

ГЕЛИОСФЕРНЫЙ МОДУЛЯЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И СКОРОСТЬ РОСТА БОЛОТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ В ГОЛОЦЕНЕ

Кудрявцев И.В.^{1,2}, Дергачёв В.А.¹

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

²Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

HELIOSPHERIC MODULATION POTENTIAL, SOLAR ACTIVITY AND RATE OF BOG SEDIMENTS ON NORTH-WEST OF RUSSIA IN THE HOLOCENE

Kudryavtsev I.V.^{1,2}, Dergachev V.A.¹

¹Ioffe Institute, St. Petersburg, Russia

²Central Astronomical Observatory of RAS, St. Petersburg, Russia

Valuable sources of information about the Earth's climate change in the past are swamp sections that have existed for many thousands of years. One of the possible reasons for the Earth's climate change are variations in solar activity. Thus, during the Little Ice Age (LIA) took place the well-known decreases in solar activity (SA) – the global minima of Spoerer, Maunder and Dalton. The paper considers the rate of formation of peat layers in some swamps and traces the relationship with variations in solar activity.

DOI: 10.31725/0552-5829-2022-173-176

Максимум последнего ледникового периода, как известно, имел место около 20 тысяч лет назад. Затем наступила эпоха перехода от Ледникового Периода к Голоцену (см., например, [1]). Теплый период Голоцена наступил около 12 тысяч лет назад и длится до настоящего времени. Однако климатические изменения происходили и в Голоцене, например, во втором тысячелетии нашей эры наблюдался Малый Ледниковый Период (МЛП). Что интересно, во время МЛП наблюдались хорошо известные минимумы солнечной активности (СА) – минимумы Шпёлера (1450–1540 гг. н.э.), Маундера (1645–1715 гг. н.э.) и Дальтона (1790–1820 гг. н.э.). Следует также отметить и минимум СА Орта (1040–1080 гг.), который предшествовал МЛП. Имеется указание на то, что минимумы СА имели место и раньше, например, в первом тысячелетии до нашей эры. Таким образом, встает важный вопрос о влиянии СА на земной климат.

Изучение солнечной активности в до инструментальную эпоху стало возможным с появлением данных по содержанию космогенных изотопов в природных архивах. Эти изотопы образуются под действием космических лучей (КЛ) в атмосфере Земли и отражают изменение интенсивности КЛ из-за вариаций СА, геомагнитного поля и вспышек на звёздах и на Солнце. К таким изотопам относятся, в первую очередь, изотопы ^{14}C и ^{10}Be , накоп-

ливающиеся, соответственно, в годовичных кольцах деревьев и ледниках полярных зон.

В данной работе рассматривается взаимосвязь СА и климатических изменений на Земле с целью изучения влияния СА на вариации климата. Ценными источниками информации об изменении климата Земли в прошлом, кроме колец деревьев и слоёв льда, являются разрезы болотных и озёрных отложений, которые несут информацию о климате за тысячи лет. В работах [2, 3] приведены результаты исследования слоев торфа болот и донных отложений озер для ряда болот и озер в Ленинградской и Новгородской областях во время окончания последнего Ледникового периода и Голоцена. В этих работах при изучении болотных отложений исследовались слои торфа толщиной 10 см, датировка которых проводилась с помощью радиоуглеродного метода, после чего производился пересчет в календарные годы.

Полученные в работах [2, 3] результаты позволяют рассмотреть скорость роста некоторых болот: на рис. 1А,В приведена скорость роста Никольско-Лютинского болота с 12-го тысячелетия до н.э. до середины 19 века н.э. Данные для этого болота являются наиболее информативными для обозначенной цели работы. Под скоростью роста болот мы будем понимать отношение толщины слоя торфа к его временной привязке. Следует отметить период повышенной скорости роста болот длительностью в несколько сотен лет с максимумом около 658 года нашей эры. Этот период можно интерпретировать как «климатический оптимум», после которого наступил МЛП и спад скорости роста болотных отложений. Особо стоит выделить минимумы скорости роста между 700 и 200 гг. до н.э. (рис. 1В). На рисунке 2 приведена реконструкция Гелиосферного Модуляционного Потенциала (ГМП), полученная с учетом вариаций климата [4]. Как видно из этого рисунка, на указанный временной интервал приходятся два минимума ГМП: около 700 гг. до н.э. и 300 гг. н.э. Таким образом, уменьшение скорости болотных отложений можно интерпретировать как результат падения глобальной температуры, вызванный уменьшением СА. Кроме этого, весьма вероятно, что около 9100 и 8200 гг. до н.э. на Солнце имели место глобальные минимумы активности, которые отмечены на рис. 2. С другой стороны мы видим, что скорость болотных отложений на временном интервале 10000–7000 лет до н.э. была минимальной.

