

А.П. Крамынин, С.А. Язев¹, С. Расчетин¹, Р.В. Чванов²

**СРАВНЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН
УССУРИЙСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ
ДВО РАН И АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ
ИРКУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Проведено сравнение ежедневных и среднемесячных рядов значений площадей солнечных пятен и чисел Вольфа, полученных в Уссурийской астрофизической обсерватории ДВО РАН, г. Уссурийск, и Астрономической обсерватории ИГУ, г. Иркутск, за период 2009-2011 гг. Ряды измерений индексов солнечной активности, полученные в г. Иркутске и г. Уссурийске, хорошо коррелируют, особенно среднемесячные характеристики, и их можно использовать как взаимодополняющие для уменьшения числа пропусков наблюдений.

На протяжении последних трех лет, начиная с 2009 г., в Уссурийской астрофизической обсерватории ДВО РАН (г. Уссурийск) и в Астрономической обсерватории ИГУ (г. Иркутск) ведётся регистрация чисел Вольфа и площадей солнечных пятен с использованием одной полуавтоматической программы обработки наблюдений, с регистрацией изображения Солнца на цифровые приемники и на телескопах с примерно одинаковыми характеристиками. Указанные индексы используются как для изучения природы солнечной активности, так и для исследования солнечно-земных связей. Для решения некоторых задач этой тематики требуются ежедневные значения суммарной площади пятен или чисел Вольфа. Но из-за погодных условий мы имеем пропуски в рядах наблюдений. Возникает вопрос, насколько корректно мы можем пропуски наблюдений в одной обсерватории заменить наблюдениями другой. Для больших интервалов усреднения в месяц, а тем более в год сходимость рядов наблюдений разных обсерваторий имеет свои нюансы: большая апертура

телескопа, систематически лучшее качество изображения позволяют рассмотреть более мелкие пятна, что приводит к большим значениям средней суммарной площади солнечных пятен и, особенно, к большему значению числа Вольфа. Т.е. и здесь требуется калибровочный коэффициент, который можно получить, сравнивая ряды наблюдений.

Ранее рядом исследователей проводились сравнения индексов солнечной активности, полученных в разных обсерваториях. Например, сравнение площадей групп пятен Горной астрономической обсерватории (ГАО) и Гринвичской обсерватории [1], Уссурийской астрофизической обсерватории ДВО РАН и Горной астрономической обсерватории (ГАО) [2]. Авторы этих статей пытались ответить на вопросы, каковы калибровочные коэффициенты между наблюдениями индексов солнечной активности для разных обсерваторий и насколько они устойчивы во времени. Сравнение годовых рядов наблюдений ежедневных значений суммарной площади пятен за период 1955-2008 гг. в [2] показывают, что коэффициент корреляции между годовыми рядами колеблется от 0,9 до 0,99 и в среднем составляет 0,95. Но в двух годах 1973 и 2002 наблюдается низкий коэффициент корреляции, 0,77 и 0,63 соответственно. Причина такого расхождения рядов не понятна.

Настоящая статья посвящена сравнению ежедневных значений площадей солнечных пятен и чисел Вольфа, полученных в Уссурийской астрофизической обсерватории ДВО РАН и Астрономической обсерватории ИГУ.

Анализ ежедневных значений площадей пятен, наблюдаемых в 2009-2011 гг. в этих обсерваториях, показывает (рис.1), что коэффициент корреляции между рядами равен 0,95 и совпадает со средним значением коэффициента корреляции, полученного при сравнении рядов Уссурийской астрофизической обсерватории ДВО РАН и Горной астрономической обсерватории ГАО [2]. А уравнение регрессии имеет вид

$$S_{\text{ирк}} = 1,04 S_{\text{уафо}}$$

Т.е. значение измеряемой ежедневной суммарной площади пятен в г. Уссурийске в 1,04 раза меньше, чем в г. Иркутске. Значение коэф-

¹ Астрономическая обсерватория Иркутского государственного университета

² Уссурийский педагогический институт, г. Уссурийск

коэффициента корреляции R и коэффициента регрессии K по годам приведены в таблице.

