АНАЛИЗ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ ИЗОТОПА ^{14}C В ГОДОВЫХ КОЛЬЦАХ ДЕРЕВЬЕВ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И СУЩЕСТВОВАНИЯ МАССИВНЫХ ТРАНСНЕПТУНОВЫХ ОБЪЕКТОВ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Комитов Б.¹, Кафтан В.^{2,3}

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

²*Геофизический центр РАН, Москва, Россия*

³*Российский университет дружбы народов, Москва, Россия*

AN ANALYSIS OF THE ANNUAL TREE RINGS ISOTOPE ^{14}C CYCLIC OSCILLATIONS IN RELATION TO SOLAR- TERRESTRIAL RELATIONSHIPS PROBLEM AND THE EXISTENCE OF MASSIVE TRANS-NEPTUNAN OBJECTS IN SOLAR SYSTEM

Komitov B.¹, Kaftan V.^{2,3}

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

²*Geophysical Center of RAS, Moscow, Russia*

³*Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia*

The results from time series analysis of tree rings $\Delta^{14}\text{C}$ contents variations, based on INTCAL14 data are presented in this study. The time series contains 2781 terms, with time step of 5 years or totally 13900 calendar years before 1950 AD.

A linear general trend has been removed from the initial series. After that the residual time series has been studied for existence of statistically significant cycles by using of the T-R periodogram algorithm. A quasi-periodical “trend – hypercycle” by duration of ~13500 years as well as ~6400, 4100, 3100, 2400, 1700, 1000–1100, 800, 510, 360, 200–220 and 145yr cycles has been detected. The strongest by them there are these by lengths of 6400 and 2400 years (Hallstadtzeit). The amplitude modulation of 200–220 yr is also shown.

Based on the hypothesis for resonance - tidal origin of solar cycles a possible explanation about the strong quasi – 13500 yr “hypercycle” as well as for the 6400 yr cycle is brought forth. They could be caused by existence of massive bodies as type of giant planets in the far outer parts of Solar System.

DOI: 10.31725/0552-5829-2018-227-230

Введение

Целью настоящей работы является детальное исследование спектра колебаний части международного радиоуглеродного ряда INTCAL13 [1], охватывающей последние ~ 13900 лет. Она получена на основе измерения вариации содержания ^{14}C в материале древесных годовых колец за указанный временной интервал, где «нулевой год» – 1950 г. В это исследование включены: 1) Выявление статистически достоверных циклов в радиоуглеродных вариациях $\Delta^{14}\text{C}$; 2) Амплитудные модуляции относительно коротких циклов продолжительностью < 500 лет по отношению к более длин-

ным (сверхтысячелетним) циклам; 3) Связь вариации содержания ^{14}C (параметр $\Delta^{14}\text{C}$) в материале древесных годовых колец с поведением солнечной, геомагнитной и авроральной активности, а также с климатом; 4) Обсуждение гипотезы о возможном происхождении самых длинных циклов (период $T > 3000$ лет) в радиоуглеродном ряде.

Данные и методы

Радиоуглеродный ряд годовых колец деревьев (версия INTCAL13) содержит 2781 членов с регулярным временным шагом $\Delta t = 5$ лет. Последний календарный год в этом ряде – 1950 г. н.э. Для выявления статистически достоверных циклов использован Т-Р периодограммный алгоритм, который описан в ряде наших прежних работ (например, [2]). Исследуемые Т-Р коррелограммы содержат по 400 точек в интервале периодов $10 \leq T \leq 27540$ лет. В рамках разработанного программного пакета для Т-Р периодограммного алгоритма создана процедура для работы с временными рядами с неравномерным шагом Δt .

