СТАРАЯ И НОВАЯ ВЕРСИИ РЯДА ЧИСЕЛ ВОЛЬФА: СОГЛАСОВАННОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ВОССТАНОВЛЕННОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТЕЙ РЯДОВ

Шибяев И.Г.

ИЗМИРАН, Троицк, Россия

AN OLD AND NEW VERSION OF A SERIES OF WOLF NUMBERS: CONSISTENCY OF THE RELIABLE AND INSTRUMENTAL PARTS OF ROWS

Shibaev I.G.

IZMIRAN, Troitsk, Russia

The Zurich row of average monthly numbers of Wolf W ($W = W_{rest} \cup W_{tool}$) consisting of the average monthly values restored by Wolf on sketchy observations W_{rest} (the restored row from 1749 to 1849), and a number of the regular observations W_{tool} from 1849 to our days (a reliable row). The paper examines the statistical parameters of long fragments without detail their "complex" history and the characteristics of the allocated intervals are compared. Highlighting "long" and "short" cycles for W_{tool} allows you to parameterize some characteristics and approximate their empirical dependence. These dependencies are used to assess the parameters of the W_{rest} series and their contradictions have been noted. Options for correcting the length and "power" of the restored series are offered.

DOI: 10.31725/0552-5829-2019-463-466

1. Введение

В работе рассмотрен цюрихский ряд среднемесячных чисел Вольфа W ($W = W_{rest} \cup W_{tool}$), который включает восстановленный ряд W_{rest} (с 1749 г. по 1849 г.) и ряд достоверных чисел Вольфа W_{tool} (регулярные инструментальные наблюдения с 1849 г. по настоящее время). Вопрос о надежности данных ряда W_{rest} и возможности использовать их в исследованиях открыт до сих пор. При объединении отрывочных данных [1] с различными плотностью наблюдений, амплитудным разрешением и масштабированием искажутся, естественно, локальные характеристики регистрируемого процесса и взаимосвязь временных фрагментов разного масштаба. Поэтому разумно исследовать статистические параметры протяженных фрагментов без детализации их «сложной» истории формирования. Одним из подходов, оценивающих согласованность рядов W_{rest} и W_{tool} , – это сопоставление характеристик выделенных интервалов [2]. Например, сравнение статистических оценок базовых параметров циклов (длительности цикла и его ветви роста T_c/T_m , максимум цикла W_m , площадь цикла S_q) для двух групп циклов: группы восстановленных циклов 1÷9 и группы достоверных циклов 10÷23. В таблице приведены среднее, корень из дисперсии и их отно-

шение вычисленные по группам. Параметры циклов в новой версии ряда чисел Вольфа взяты из работы [3]. Верхние показания соответствуют старой версии, нижние – новой. Видно, что характеристики второй группы, выделенные курсивом, лучше, а для T_c , T_m значительно лучше. Для большей корректности сравним группы с одинаковым количеством циклов, тогда группе восстановленных циклов можно сопоставить шесть групп по девять циклов из достоверной части ряда Wtool: 10÷18, 11÷19, 12÷20, 13÷21, 14÷22, 15÷23.

Таблица. Статистические оценки циклов рядов Wrest и Wtool.

	mean I ÷ IX / X ÷ XXIII	$\sigma^{1/2}$ I ÷ IX / X ÷ XXIII	$\sigma^{1/2} / \text{mean}$ I ÷ IX / X ÷ XXIII
T_c	134.33 / 131.14 134.33 / 131.14	18.95 / 10.02 18.88 / 9.48	0.141 / 0.078 0.141 / 0.072
T_m	56.56 / 46.43 56.67 / 47.93	17.51 / 6.39 17.67 / 7.25	0.310 / 0.138 0.312 / 0.151
W_m	105.59 / 119.66 175.98 / 184.92	40.16 / 38.02 66.95 / 47.75	0.380 / 0.318 0.380 / 0.258
S_q	6301.52 / 7329.54 10609.16 / 11341.85	2238.57 / 2115.12 3833.60 / 2532.89	0.355 / 0.288 0.361 / 0.223

Обозначим эти группы достоверных циклов соответственно G1, G2, G3, ..., G6, а группу восстановленных циклов – G0. Пример отношения ($\sigma^{1/2} / \text{mean}$) параметров T_c и S_q для всех групп демонстрирует рис. 1, где показания новой версии отмечены «+». И в этом случае временные параметры достоверных групп, имеющих близкие значения, отличаются от соответствующих оценок для циклов 1÷9.

Рис. 1. Относительные характеристики T_c (a) и S_q (b) для групп циклов; «+» – показания новой версии чисел Вольфа.

Анализу групп и сопоставлению их свойств для рядов Wrest и Wtool, в обеих версиях ряда чисел Вольфа, посвящена данная работа. Также использована классификация циклов по длительности: «длинные» циклы с $T_c > 133$ мес. и «короткие» циклы ($T_c < 133$ мес.).

2. Оценка характеристик групп циклов

Будем опираться на характеристики выделенных групп по девять циклов. Каждой группе сопоставим суммарные длительность циклов ΣT и площадь циклов ΣSq в группе, за оценку «среднего» значения W в группе возьмем $w = \Sigma Sq / \Sigma T$. Для группы восстановленных циклов $G0$ эти параметры равны: $\Sigma T_0 = 1209$ мес., $\Sigma Sq_0 = 56713.65 / 95482.44$ (старая / новая версии), $w_0 \sim 46.91 / 78.98$. Длительность каждой группы в месяцах иллюстрирует рис. 2а, горизонтальная линия – среднее значение ΣT по группам $G1 \div G6$ равное 1159.0 месяцам. В скобках (5)÷(2) отмечено количество «длинных» циклов в данной группе.