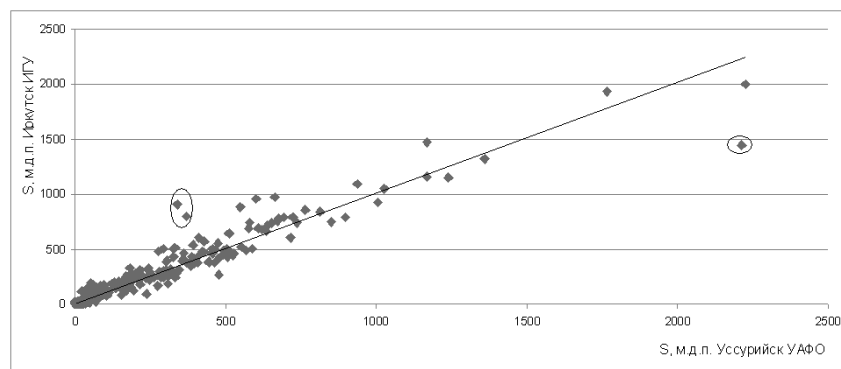


Рис.1. Сравнение ежедневных площадей пятен по данным г. Иркутска и г. Уссурийска

Таблица

Год	R	K	R _{исп}	K _{исп}
2009	0,96	1,07	0,96	1,07
2010	0,92	1,09	0,98	1,06
2011	0,94	0,98	0,98	1,03
Весь ряд	0,95	1,04	0,98	1,008

На рис.1 также видно, что некоторые точки значительно удалены от линии регрессии, например, те которые выделены эллипсом. Чтобы иметь представление обо всех таких отклонениях обратимся к рис.2, где приведено распределение разности $S_{ирк}-S_{уафо}$, нормированное на их среднеквадратическое отклонение, т.е. на величину вида:

$$\sigma = (\sum(S_{ирк}-S_{уафо})^2/N)^{1/2}.$$

Видим, что количество измерений с отклонением $\sigma \geq 3$ невелико (рис.2), удалив их, получим улучшенный коэффициент корреляции $R_{исп}$ и новый коэффициент регрессии $K_{исп}$ (см. таблицу). При-

чина появления таких отклонений может быть связана либо с плохим качеством изображения на одном из сравниваемых снимков Солнца, либо с достаточно большим промежутком времени между сравниваемыми снимками, за которое какая-то группа пятен могла уйти за лимб, или могла образоваться новая группа.

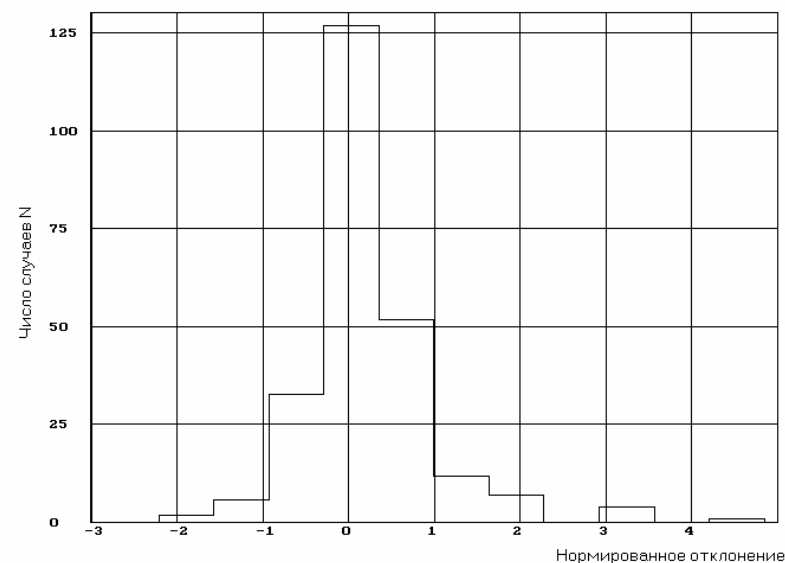


Рис.2. Распределение разностей Сирк-Sуафо нормированных на их среднеквадратичное отклонение

Таким образом, проведенный анализ связи ежедневных наблюдений суммарной площади пятен в г. Иркутске и г. Уссурийске показывает, что используя соответствующий калибровочный множитель можно с успехом заполнять пропуски наблюдений в обсерваториях.

