

ХАРАКТЕРИСТИКИ СВОЙСТВ ОТДЕЛЬНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН В ПЕРИОД 1923-1964

Скорбеж Н.Н., Коломиец С.Н., Тлатов А.Г.

Кисловодская горная астрономическая станция Пулковской обсерватории, Кисловодск.

CREATING A DATABASE OF INDIVIDUAL SUNSPOTS PROPERTIES OF FOUR GREENWICH CICLES 1923...1964 (SC 16-19).

Skorbezh N.N., Kolomiyets S.N., Tlatov A.G.

Абстракт.

В данной работе мы представляем первые результаты компьютерного выделения солнечных пятен на фотопластинках архива Гринвичской обсерватории. Были обработаны наблюдения Солнца в "белом" свете в период с 1924 по 1964 гг. или для циклов активности 16÷19. Целью проведения такой работы было создание каталога не только групп, но отдельных солнечных пятен и промер их различных геометрических характеристик. Объем оцифрованных пластинок составил около 13000 тыс. пластинок. Были разработаны методики, реализованные в компьютерной программе для анализа изображений. Всего было выделено более 242 тыс. отдельных пятен.

Выполнено сравнение площадей пятен компьютерной обработки с данными, представленными в каталогах результатов фотогелиографа Гринвичской обсерватории (GPR), полученные ручным методом. Показано, что ряды площадей имеют высокий коэффициент корреляции ($R \sim 0.97$) для среднемесячных значений.

Ключевые слова: *наблюдения Солнца; солнечный цикл; гринвичский ряд наблюдений; сравнение по площадям солнечных пятен.*

Введение.

Солнечные пятна являются наиболее легко наблюдаемыми проявлениями солнечной активности. Их появление связано с выходом сильных магнитных полей, что приводит к понижению температуры поверхности Солнца по сравнению с невозмущенными областями (Solanki 2003). Регулярные ежедневные измерения солнечных пятен области были начаты в 1874 году. В настоящее время ряд площадей солнечных пятен является самым длинным из имеющихся временных рядов среди физических показателей солнечной активности (Usoskin 2008).

Первая база данных площадей солнечных пятен был подготовлена Королевской Гринвичской обсерватории в виде публикаций характеристик групп солнечных пятен (публикации GPR) в период 1874 и 1976 г. Каталог

GPR содержит данные о положении и площади групп солнечных пятен, измеренные по фотографическим наблюдениям, проводимых в Королевской обсерватории Гринвича, обсерватории Мыса Доброй Надежды, в обсерватории Кодайканал и в нескольких других обсерваторий. Фотогелиограф RGO был несколько раз реконструирован, а в мае 1949 года он был перенесен из Гринвича в Herstmonceux (Сассекс), для лучших условий наблюдений (McCrea 1975). Более подробная информация о данных каталога GPR и их цифровых версиях были опубликованы недавно Willis et al. (2013). Оцифрованные данные каталога GPR доступны на сайте NOAA Национального центра геофизических данных (NGDC) (<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/solar/solardataservices.html>).

После 1976 г. наиболее стабильным рядом площадей групп солнечных пятен является ряд Кисловодской Горной астрономической станции, начавшей наблюдения с 1948 г. В период с 1948 по 1976 гг. совместные наблюдения Кисловодской станции и RGO позволили осуществить кросс-калибровку данных и получить максимально близкие ряды данных.

К сожалению, эти ряды содержат характеристики о группах солнечных пятен, причем измеренных визуально. В данной работе ставилась задача о создании базы данных отдельных солнечных пятен, а также о хранении информации о выделенных структурах в виде векторной информации. Это позволяет проводить в дальнейшем сверку и уточнение, а также получать новые данные о топологии солнечных пятен.

Данные наблюдений и методы обработки

Мы использовали оцифрованный архив фотопластинок RGO в период с 1918 по 1972 гг. Всего в доступном нам архиве содержится около 26000 тыс. пластинок. Изображения были оцифрованы с разрешением 16 бит, а радиус Солнца составил около 1600 пикселей. Были разработаны методики, реализованные в компьютерной программе для анализа изображений. Обработка проводилась в несколько этапов. На первом этапе на изображениях определялся диск Солнца, и накладывалась гелиографическая сетка. Затем определялась локальная яркость невозмущенной солнечной атмосферы на диске (QSL). Далее, применяя уровень порогового контраста относительно QSL, выделялись солнечные пятна. На последнем этапе изображения редактировались в полуавтоматическом режиме. Здесь происходила фильтрация артефактов и нанесение слабоконтрастных пятен. Пример выделения внешних границ пятен для 8 апреля 1947 г. представлен на Рис. 1.

