

ВЕКОВЫЕ ЦИКЛЫ СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В докладе приведены некоторые результаты многолетних исследований связи сейсмичности Земли с солнечной и геомагнитной активностью с использованием баз мировых центров данных по солнечной активности и сейсмичности Земли.

Ключевые слова: вековые циклы; солнечная активность; сейсмичность Земли.

В основе исследований лежит представление о сейсмичности как о части единого физического процесса в системе "Солнце – Земля". При этом сейсмические явления определяются процессами как земного, так и солнечного происхождения.

Отдельно были проанализированы данные о сейсмической энергии, выделившейся из очагов землетрясений на всем земном шаре за период с 1900 по 2007 годы в сопоставлении с циклами солнечной активности. В частности там было показано, что сейсмическая активность на протяжении всего этого времени понижалась, а солнечная росла. Это указывает на существование вековых циклов солнечной активности и сейсмичности Земли. По мере развития векового цикла, в котором постепенно увеличивается солнечная активность, корреляция между солнечной и сейсмической активностью – отрицательная [Соболев Г. А. и др., 1998; Шестопалов, Харин, 2006]. Другими словами, наибольшая сейсмическая активность имеет место при небольшой солнечной активности, и наоборот. Показано, что под влиянием мощных солнечных протонных событий корреляция между ними может быть положительной. Отмечено, что столетний цикл солнечной и сейсмической активности разбивается на 3 периода примерно по 33 года, длительность каждого из которых в свою очередь составляет три 11-летних цикла солнечной активности [Шестопалов, Харин, 2006; Белов и др., 2009].

Для подтверждения вывода о вековых циклах солнечной и сейсмической активности рассмотрены их вариации с 1690г. Проанализированы данные о сейсмической энергии, выделившейся из очагов землетрясений на всем земном шаре за период с 1680 по 2007 г, в сопоставлении с циклами солнечной активности. Для этого использовались среднегодовые значения чисел Вольфа сглаженные за 11 лет. Для каталога землетрясений с 1690 по 1900г. была использована база данных Национального Центра информации о землетрясениях Геологической службы США, (NEIC, USGS). Данные о сейсмической энергии за этот период суммировались за 7 лет и сглаживались по 3 значениям (рис.1).

В начале XVIII, XIX и XX в. значения чисел Вольфа были минимальны и затем во всех этих трех случаях наблюдался рост солнечной активности почти на протяжении 100 лет и в конце каждого века происходил ее резкий спад. Из

этого следует, что за период с 1690 по 2007 г. наблюдалось три вековых цикла солнечной активности. В начале каждого из этих циклов сейсмическая активность принимала максимальное значение. Затем на фазе ее спада отдельные возрастания имели положительную корреляцию с солнечной активностью. Третий вековой цикл начался в конце XIX (в 1890г) и закончился в конце XX века, точнее, в середине девяностых годов. И затем, в соответствии с нашей теорией, произошло резкое увеличение сейсмической активности. Т.е. с девяностых годов XX в. начался следующий вековой цикл.

Период с 1890 по 1990 г. можно назвать вековым циклом, который можно разделить на три цикла, каждый из которых имеет длительность в три 11-летних солнечных цикла. По мере развития векового цикла, в котором постепенно увеличивается солнечная активность, корреляция между солнечной и сейсмической активностью отрицательная. Максимальная солнечная активность в вековом цикле наблюдается во втором цикле, в котором происходят самые крупные протонные события. В это время вместе с ростом солнечной активности, которая сопровождается крупными геомагнитными бурями, могут происходить крупные землетрясения.

Рассмотрим теперь изменения солнечной активности и сейсмичности Земли с 1991г. (рис.2). Наиболее сильные землетрясения происходят в начале векового цикла. В 90-х годах прошлого века наступил новый вековой цикл, в начале которого будут наблюдаться солнечные циклы с небольшим числом пятен, характерных для начала вековых циклов, и сильная сейсмическая активность, которая сохранится на протяжении нескольких десятков лет. Землетрясения 26.12.2004 с магнитудой $M=9$, 28.03.2005 с $M=8,7$ в районе Индонезии, землетрясения в 2006 и 2007 гг. с $M>8$ подтверждают этот вывод, сделанный нами в 2004 г. [Шестопалов, Харин, 2006]. После 01.02.2004 г. произошло 12 землетрясений с магнитудой $M \geq 8,0$, включая знаменитые землетрясения 2004 и 2011 годов. (Таблица 1)