Аналогичные результаты получены и для чисел Вольфа (рис.3), правда коэффициент корреляции здесь несколько меньше $R=0,88$, а уравнение регрессии имеет вид:

$$W_{ирк}=1,07W_{уафо}.$$

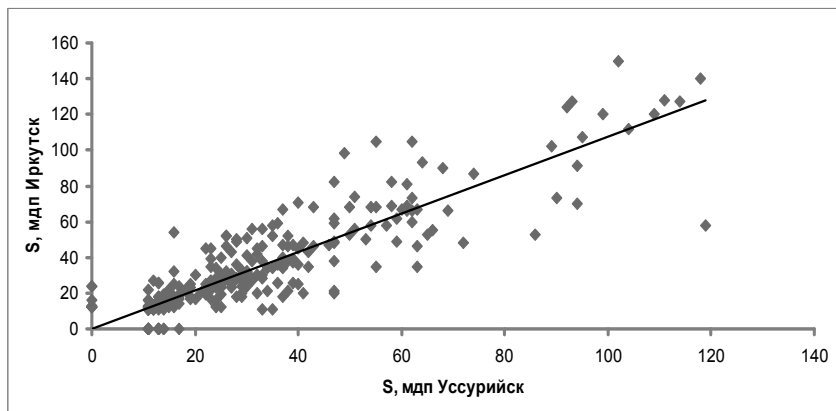


Рис.3. Сравнение ежедневных чисел Вольфа по данным г. Иркутска и г. Уссурийска

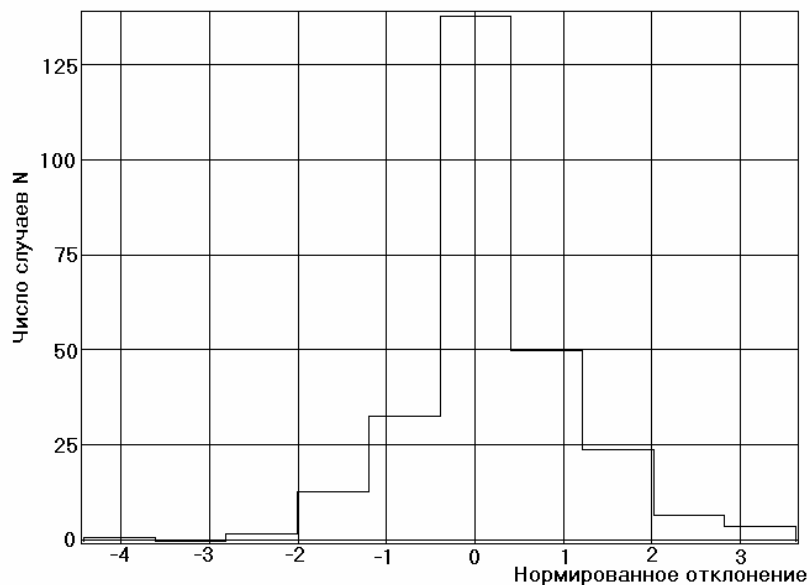


Рис.4. Распределение разностей $W_{\text{ирк}} - W_{\text{уафо}}$ нормированных на их среднеквадратичное отклонение

Уменьшение коэффициента корреляции вполне понятно, так как даже одна пора, наблюдаемая при лучшем качестве изображения Солнца на одной из обсерваторий или возникшая (исчезнувшая) из-за разности во времени получения снимков, может существенно изменить число Вольфа, особенно при низкой активности Солнца. Такие случаи наблюдаются на рис.3, им соответствуют точки, лежащие на оси ординат или абсцисс, т.е. в одной из обсерваторий число Вольфа равно нулю. Обращает на себя внимание значительно больший разброс точек на рис. 3 по сравнению с рис.1. Количественно это различие можно оценить при сравнении рис.2 и рис.4, где видно, что количество измерений, имеющих разность, превышающих одно среднеквадратическое отклонение, на рис.4 значительно больше, чем на рис.2. Т.е. использование ежедневных площадей пятен лучше, чем ежедневного числа Вольфа.

Перейдем к рассмотрению связи между среднемесячными характеристиками пятен. Видим, что здесь дело обстоит лучше.

Анализ зависимости среднемесячных значений площадей пятен, наблюдаемых в 2009-20011 гг. в обсерваториях в Иркутске и Уссурийске (рис.5), показывает, что коэффициент корреляции между рядами равен 0,97, а уравнение регрессии для среднемесячной площади имеет вид:

$$S_{\text{ирк}}^M = 0,996 S_{\text{уафо}}^M$$

Это значит, что значение измеряемой среднемесячной суммарной площади пятен в г. Уссурийске и г. Иркутске почти идентично. На рис.6 видим, что у нас только два измерения имеют отклонение около 3.

