

УДК 550.348

## ГИПОТЕЗА О ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИНАХ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ЗЕМНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

© 2013 г. В.А. Луцкий

*Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*

В настоящее время отмечаемые в литературе проявления связей сезонных колебаний сейсмической активности с годичным обращением Земли вокруг Солнца не имеют достаточно доказательных объяснений. Проводится оценка достоверности сезонных колебаний сейсмической активности; предлагается физическое объяснение формирования сил инерции с учетом суточного вращения Земли и оценивается направление и относительная величина этих сил.

**Ключевые слова:** сейсмическая активность, сейсмические события, орбитальное движение, литосферные плиты, силы инерции, суточное вращение планеты.

### Введение

Связь сезонных колебаний сейсмической активности с годичным обращением Земли вокруг Солнца, отмечаемая в литературе (см., например, [Магницкий, 2006]), пока не получила достаточно доказательных объяснений. Естественно предположить, что причиной сезонных колебаний сейсмической активности являются силы инерции, возникающие на участках орбиты, где происходит изменение орбитальной скорости Земли от  $\sim 29.3$  км/с в афелии до  $\sim 30.3$  км/с в перигелии (участок “разгона”) и обратно (участок “торможения”). Под воздействием сил инерции литосферные плиты перемещаются по пластичной подстилающей поверхности астеносферы. По их периферии в области контактов активизируется сейсмическая активность, возникают цепи вулканов [Ломизе, Хаин, 2010].

В работе проводится оценка достоверности сезонных колебаний сейсмической активности, предлагается физическое объяснение формирования сил инерции с учетом суточного вращения Земли и оценивается относительная величина этих сил.

### Оценка достоверности сезонных колебаний сейсмической активности

Статистический анализ сезонной сейсмической активности проводился с использованием каталога *NEIC* Геологической службы США за 1973–2011 гг. (<http://earthquake.usgs.gov>). Анализировались выборки событий с  $M \geq 6$ , произошедших за весь указанный период в северной части Тихоокеанского региона ( $20^\circ$ – $60^\circ$  с.ш., Камчатка, Япония, Канада) и на Земле в целом. В обоих случаях было рассмотрено по 39 выборок; выборки для каждого года обрабатывались отдельно.

Выбор для анализа данных по Тихоокеанскому региону объясняется его значительным вкладом в сейсмическую активность всей планеты. К тому же Тихоокеанская литосферная плита сравнительно “чистая” – на ней отсутствуют материки и горные массивы, которые, возможно, могут вызвать погрешности, влияющие на направление подвижки плиты под воздействием сил инерции.

Анализ данных по Земле в целом представляет особый интерес, поскольку все тектонические плиты планеты одновременно подвержены орбитальным ускорениям.

Достоверное выявление сезонной неравномерности сейсмической активности для Земли в целом может стать аргументом в пользу справедливости предлагаемой гипотезы.

В качестве показателей сейсмической активности принимались суммарная сейсмическая энергия событий ( $E$ ) в каждый месяц за 1973–2011 гг. и число событий с  $M \geq 6$  ( $N$ ), произошедших в тот же промежуток времени.

Энергия сейсмического события рассчитывалась в джоулях по известной формуле  $\lg E = (4 + 1.8M)$ , где  $M$  – магнитуда события. Суммарная сейсмическая энергия определялась как сумма энергии событий, произошедших в данном месяце. Использование в качестве показателя активности этого параметра позволяет, по нашему мнению, избежать необходимости принимать в расчет форшоки и афтершоки. Энергия зависимых, связанных с основным, событий косвенно учитывается в потоке сейсмической энергии, возбуждаемой силой орбитальной инерции в рассматриваемый период.

Как уже отмечалось, для анализа из каталога *NEIC* отбирались события с  $M \geq 6$ . Число таких событий для рассматриваемой части Тихоокеанского региона составило 2152, для Земли в целом – 5343. Этот объем данных может считаться достаточным для статистически значимых оценок достоверности сезонных колебаний сейсмической активности. Анализ событий с  $M \geq 6$  на порядок снижает уровень фонового шума, создаваемого более слабыми сигналами. Из приведенных в табл. 1 данных [Черноглазова, 2007] следует, что число событий с  $M$  от 5 до 5.9 десятикратно превышает число событий с  $M \geq 6$ . Поскольку энергия событий с  $M=5$  на порядок меньше энергии событий с  $M=6$ , использование событий с  $M < 6$  не увеличивает существенно информативности показателя суммарной сейсмической энергии, повышая при этом уровень помех.