Всего было обработано 13163 дней наблюдений RGO, для каждого из которых получена таблица данных в электронной форме. Выделено 242415 пятен. В том числе в 16-м цикле активности ~48 тыс., 17-м ~53, 18-м ~56, 19-м ~74 тыс. шт.

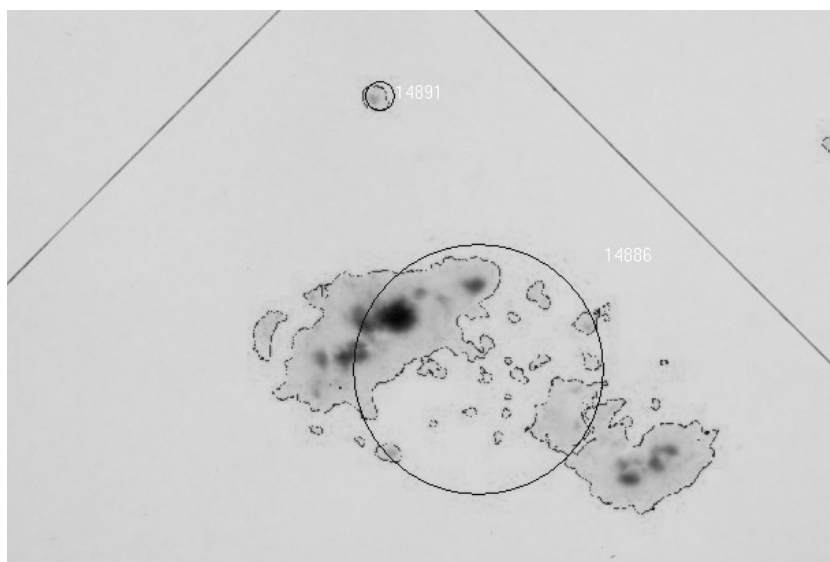


Рис. 1. Пример выделения внешних границ пятен для 8 апреля 1947 г. Кругом представлены положения центров групп пятен из каталога GPR.

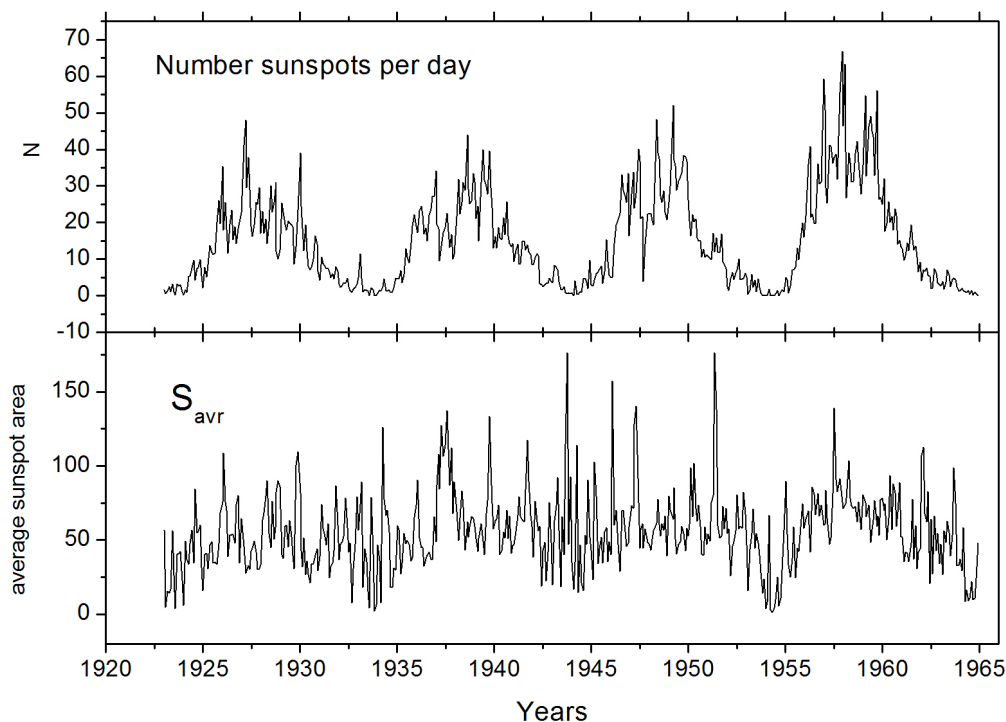


Рис. 2. Сверху: среднее число выделенных пятен в день и усредненные ежемесячно. Внизу средняя площадь пятен.