Анализ зависимости среднемесячных значений чисел Вольфа, наблюдаемых в 2009-20011 гг. в обсерваториях в Иркутске и Уссурийске, показывает, что коэффициент корреляции между рядами равен 0,97, а уравнение регрессии для среднемесячной площади имеет вид:

$$W_{\text{ирк}}^M = 1,17 W_{\text{уафо}}^M$$

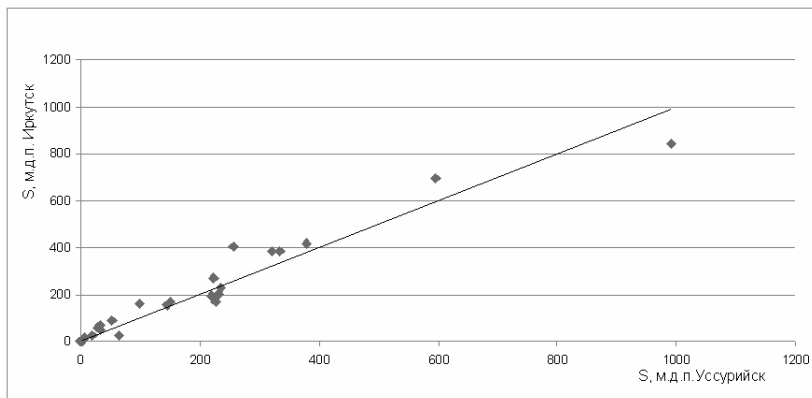


Рис.5. Сравнение среднемесячных площадей пятен по данным г. Иркутска и г. Уссурийска

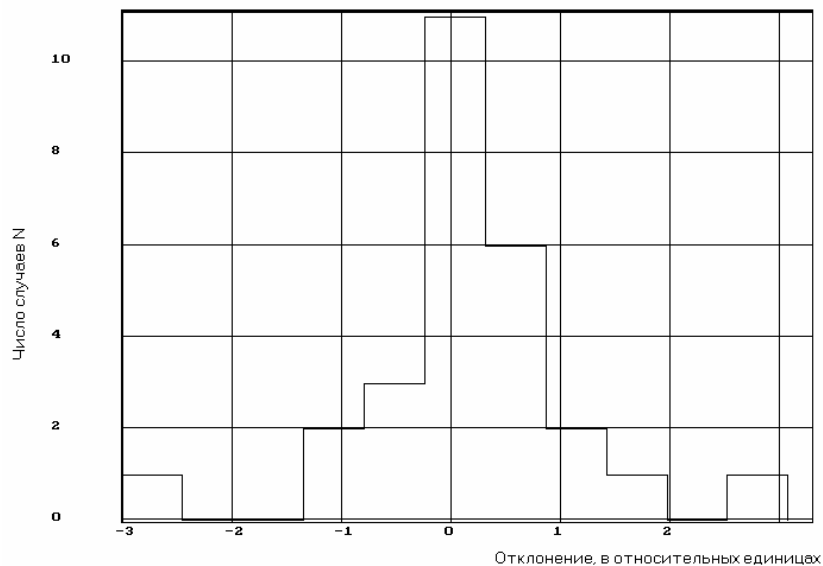


Рис.6. Распределение среднемесячных разностей $S_{\text{ирк}}^M - S_{\text{уафо}}^M$ нормированных на их среднеквадратичное отклонение

Т.е. связь между среднемесячными рядами несколько лучше, чем для ежедневных рядов.

Резюмируя, можно сказать, что ряды измерений индексов солнечной активности, полученные в г. Иркутске и г. Уссурийске, хорошо коррелируют, особенно среднемесячные характеристики, и их можно использовать для заполнения пропусков наблюдений в двух обсерваториях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гневыхшева Р.С. Идентичность пулковского и гринвичского каталогов. // Солнечные данные. 1976. № 4. С. 71–74.
2. Крамынин А.П., Воробьева Г.П. Динамика спектра вариаций суммарной площади фотосферных факелов в северном и южном полушариях Солнца. // Солнечная активность и её влияние на Землю. Владивосток: Дальнаука, 2008. Т. 11. С. 97–103.