**Таблица 1.** Выборка глобальных землетрясений из каталога *NEIC* за 2000–2007 гг. (по [Черноглазова, 2007])

Магнитуда	Суммарное число событий по годам							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
6.0–6.9	158	126	130	140	141	142	132	27
5.0–5.9	1345	1243	1218	1203	1515	1694	1483	316

Отобранные из каталога данные за каждый месяц анализируемого периода поступали на обработку в виде выборок суммарной сейсмической энергии  $E$  и числа событий  $N$ , которые делились на две группы. К первой относились выборки, включающие события, подтверждающие статистическую значимость сезонного влияния орбитальных ускорений на сейсмическую активность (группа I), ко второй (альтернативной) – выборки событий, не подтверждающих статистическую значимость (группа II).

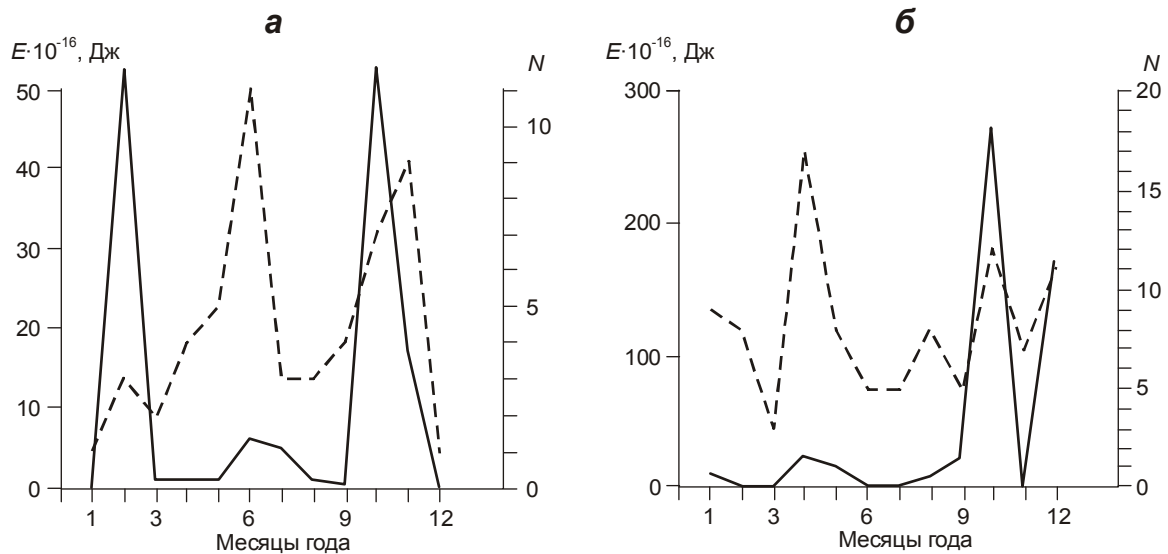
Критерием разбраковки было максимальное значение суммарной сейсмической энергии в данный месяц рассматриваемого года. Годичные выборки, в которых максимальные значения суммарной энергии приходятся на месяцы с августа по ноябрь (участок разгона) или с февраля по май (участок торможения) относились к группе I; выборки, в которых максимальное значение энергии выпадает на декабрь, январь (окрестности перигелия) или июнь, июль (окрестности афелия), – к группе II.

На основании отношения чисел выборок в группах I и II по таблицам теории вероятностей определялась искомая достоверность. Будем считать, что гипотеза о влиянии орбитальных ускорений на сейсмическую активность статистически значимо подтверждается, если вероятность событий группы I превышает вероятность событий группы II, по крайней мере, в полтора–два раза при доверительной вероятности 0.95.

