

ГОДОВЫЕ КОЛЬЦА ДЕРЕВЬЕВ И СОЛНЕЧНЫЕ ЦИКЛЫ В КЛИМАТЕ ЗЕМЛИ

Комитов Б.П.¹, Кафтан В.И.²

¹*Институт астрономии с НАО-БАН, София, Болгария*

²*Геофизический центр – РАН, Москва, Россия*

THE ANNUAL TREE RINGS AND SOLAR CYCLES IN EARTH CLIMATE

Komitov B.P.¹, Kaftan V.I.²

¹*Institute of Astronomy and NAO-BAS, Sofia, Bulgaria*

²*Geophysical Center – RAS, Moscow, Russia*

The solar cycles traces in Earth climate on the base of annual tree rings widths data is a subject of present study. For this aim 128 time series from all inhabited continents has been used for the second calendar millennium until to end of 1980th from International Tree Rings Data Base (ITRDB) has been used. In presented there analysis the focus is on possible influence of solar ~200 yr deVries-Suess cycle on climate

<https://doi.org/10.31725/0552-5829-2024-173-176>

Введение

Результаты, представленные в настоящем исследовании, имеют характер побочного продукта, полученного при тестировании программного обеспечения, предназначенного для обработки данных о солнечно-земных связях. В данном конкретном случае работа представляет собой исследование временных рядов индекса роста годовых колец большого числа древесных образцов, полученных в разных регионах Земли. Целью исследования является получение информации о влиянии циклов космической погоды на климат Земли на протяжении второго тысячелетия нашей эры. Исследование осуществлено на основе опубликованных данных о ширине годовых колец долгорастущих деревьев из разных регионов нашей планеты. Таким образом, это исследование можно считать продолжением наших прежних работ по связи ширины годовых колец с вариациями космического климата.

Данные, анализ и результаты

В качестве объекта исследований нами использованы данные о годовых индексах роста колец деревьев со всех обитаемых материков Земли. Эти данные были опубликованы около середины 1990-х в International Tree Rings Data Base (ITRDB), где хранятся временные ряды приблизительно 3000 древесных образцов. Однако оказалось, что не все опубликованные данные были организованы по правилам общепринятого стандарта. Это

помешало использовать большое число данных, в основном из Северной Америки, в том числе, оказались неприменимыми все данные Канады. В других случаях данные были неполными. Например, отсутствовала информация о высоте над уровнем моря, о виде и классе древесного образца. Кроме того, так как акцент в этой части исследования был специально сделан на влияние квазидвухсотлетнего солнечного цикла, были использованы временные ряды длиной не менее 270 лет. Таким образом, полезными для нашего исследования оказались 128 временных рядов.

Для снижения влияния флуктуаций продолжительностью около и менее 3–4 лет, для упомянутых временных рядов было сделано сглаживание временным окном продолжительностью 3 года. В итоге, сглаженные временные ряды были проанализированы на предмет наличия статистически достоверных циклов при помощи Т-Р-периодограммного анализа.

Результаты и выводы разных исследований солнечной активности на основе исторических (косвенных) и инструментальных данных указывают преимущественно на две оценки продолжительности двухвекового цикла – около 176–180 и 200–210 лет. Первые из них более старые. Они относятся, прежде всего, к середине XX века (Шове, Бонов, Витинский, см. работу [1] и ее библиографию), основаны на морфологическом анализе используемых данных о солнечных пятнах и полярных сияниях и, в меньшей и ограниченной степени, на численных методах. Вторые – более новые, относятся к концу XX – началу XXI века. Они базируются преимущественно на данных о космогенных радиоизотопах и получении спектров при помощи разных численных методов анализа и вычислительной техники [2–4]. Кроме того, следует также отметить, что колебания продолжительностью около 176–180 лет в солнечно-климатических связях часто приписывают гравитационно-приливным влияниям положения центра масс Солнечной системы на разные геосферы.

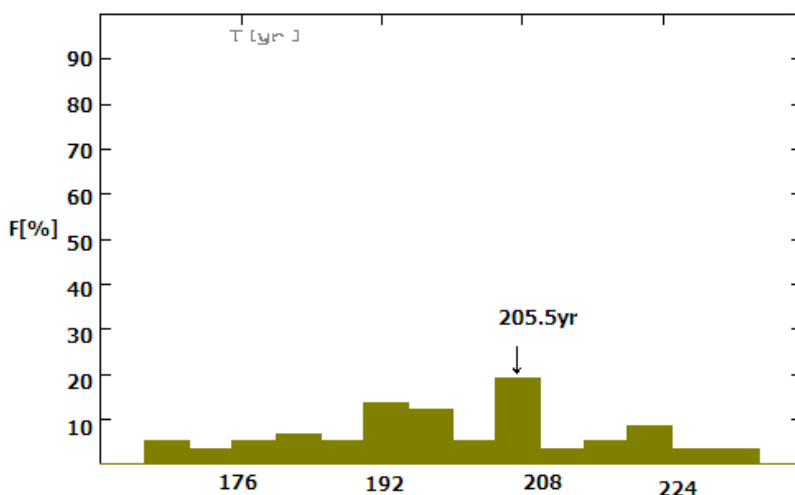


Рис. 1. Гистограмма распределения периодов статистически значимых циклов в диапазоне 160–240 лет.

Для исследования этой проблемы в нашей работе была получена гистограмма распределения случаев, в которых был установлен статистически достоверный цикл продолжительностью в интервалах 160–240 лет. Такие случаи имеют место в 58 из всех 128 исследуемых временных рядов, т.е. в диапазоне 45%.