На рис. 1 также виден резкий рост скорости болотных отложений после 7000 г. до н.э. со спадом около 5000 г. до н.э. Это увеличение может быть связано с ростом СА (с максимумом около 6710 г. до н.э.), вызвавшим рост глобальной температуры на Земле. Таким образом, можно сделать заключение, что изменение скорости болотных отложений для Никольско-Лютинского болота хотя бы частично связано с вариациями земной температуры, которые вызваны вариациями СА. На временном интер-

вале 5000 г. до н.э. – начало нашей эры происходили колебания скорости роста отложений.

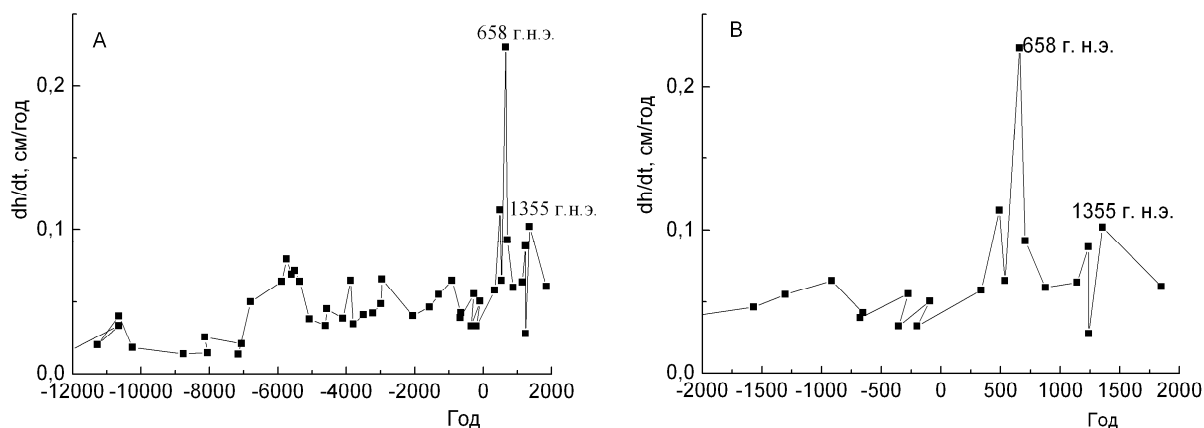


Рис 1. Скорость болотных отложений для Никольско-Лютинского болота.

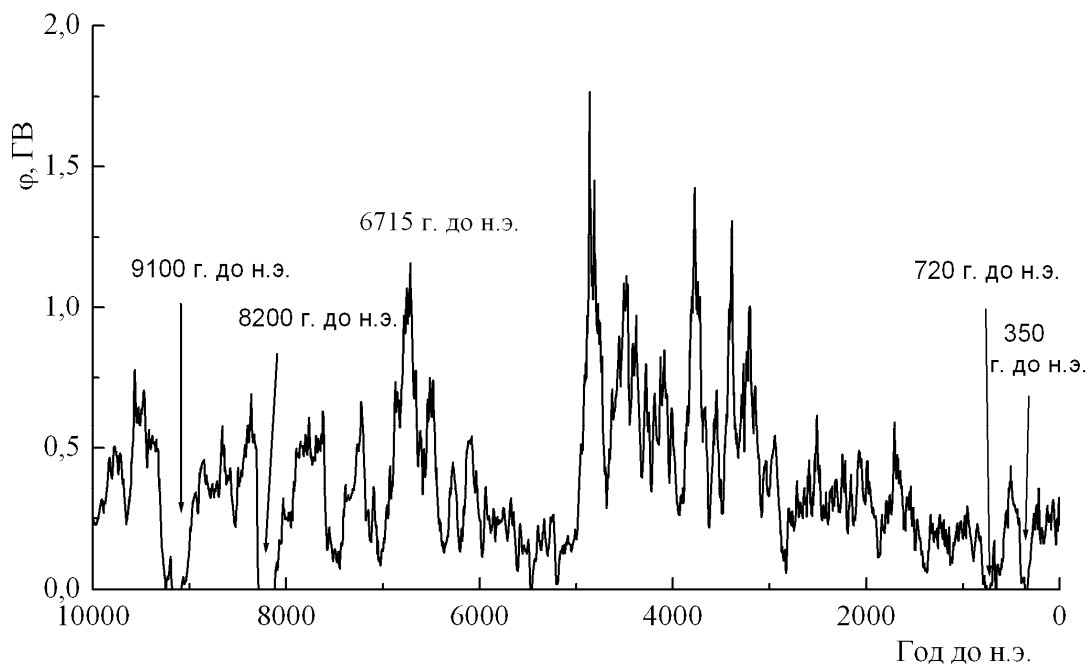


Рис. 2. Гелиосферный модуляционный потенциал согласно работе [4].