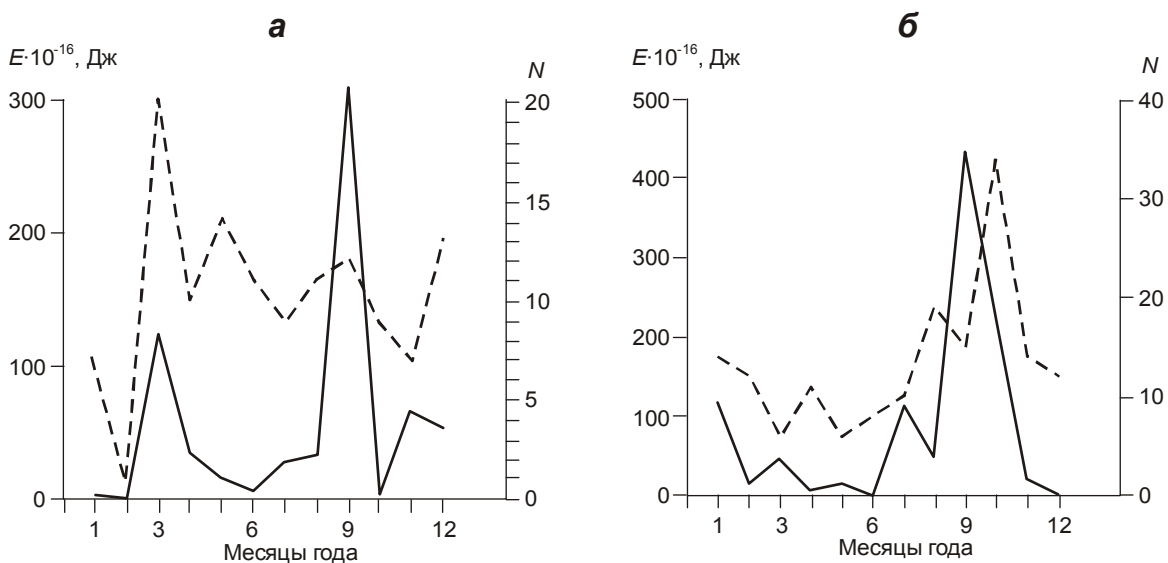
Для оценки устойчивости статистического анализа в качестве контрольного критерия разбраковки выборок был использован максимум числа событий с  $M \geq 6$ , произошедших в каждом месяце 1973–2011 гг.

### Результаты статистической обработки данных

В ходе обработки данных были построены графики, характеризующие сейсмическую активность для каждого года анализируемого 39-летнего периода. Ниже для примера приведены четыре таких графика – два для северной части Тихоокеанского региона (рис. 1) и два для Земли в целом (рис. 2).



**Рис 1.** Характеристики сейсмической активности северной части Тихоокеанского региона в 1975 (а) и 1995 гг. (б). Сплошная линия – графики суммарной сейсмической энергии,  $E \cdot 10^{-16}$ , Дж (левая шкала); штриховая – графики числа событий с  $M \geq 6$ , произошедших в регионе,  $N$  (правая шкала)



**Рис 2.** Характеристики сейсмической активности Земли в целом в 1985 (а) и 2009 гг. (б). Условные обозначения см. на рис. 1

Максимальные значения числа событий  $N$  и суммарной сейсмической энергии  $E$  по месяцам каждого года рассматриваемого периода для Тихоокеанского региона и Земли в целом приведены в табл. 2, вынесенной в конец статьи. В таблице полужирным шрифтом выделены максимальные для года значения анализируемых параметров; в крайнем правом столбце представлены результаты разбраковки выборок – отнесения их к группам I или II. Можно видеть, что для Тихоокеанского региона в группу I по обоим критериям попали 30 выборок, в группу II – 9. Для Земли в целом к группе I отнесены 30 выборок по критерию  $E$  и 31 выборка по критерию  $N$ ; в группу II соответственно – 9 и 8 выборок.

Практически по всем оценкам получены примерно одинаковые результаты. Скорректированное (приведенное к одному временному интервалу) среднее значение расчетной вероятности, подтверждающей достоверность сезонного колебания сейсмической активности, составляет 0.63. Соответственно, вероятность отсутствия сезонных колебаний – 0.37; отношение вычисленных вероятностей –  $\sim 1.7$ .

