ПРОЯВЛЕНИЕ ЦИКЛОВ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В РИТМАХ ОЗЁРНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ ГЛИН ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА И СОВРЕМЕННОЙ ЭПОХИ

Дмитриев П.Б.¹, Дергачев В.А.¹, Тясто М.И.²

¹Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский Филиал ИЗМИРАН, Санкт-Петербург, Россия

MANIFESTATION OF SOLAR ACTIVITY CYCLES IN THE RHYTHMS OF LACUSTRINE RIBBON CLAY OF THE LATE PLEISTOCENE AND THE MODERN ERA

Dmitriev P.B.¹, Dergachev V.A.¹, Tyasto M.I.²

¹Ioffe Institute, St. Petersburg, Russia

²IZMIRAN, St. Petersburg Branch, St. Petersburg, Russia

The relation of the spectral-temporal structures of solar activity, consisting of its five main cycles: Schwabe, Hale, Brückner, Gleisberg and Suess-deVries; and the “rhythms” of lacustrine ribbon clays of thirteen samples of the National Oceanic and Atmospheric Administration database, related to the period of the Late Pleistocene (~15 thousand years ago) and the modern era (from 3 thousand years BC to the present) is considered in this paper. It was shown that no systematic shifts in the values of solar activity cycles relative to the corresponding periods of the cyclic components of lacustrine ribbon clays were found, and there is only a partial coincidence (from 33% to 78%) of the former with the latter, depending on the magnitude of the values of their periods.

Moreover, in all samples of lacustrine ribbon clays there is a cycle of 5-7 years, which has recently been attributed to the El Niño phenomenon.

DOI: 10.31725/0552-5829-2019-153-156

Введение

Доскональную картину изменения климата в далеком прошлом дают аргиллиты – ископаемые окаменелости, обладающие слоистой структурой и сформировавшиеся в результате уплотнения ленточных глин, которые представляют собой отложения приледниковых озёр, состоящие из многократно повторяющихся ежегодных отложений тонких слоев ледниковой мути, содержащей в основном тонкозернистый песчаный материал летом и глинистый зимой [1]. По толщине таких годовичных отложений (двойных «слоёв») величиной от долей миллиметра до нескольких сантиметров можно судить об интенсивности таяния ледника, а тем самым и об изменении климата в то далекое доисторическое время.

При изучении вариаций толщины слоев («ритмов») отложений аргиллита формации «Gowganda» Раннего Палеопротерозойского периода (~2 млрд. лет тому назад) [2] и формации «Elatina» Позднего Докембрийского периода (~680 млн лет назад) [3] в их структурах были обнаружены цик-

личности, периоды которых систематически сдвинуты относительно периодов циклов солнечной активности, величина которых известна в настоящее время, причем, чем старше была формация, тем больше была величина этого сдвига. Поэтому возник вопрос: чем обусловлен этот сдвиг – временем или он носит случайный характер? Существует ли он в настоящее время? И насколько точно «ритмы» ленточных глин могут отражать в своей временной структуре основные циклы солнечной активности?

Исходные данные и метод исследования

Чтобы проверить насколько точно можно соотносить циклы солнечной активности с «ритмами» ленточных глин в «недалеком» прошлом и в настоящее время, были изучены структуры трёх образцов ленточных глин Позднего Плейстоцена (~15 тыс. лет тому назад) и 10-ти образцов современной эпохи (от ~3 тыс. лет до нашей эры по настоящее время), когда структура циклов солнечной активности известна по многочисленным наблюдательным данным – это циклы: Швабе, Хейла, Брюкнера, Гляйсберга и Зюсса-де Врие. Образцы были разбиты на 18 частей (см. табл.) таким образом, чтобы временные ряды не имели временных пропусков. Данные хранятся в архиве NOAA's National Climatic Data Center по адресам [4, 5], где вместо «№» надо подставить соответствующее значение из первой колонки таблицы.

Для изучения временных структур ленточных глин с целью выявления в них периодов квазипериодических компонентов был применен модифицированный метод спектрального анализа – построение комбинированной спектральной периодограммы (КСП). Суть метода заключается в следующем: выборочная оценка нормированной спектральной плотности [6] для исходного временного ряда и его нескольких высокочастотных компонентов, отфильтрованных при помощи высокочастотного фильтра с заданными значениями частоты среза фильтра на половине мощности сигнала [7], вычисляется в зависимости от «пробного» периода, а не от частоты. Затем все эти оценки накладываются друг на друга на одном и том же поле графика, образуя КСП. Более полно метод изложен в работах [8–10].

Результаты обработки палеоданных

Анализ исходных данных при помощи метода построения КСП позволил выявить в них квазициклические структуры (см. таблицу), которые можно отнести к следующим циклам солнечной активности: циклы Швабе (10–12 лет) и Гляйсберга (80–90 лет) с двумя его «ветвями» (60–70 и 100–120 лет) проявляются четко в большинстве частей образцов (в 56–78% от общего числа 18 случаев), тогда как циклы Хейла (21–23 года), Брюкнера (31–33 года) и Зюсса-де Врие (190–210 лет) обнаруживаются реже: в 33%, 44% и 50% случаев соответственно.