Рис. 2. Распределение ΣT по группам циклов – (а); зависимость ΣT от количества «длинных» циклов N_L в группе – (b).

Видно, что соотношение «длинных» и «коротких» циклов в группе адекватно отражает её длину и может использоваться для классификации групп достоверных циклов. Зависимость ΣT от количества «длинных» циклов N_L в группе, для групп $G1 \div G6$, и значение ΣT_0 демонстрирует Рис. 2b. Линейная и кубическая аппроксимирующие функции наложены на ΣT . Отметим, что значения ΣT для обеих версий ряда чисел Вольфа фактически совпадают. Для ΣSq связь с количеством «длинных» циклов N_L в группе у этих версий различна, что демонстрирует рис. 3, где отмечены ΣSq_0 . Квадратичные аппроксимирующие функции наложены на ΣSq .

Рис. 3. Зависимость суммарной площади циклов в группе ΣSq от количества «длинных» циклов N_L в группе.

Оценим **согласованность** характеристик ΣT_0 , ΣSq_0 группы $G0$ используя полученные зависимости.

1) Исходим из табличной длительности ΣT_0 циклов $1 \div 9$. По кривым ΣT (рис. 2b) это соответствует $N_L = 7$ (семь «длинных» и два «коротких» цикла). По кривым ΣSq (рис. 3) для $N_L = 7$ находим суммарные площади

для этой комбинации девяти циклов без детализации их следования. Для старой версии $\Sigma Sq(N_L = 7) = 45850.26$, для новой – 87191.60. Эти величины значительно **меньше** ΣSq_0 – табличных суммарных площадей циклов $1 \div 9$ (по данным таблицы – более чем на среднюю площадь цикла). Фактически получаем ещё более низкий уровень солнечной активности в минимуме Дальтона и его окрестности, что весьма экзотично.

2) Если исходить из суммарной площади $\Sigma Sq_0 = 56713.65$ (старая версия), то по кривой ΣSq находим $N_L = 5$ (пять «длинных» и четыре «коротких» цикла) и далее (рис. 2b) $\Sigma T(N_L = 5) = 1180$ месяцев, что на 2.5 года короче табличной длительности циклов $1 \div 9$. В новой версии $\Sigma Sq_0 = 95482.44$, $N_L = 4$ и $\Sigma T(N_L = 4) = 1169$ месяцев (короче табличной на 3.3 года).

Видим, что при проекции «правил» групп $G1 \div G6$ на группу $G0$, для согласования её характеристик необходимо скорректировать, в первую очередь, длительность ряда W_{rest} . Далее предложено несколько вариантов такой коррекции.

За взвешенную оценку длины группы $G0$ возьмем среднее значение ΣT по группам $G1 \div G6$, равное **1159.0** месяцам (рис. 2a), которая очень близка к оценке через период основной гармоники: $129 \cdot 9 = 1161$ мес. Имеем сценарий трех «длинных» и шести «коротких» циклов ($N_L = 3$) с $\Sigma Sq(N_L = 3) = 66975.50/100762.50$ (старая / новая версии) и $w \sim 57.8/86.9$, что превосходит w_0 . Для близкого варианта с $N_L = 2$ имеем:

– $N_L = 2$, $\Sigma T(N_L = 2) = 1137.50$, $\Sigma Sq(N_L = 2) = 72519.52/107177.02$, $w \sim 63.8/94.2$.

3. Выводы

При сопоставлении протяженных фрагментов локальная невязка данных играет меньшую роль и получаются более взвешенные оценки. Классификации циклов по длительности позволяет описать связь между параметрами достоверных циклов и показать противоречивость этих параметров для группы циклов $1 \div 9$. Более реалистичному сценарию для ряда W_{rest} соответствует одновременное сокращение протяженности ряда на 4-5 лет и **увеличение** «среднего» W в 1.25 раз. Это согласуется с результатом работы [2], где сопоставлены числа Вольфа и температурные ряды нескольких европейских центров. В работе отмечено, что около 1925 г. и далее видна тенденция к синхронизации температурных характеристик, что отражает рост и возросшее влияние солнечной активности. Подобная ситуация отмечается и до 1850 г., т.е. необходимость усиления солнечной активности совпало с минимумом Дальтона.

Литература

1. David H. Hathaway. The Solar Cycle. 2015 / <https://arxiv.org/pdf/1502.07020.pdf>
2. Шибяев И.Г. (2010) Оценка восстановленной части ряда ежемесячных чисел Вольфа (1700–1849 гг.) по характеристикам его достоверной части (1849–2009) и температурным рядам / Труды Всер. Конф. «ССЗФ-2010», СПб, ГАО РАН, 2010, 455–458.
3. Шибяев А.И. (2017) Сопоставление характерных параметров солнечных циклов новой и старой версий рядов чисел Вольфа и динамика длиннопериодных компонент рядов / Труды XIV конференции молодых ученых. Москва, ИКИ, 2017. 143–148.