Анализ временных вариаций количества землетрясений разных магнитуд позволяет выявить эволюцию сейсмичности на протяжении векового цикла [Харин Е.П. и др., 2010; Белов и др., 2009]. Выявлено принципиальное различное распределение числа землетрясений во времени

для сильных ($M > 8$) и средних ($M \geq 5,5$) землетрясений. (Рис.2). Она состоит в том, что в начале цикла происходят наиболее мощные землетрясения с $M \geq 8$. Отметим также, что вид кривой вариаций числа землетрясений с магнитудой $M \geq 8$ близок к кривой энерговыделений при землетрясениях. Очевидно, это обусловлено тем, что суммарная сейсмическая энергия определяется в большей части крупными землетрясениями. На рис. 2 представлены

временные вариации среднегодовых чисел Вольфа и ежегодных выделений сейсмической энергии в землетрясениях на всем земном шаре за период с 1991 по 2007 годы. На вертикальной шкале справа нанесены логарифмы сейсмической энергии. Из рис. 2 видно, что, начиная с 1991 г. происходит непрерывное увеличение сейсмической энергии. Причем, столь высокое значение сейсмической энергии как в 2004 - 2007 г. наблюдалось лишь в начале XX столетия.

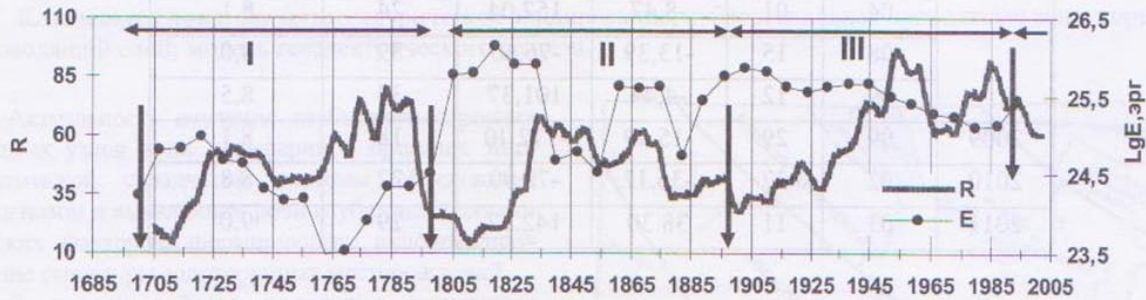


Рис.1. Суммированные за 7 лет выделения сейсмической энергии в землетрясениях на всем земном шаре и сглаженные среднегодовые числа Вольфа за период с 1690 по 2007 г.

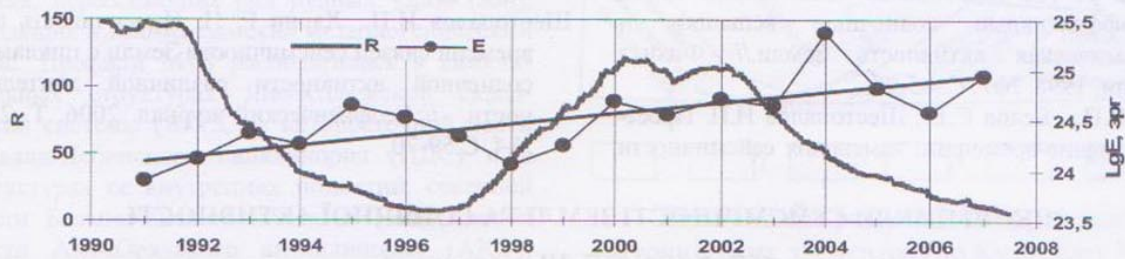


Рис.2. Временные вариации среднегодовых чисел Вольфа и ежегодных выделений сейсмической энергии в землетрясениях на всем земном шаре за период с 1991 по 2007г