На Рис. 2а представлен график изменения среднего числа выделенных пятен в день и усредненные ежемесячно. В годы максимума активности среднее число пятен может достигать 50 штук. Другой новой характеристикой, полученной в результате данной реконструкции, является средняя площадь отдельных солнечных пятен (Рис. 2b). В годы максимума активности средняя площадь пятен возрастает, однако амплитуда модуляции от минимума к максимуму оказывается меньше, чем для суммарной площади пятен (Рис. 3).

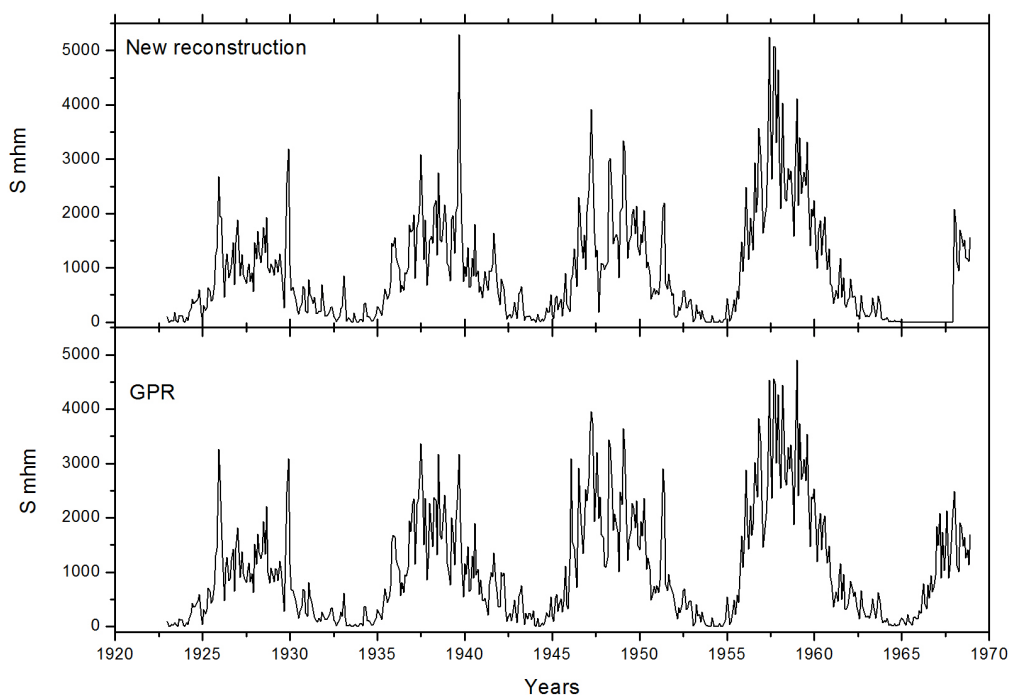


Рис. 3. Среднемесячные значения площади, полученные в данной реконструкции (сверху) и по данным каталога GPR (внизу).

На Рис. 3. представлены среднемесячные значения площади, полученные в нашей реконструкции (сверху) и по данным каталога GPR. Уравнение регрессии можно представить в виде $S_{GPR}=53,7(15)+1,05(0,01)S_{NEW}$. Коэффициент корреляции составил $R=0.97$.

По данным обработки созданы базы данных отдельных солнечных пятен, которые включают в себя координаты, площадь, яркость, относительную яркость, протяженность и ряд других характеристик.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ и программ РАН.

Литература.

1. Р.С. Гневышева. О системе определения площадей солнечных пятен в Пулковском каталоге солнечной деятельности. Бюлл. КИСО, № 8-8, 27-30. 1953

2. Р.С. Гневышева. Об устойчивости системы чисел Вольфа в Пулковском каталоге солнечной деятельности. Бюлл. КИСО, № 8-9, 22-23 1953.

McCrea W. H., 1975, Royal Greenwich Observatory: An Historical Review issued on the occasion of its Tercentenary, London : H.M. Stationery Off.

Usoskin I.G., 2008, Living Rev. Solar Phys., 5

Willis D. M., Coffey H. E., Henwood R., Erwin E. H., Hoyt D. V., Wild M. N., Denig W.F, 2013, 288, 141 Solar Phys.,