На гистограмме виден значительный пик в интервале 204–208 лет, который содержит 19% из всех случаев, а также и второй – более низкий и размытый порядка 191–195 лет. Практически не проявился цикл продолжительностью около 175–180 лет. Подобное распределение в «тонкой структуре» 200-летнего цикла может быть, по всей видимости, связано с двумя типами явлений космической погоды. На основании результатов наших прежних исследований, 203–208-летний пик можно отнести к влиянию вариаций ГКЛ, в то время как колебания с периодами 190–195 лет связаны со вспышечной активностью Солнца. Обе группы процессов неодинаково проявляются в климате Земли. В результате этого, среднее значение двухвекового цикла в Северном полушарии (198 лет) немного короче, чем в Южном, где оно составляет 204 года. Во втором случае величина ближе к среднему значению, полученному на основе данных о «космогенных» радиоизотопах.

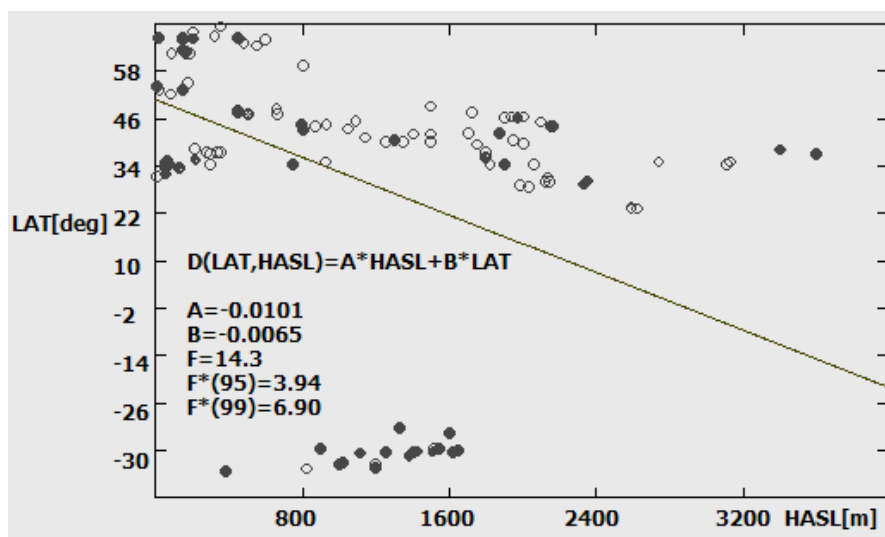


Рис. 2. Проявление квазидвухсотлетнего цикла в исследуемых древесных образцах в зависимости от высоты над уровнем моря (HASL – High Above Sea Level) и географической широты (LAT). Результаты линейного дискриминантного анализа.

На рис. 2 показаны результаты анализа случаев проявления статистически значимых двухсотлетних циклов в исследуемых дендрохронологических рядах в зависимости от двух потенциальных факторов – высоты над уровнем моря (по абсциссе) и географической широты (по ординате). Темными кружками обозначены случаи, когда в соответствующих временных рядах выявлен статистически достоверный 200-летний цикл. Альтернативные события (отсутствие двухсотлетнего цикла) указаны светлыми круж-

ками. Между обоими событиями имеется четко различимое распределение в указанном факторном пространстве, которое статистически подтверждается дискриминантным анализом. Таковой был выполнен при использовании 20-ти различных дискриминантных функций. Оказалось, что разделение альтернативных событий выявляется наилучшим образом при использовании простейшей линейной функции. В этом случае разделение выявляется с вероятностью намного большей 99%.

Как видно из графиков, географическая широта оказалась главным фактором. Случаи статистически достоверного 200-летнего цикла практически полностью доминируют в Южном полушарии и на более низких широтах в Северном полушарии. В тоже время, севернее экватора и особенно на средних широтах, картина довольно пестрая, там наблюдаются оба события практически с одинаковой вероятностью. Возможно, что эта разница связана со специфическими климатическими и геофизическими факторами в Южном полушарии, такими как ENSO, Южно-Атлантическая геомагнитная аномалия, преобладание поверхности океана и др., либо, в Северном полушарии, из-за влияния Северно-Атлантической осцилляции. Из графики также видно, что влияние высоты над уровнем моря на распределения обеих альтернативных событий небольшое, хотя и статистически ощутимое. На низких высотах 200-летний цикл проявляется немного чаще.

При использовании χ^2 -теста установлено, что 200-летний цикл выявляется заметно чаще у дендрохронологических рядов длиной в среднем 440 лет, чем у более коротких. Самая вероятная причина этому связана с тем, что амплитуды солнечного 200-летнего цикла лучше выявляются между минимумами Оорта и Маундера (XI–XVII вв.). Это связано с соответствующей фазой 2400-летнего солнечного цикла (Гальштата).

На следующем этапе исследований предполагается продолжать анализ околосдвадцатилетних циклов, а также циклов субвековой и квазивековой продолжительности.

Литература

1. Витинский Ю.И., Оль А.И., Сазонов Б.И. Солнце и атмосфера Земли. – Гидрометеопиздат, Л.: 1976.
2. *de Vries H.* // Koninkl. Ned. Acad. Wetenschap. V., 1958, v.861. p.94-102.
3. *Suess H.* // Radiocarbon, 1980, 22, No. 2, 00-209.
4. *Damon, P.E. & Sonett, C.P.* // The Sun in Time / Sonett., C.P., Giampapa, M.S, USA, 1991.