Рассмотрим теперь болото Sammin Suo [2], скорость роста болотных отложений для которого приведена на рис. 3 и которая достигает минимального значения также в первом тысячелетии до н.э., т.е. приходится на то же временной интервал что и для Никольско-Лютинского болота. Приблизительно с середины 6-го тысячелетия до н. э. и до ~2000 г. до н. э. наблюдается спад скорости отложений. Максимум скорости отложений также приходится на вторую половину 1-го тысячелетия нашей эры.

Для болота Ширинский Мох [2] также можно выделить рост скорости отложений с 7000 г. до н.э. со спадом к 5000 г. до н.э., а также минимум в середине первого тысячелетия до нашей эры (рис. 4). Так же как и в

предыдущем случае наблюдается спад скорости отложений на интервале ~ (5500–2000) гг. до н.э., которому может соответствовать спад ГМП (рис. 2).

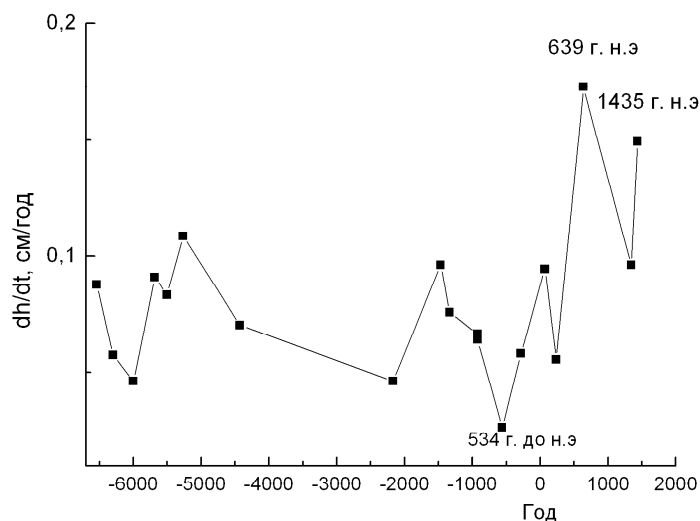


Рис. 3. Скорость болотных отложений для болота Саммин Суо (Sammin Suo bog).

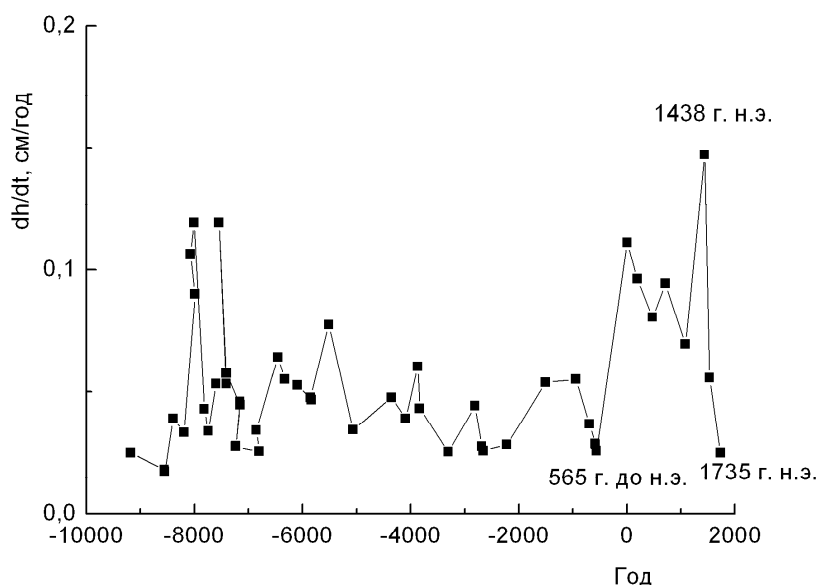


Рис. 4. Скорость болотных отложений для болота Ширинский Мох.

Литература

1. Marcott S.A. and Shakun J.D. // Pages Magazine. V. 23(1). P. 28. 2015.
2. Arslanov Kh. A. et al. // Radiocarbon, 1999, V.41, No. 1, P.25.
3. Arslanov Kh. A. et al. // Radiocarbon, 2001, V. 43, No. 2B, P. 581.
4. Арсланов Х.А., Дергачев В.А., Максимов Ф.Е., Кудрявцев И.В. // Ученые записки Казанского Университета. Серия Естественные науки, 2022, Т. 164, кн. 1. С. 135–165
5. Dergachev V.A. and I.V. Kudryavtsev // 2021 Journal of Ph., Conf. Ser.
6. Kudryavtsev I.V. and V.A. Dergachev // Geomagnetism and Aeronomy, 2021, V. 61, No. 7, pp. 1057–1062