяют следующей эмпирической формуле:

$$(2) \quad M' + M'' = 587,5 - 1,282[W_M^{2n} + W_M^{2n+1}] \pm 13,0.$$

Эти 22-летние циклы находятся в нисходящих отклонениях и в эпохах минимума векового цикла.

Если 22-летние циклы начинаются с нечетного 11-летнего цикла, как видно из рис. 2, зависимость между  $M = W_M^{2n+1} + W_M^{2n}$  и  $M' + M''$  очень слабо выражена. Прилагая критерий Романовского, устанавливаем, что в этом случае зависимость между этими величинами нереальна.

## LE CYCLE DE 22 ANS ET LE CHANGEMENT SÉCULAIRE DE L'ACTIVITÉ SOLAIRE

*A. Bonov*

(Résumé)

Dans le présent écrit, nous établissons une corrélation entre les éléments de trois cycles consécutifs de 22 ans d'activité solaire, formés d'après la règle de Gnevyshev et Ol, c.-à-d. commençant par un cycle de 11 ans de nombre pair, d'après la numération de Zurich.

Marquant par  $M = W_M^{2n} + W_M^{2n+1}$  la somme des nombres relatifs de Wolf aux époques des maximums des cycles pair et impair de 11 ans, qui constituent le cycle de 22 ans. Nous marquons par  $M'$  la somme des nombres relatifs de Wolf aux époques des maximums du cycle de 11 ans qui précède, et de  $M''$  du cycle qui suit le cycle de 22 ans.

Les cycles de 22 ans par ordre *a* de la fig. 1, satisfont à la formule empirique suivante:

$$(1) \quad M' + M'' = 815,2 - 1,751(W_M^{2n} + W_M^{2n+1}) \pm 14,1.$$

Ces cycles de 22 ans sont disposés dans les branches ascendantes et aux époques des maximums du cycle séculaire.

Les cycles de 22 ans dans l'ordre *b* de la fig. 1, satisfont à la formule empirique suivante:

$$(2) \quad M' + M'' = 587,5 - 1,282(W_M^{2n} + W_M^{2n+1}) \pm 13,0.$$

Ces cycles de 22 ans sont dans les branches descendantes et aux époques des minimums du cycle séculaire.

Si les cycles de 22 ans commencent par un cycle de 11 ans impair, comme il appert de la fig. 2, la relation entre  $M = W_M^{2n+1} + W_M^{2n}$  et  $M' + M''$  est très faiblement exprimée. En appliquant le critère de Romanovskij, nous établissons, que dans ce cas, la relation entre ces grandeurs n'est pas réelle.