

## Солнечная активность за прошедшие 10 тыс. лет по данным о космогенных изотопах $^{10}\text{Be}$ и $^{14}\text{C}$

С.С. Васильев и В.А. Дергачев

*Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Политехническая 26, С-Петербург, 194021, Россия*

Радиоизотопы  $^{10}\text{Be}$  и  $^{14}\text{C}$  постоянно образуются в результате взаимодействия космических лучей с нуклидами атмосферы Земли. Скорость образования изотопов зависит от потока космических лучей в атмосфере, меняющегося из-за модулирующего воздействия солнечного ветра и магнитного поля Земли. Образовавшиеся атомы  $^{10}\text{Be}$  захватываются аэрозолями и после пребывания в атмосфере в течение 1-2 лет происходит их осаждение. Концентрация  $^{10}\text{Be}$  и  $^{14}\text{C}$  в датированных природных архивах хранит информацию об истории солнечной активности, изменении геомагнитного поля и климата.

В картине изменений концентрации радиоизотопов можно видеть вариации нескольких масштабов. Кратковременные вариации  $^{14}\text{C}$  в атмосфере хорошо известны (Suess, 1970; Damon et al., 1978; Sonett, 1984). В частности, наблюдаются ~200-летние вариации с амплитудой ~20‰ ('Suess wiggles'). Такие же флуктуации наблюдаются в данных по  $^{10}\text{Be}$ . Величина этих флуктуаций не может быть объяснена климатической природой (Beer et al., 1988) и, по-видимому, их происхождение связано с солнечной активностью.

Долговременные изменения концентрации  $^{14}\text{C}$  и обычно связывают с изменением магнитного поля Земли (Bucha, 1970; Damon & Linick, 1986). Поскольку скорость образования радиоизотопов  $Q \sim d^{0.5}$  (Elsasser et al., 1956), где  $d$  – дипольный момент магнитного поля Земли, долговременные вариации должны наблюдаться в концентрации  $^{10}\text{Be}$  (Raisbeck & Yiou, 1988).

Долговременные изменения концентрации  $^{10}\text{Be}$  и  $^{14}\text{C}$  изучались ранее (Дергачев и Васильев, 2007). В работе (Vasiliev & Dergachev, 2002) рассмотрены вариации радиоуглерода до временного масштаба  $\leq 2400$  лет. В настоящей работе рассмотрены вариации скорости образования  $^{10}\text{Be}$ , обусловленные изменениям во времени солнечной активностью.

Выполнен спектральный и вейвлет-анализ данных по  $^{10}\text{Be}$  за 10 тыс. лет. Показано, что спектр флуктуаций  $^{10}\text{Be}$  во многом подобен спектру скорости образования  $^{14}\text{C}$ . Обсуждаются различия спектров и возможные источники наблюдаемых вариаций.