Таблица. Значения основных циклов СА и периодов выявленных квазипериодических компонентов «ритмов» ленточных глин 13-ти образцов базы данных NCDC (National Climatic Data Center)

№	Эпоха, год	Циклы СА и выявленные квазипериоды «ритмов» ленточных глин, день														
		1700 - 2019		11	22	32	65	85	110	200						
СА	Anno Domini	(10-12)		(21-23)		(31-33)		(60-70)		(80-90)		(100-120)		(190-210)		
6203	971 - 2003	7	12	16	28	36	46	57	68		90	104	138	167	208	
6192	9 - 999	5		18	25	31	38		68		91	118	144		189	
6192	1000 - 2005	8	12	19	22	26	36	51	59	75	83		148		209 280	
13096	-2192 - 0	5	13		23	29	31	48	52	65	85	119	133	163	197 256	
13096	0 - 1965				20	27		45	57	67	88	119	131	169	242	
8662	-1309 - 0	8	12	16	23	27	36	45	57	69		108	126	154 181	270	
8662	0 - 1987	6		16	25	31	44	54	65		91	107	135	168	231	
8659	0 - 1925		13		21	30	43	55	66	71	81	120			190 287	
8661	1 - 2004		12		22	26	33	43	50	63	74	88	108	128 163	312	
6190	1017 - 1965	8	11	15	19	28	31	47	51	68		106	142		198 372	
6195	-3236 - 1969			16		31	41		64	71	90			160		
8759	43 - 1992	5		14		34	49	57	69	75	86	120	147		196 226	
5473	457 - 1871	5		18		26	30	42	56		93	121	145		206	
	Before Present															
5480	17500 - 13500	5	11		22	28		41	58	61	71	84	110	134	152 179	190 279
12584	19219 - 20083	4	11	16		30	44	54				84		126		
12584	20094 - 21023	7	10	16	20	31	39	49	66			90	107			
8656	11000 - 11584	9	12		24	36	40	57		72	84	122				190
8656	11636 - 12878	7	10	16		32	36	54	60	74	85	102		150 175		
			56%		33%		44%			78%		72%	72%			50%

Выводы

Показано, что в пространственно-временных структурах трех образцов ленточных глин Позднего Плейстоцена (~15 тыс. лет тому назад) и десяти – современной эпохи (от 3 тыс. лет до нашей эры по настоящее время) при помощи метода построения комбинированной спектральной периодограммы были обнаружены циклические компоненты, которые можно отнести к следующим циклам солнечной активности: циклу Швабе (10–12 лет), который проявляется в 56% случаев от общего числа исследуемых 18 частей образцов, циклу Хейла (21–23 года) – в 33 % случаев, циклу Брюкнера (31–33 года) – в 44% случаев, циклу Гляйсберга (80–90 лет) – в 72% случаев, первой ветви цикла Гляйсберга (60–70 лет) – в 78% случаев, второй ветви цикла Гляйсберга (100–120 лет) – в 72% случаев и циклу Зюсса-де Врие (190–210 лет) – в 50% случаев, причем систематических сдвигов значений этих циклов относительно соответствующих им циклических компонентов ленточных глин обнаружено не было.

В тоже время во всех образцах присутствует цикл 5–7 лет, который в последнее время относят к явлению Эль-Ниньо [11].

Литература

1. Жемчужников Ю.А. Сезонная слоистость и периодичность осадконакопления // Труды Геол. ин-та АН СССР. 1963. Вып.86. 72 с.
2. Тясто М.И., Дергачев В.А., Дмитриев П.Б., Благовещенская Е.Э. Ритмы палеоклимата Земли в структуре окаменевших слоистых отложений палеопротерозоя (~2 млрд. лет тому назад) и современные циклы солнечной активности // Тр. Всероссийской ежегодной конф. по физике Солнца: «Солнечная и солнечно-земная физика – 2018». СПб: ГАО РАН, 2018. С.377-380.
3. Тясто М.И., Дергачев В.А., Дмитриев П.Б., Благовещенская Е.Э. Квазипериодические вариации в структуре окаменевших слоистых отложений докембрия (~680 млн лет тому назад) и современные циклы солнечной активности // Тр. Всероссийской ежегодной конф. по физике Солнца: «Солнечная и солнечно-земная физика – 2017». СПб: ГАО РАН, 2017. С.337-340.
4. <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data/datasets/lake>
5. <https://www.ncdc.noaa.gov/paleo-search/study/«№»>
6. Дженкинс Г., Баттс Д. Спектральный анализ и его приложения. Вып. 2. М.: Мир. 1972. 287 с.
7. Alavi A.S., Jenkins G. M. An example of digital filtering // Appl. Statist. 1965. V.14. P.70.
8. Dergachev V.A., Tyasto M.I., Dmitriev P.B. Palaeoclimate and solar activity cyclicity 100–150 million years ago // Advances in Space Research. 2016. V. 57. P. 1118.
9. Raspopov O.M., Dergachev V.A. and Dmitriev P.B. Manifestation of solar activity variations 70-45 million years ago // Geophysical processes and biosphere. V.12. № 3. P. 33-65. 2013.
10. Драневич В.А., Дмитриев П.Б., Гнедин Ю.Н. Квазипериодические осцилляции кривой блеска GRB 080319B // Астрофизика. Т. 52. № 4. С. 591-603. 2009.
11. Rittenour T.M., Brigham-Grette J., Mann M.E. El Niño-Like Climate Teleconnections in New England During the Late Pleistocene // Science. 2000. V. 288 (5468). PP. 1039-1042.