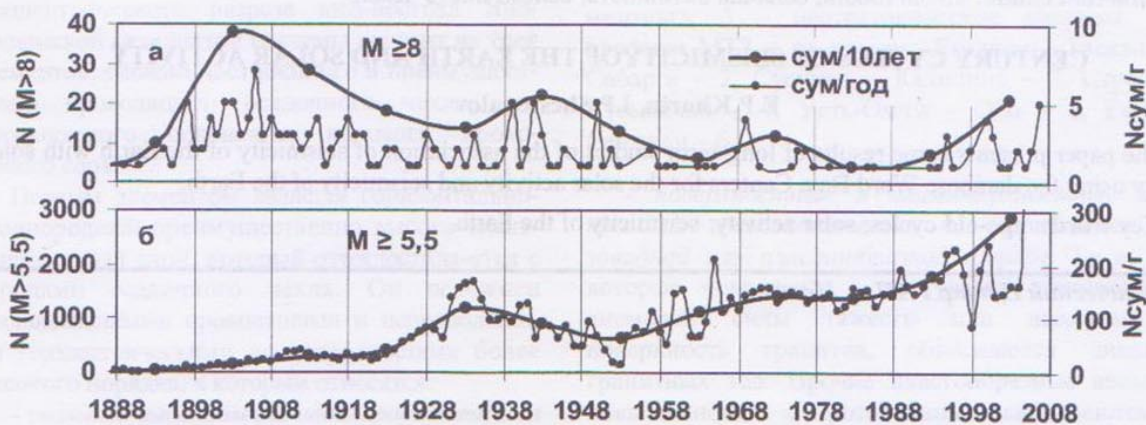


Рис. 3. Временные вариации количества землетрясений в год, ($N_{сум/г}$, шкала справа) и за 10 лет (N , шкала слева) различных магнитуд на всем земном шаре за период с 1888 по 2007 г.: а - $M \geq 8$; б - $M \geq 5,5$.

Землетрясения с $M \geq 8$ в текущем вековом цикле

Год	Месяц	День	Широта	Долгота	Глубина	Магнитуда
2004	12	23	-49,31	161,35	10	8,1
	12	26	3,30	95,98	30	9,0
2005	03	28	2,09	97,11	30	8,6
2006	05	3	-20,19	-174,12	55	8,0
	11	15	46,59	153,27	10	8,3
2007	01	13	46,24	154,52	10	8,2
	04	01	-8,47	157,04	24	8,1
	08	15	-13,39	-76,60	39	8,0
	09	12	-4,44	101,37	34	8,5
2009	09	29	-15,49	-172,10	18	8,1
2010	02	27	-36,12	-72,90	22	8,8
2011	03	11	38,30	142,37	29	9,0

Литература

- Белов С.В., Шестопапов И.П., Харин Е.П. О взаимосвязях эндогенной активности Земли солнечной и геомагнитной активностью. // Доклады РАН. 2009. том 428. №1. С.104-108.
- Соболев Г. А., Шестопапов И.П. Харин Е. П. Геоэффективные солнечные вспышки и сейсмическая активность Земли. // Физика Земли. 1998. №7. С. 85-95.
- Харин Е.П., Белов С.В., Шестопапов И.П. Пространственно-временные изменения сейсмичности

Земли и солнечная активность. //V Международная конференция "Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений", с. Паратунка, Камчатский край. 2-7 авг. 2010 г., сборник докладов. Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2010. С. 470-473.

Шестопапов И.П., Харин Е. П. Изменчивость во времени связей сейсмичности Земли с циклами солнечной активности различной длительности. // Геофизический журнал. 2006. Т. 28. №4. С.59-70.

ВІКОВІ ЦИКЛИ СЕЙСМІЧНОСТІ ЗЕМЛІ ТА СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ**Є.П. Харин, І.П. Шестопапов**

У доповіді наведено деякі результати багаторічних досліджень зв'язку сейсмічності Землі з сонячною і геомагнітною активністю з використанням баз світових центрів даних сонячної активності і сейсмічності Землі.

Ключові слова: вікові цикли; сонячна активність; сейсмічність Землі.

CENTURY CYCLES OF SEISMICITY OF THE EARTH AND SOLAR ACTIVITY**E.P.Kharin, I.P.Shestopalov**

The paper presents some results of long-term studies of the association of seismicity of the Earth with solar activity using the database Word Data Centers for the solar activity and seismicity of the Earth.

Key words: age-old cycles; solar activity; seismicity of the Earth.

Геофизический Центр РАН, г. Москва