Результаты и выводы

В поведении параметра $\Delta^{14}\text{C}$ в материале годовых колец деревьев, данные о котором в INTCAL13 охватывают последние 13900 лет, доминирует квазилинейный нисходящий тренд, корреляция с данными у которого составляет $r = -0.95$ (рис. 1, вверху слева). Он был исключен. Затем Т-Р периодограммная процедура была выполнена для временного ряда остаточных колебаний. Таким образом было выявлено мощное колебание, которое аппроксимируется волной с периодом ~ 6370 лет (рис. 1, вверху справа). После исключения этого «гиперцикла», временной ряд вторичных остатков также был подвергнут Т-Р периодограммной процедуре. Главным циклом колебаний после этой процедуры оказался цикл продолжительностью ~ 13500 лет (рис. 1, внизу слева). После его исключения во временном ряде третичных остатков доминирующим циклом становится квазидвухтысячелетняя осцилляция продолжительностью ~ 2400 лет, которая известна как цикл «Hallstadtzeit» (рис. 1, внизу справа и рис. 2, слева). На горизонтальной оси Δt – время отсчета от начала временного ряда, т.е. 12950 год до н.э.

Кроме 2400-летнего цикла также выявлены статистически значимые колебания продолжительностью 4100, 3200, 1750, 1000–1100, 800, 510, 350, 200–220 и 145 лет. Следует отметить, что часть из них имеет аналоги в геомагнитной и авроральной активности. Это является закономерным следствием влияния солнечной активности и, в частности, солнечного ветра на поток галактических космических лучей (ГКЛ) в атмосфере Земли, а в последствии, и на скорость образования ^{14}C в земных слоистых и кольцевых структурах (годовые кольца деревьев, пещерные образования, кораллы и др.). Это можно считать относительно надежно установленным фактом

для 2400, 1000–1100, 350 и 200–210 летних циклов. Все они, плюс некоторые другие, как например 1750-летний цикл, имеют аналоги в климате Земли.

Рис. 1. Главные временные тенденции в радиоуглеродном ряде годовых колец деревьев за последние 13900 лет.

Рис. 2. T-R коррелограмма «остаточного» временного ряда $\Delta^{14}C$ (слева) и параметр S_{200} (справа).

В ходе нашей работы мы исследовали также наличие амплитудной модуляции циклов субвековой, квазивековой и двухвековой продолжительности со стороны больших циклов квазитысячелетней и двухтысяче-

летней продолжительности. Подтверждено предположение об амплитудной модуляции ~200-летнего цикла со стороны 2400-летнего (рис. 2, справа, параметр S_{200}). Этот результат подтверждает наши прежние выводы, полученные на основе более старой версии радиоуглеродного ряда (INTCAL04) [3].

Также был проанализирован полный радиоуглеродный ряд версии INTCAL13 за последние 50000 лет с использованием Т-Р периодограммного алгоритма в режиме вычислений с неравномерным временным шагом. Установлено, что квази 13500-летнее колебание устойчиво присутствует в полном временном ряде и вряд ли является его случайной особенностью. По всей вероятности, этот цикл присутствует и в солнечной активности.

Возникает также вопрос о возможной причине возникновения таких длительных циклов в радиоуглеродных данных. Исходя из гипотезы о резонансно-приливной природе солнечной цикличности в связи с движением планет, можно предполагать, что максимальные циклы в рядах ^{14}C и других «космогенных» изотопов эвентуально могли быть косвенными индикаторами присутствия массивных тел во внешних частях Солнечной системы, далеко за орбитой Нептуна. В частности, таким массивным телом мог бы эвентуально оказаться «объект Брауна-Батыгина» [4]. Предполагается, что его масса равна ~ 10 массы Земли, а орбитальный период обращения вокруг Солнца около 13000–14000 лет.

Литература

1. Reimer P., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Haflidason H., Hajdas I., Hatte C., Heaton T.J., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Turney C.S.M. and van der Plicht, IntCal13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years CalBP, Radiocarbon, 2013, 55(4). DOI: 10.2458/azu_js_rc.55.16947
2. Komitov B. The Schöve's series. Centennial and Supercentennial variations of the solar activity. Relationships between adjacent 11-year cycles // Bulg. Geoph. J, 1997, 23, 74–82.
3. Komitov B., Bonev B., Penev K. and Sello S. The Solar Activity During the Holocene: Amplitude Variations of Quasi-Century and Quasi-Two-Century Solar Cycles / in Proceedings IAUS 223 'Multi-Wavelength Investigations of the Solar Activity', eds. A.V. Stepanov, E.E. Benevolenskaya & A.G. Kosovichev, Cambridge University Press, 2004, pp. 705-706.
4. Brown M. and Batygin K., 2016, ArXiv.org/1603.05712.pdf