При объеме выборки, охватывающем 39 лет, оценка доверительных интервалов при вероятности 0.95 по диаграмме Пирсона [Коуден, 1961. С.581] дает следующие результаты: вероятность от 0.53 до 0.75 – подтверждение достоверности сезонных колебаний сейсмической активности, от 0.15 до 0.54 – доверительный интервал альтернативной вероятности. В табл. 3 приведены данные, использованные при статистической обработке, и полученные результаты, позволяющие сделать вывод о достоверности сезонных колебаний.

**Таблица 3.** Результаты статистической обработки

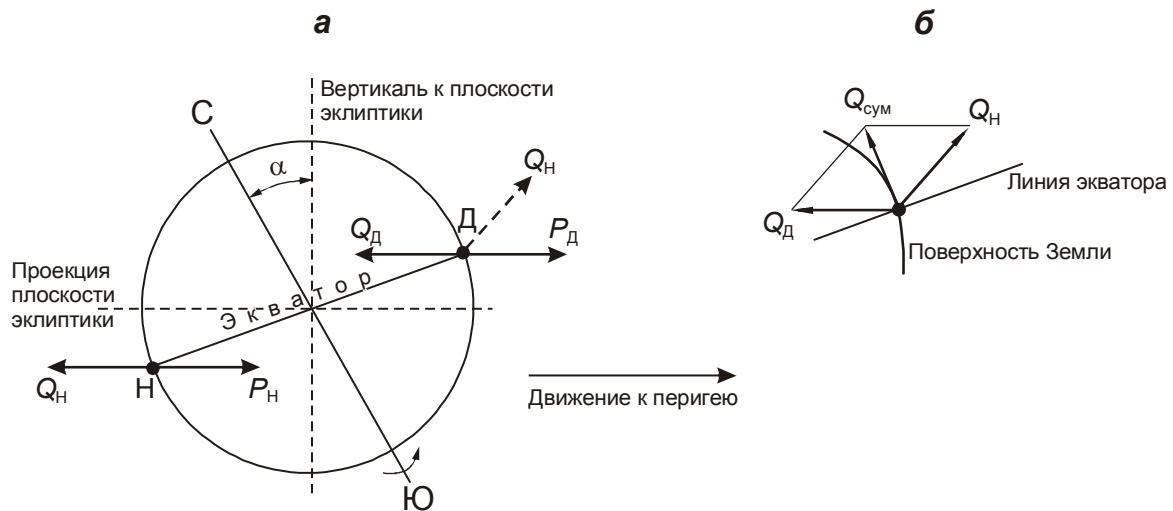
	Северная часть Тихоокеанского региона		Земля в целом	
	Группа I	Группа II	Группа I	Группа II
Число событий с $M \geq 6$ , отобранных для анализа из каталога <i>NEIC</i>	2152		5343	
Разделение выборок на группы по критериям $E$ и $N$	30 ( $E$ )	9 ( $E$ )	30 ( $E$ )	9 ( $E$ )
	30 ( $N$ )	9 ( $N$ )	31 ( $N$ )	8 ( $N$ )
Рассчитанная вероятность	0.77*	0.23*	0.77 ( $E$ ) 0.79 ( $N$ )	0.23 ( $E$ ) 0.21 ( $N$ )
Скорректированная вероятность	0.63*	0.37*	0.63 ( $E$ ) 0.64 ( $N$ )	0.37 ( $E$ ) 0.36 ( $N$ )
Доверительные пределы при вероятности 0.95	0.53– 0.75*	0.15–0.54*	0.53–0.75 ( $E$ ) 0.52–0.81 ( $N$ )	0.15–0.54 ( $E$ ) 0.17–0.50 ( $N$ )

*Примечание.* В скобках – критерии разделения выборок по группам; звездочкой отмечены результаты, совпадающие для обоих критериев.

Число сейсмических событий по Земле в целом, содержащее независимую статистическую составляющую, за исследуемый период в 2.5 раза превышает их число по исследуемой части Тихоокеанского региона, благодаря чему повышается достоверность полученных результатов. Например, если вместо 39 выборок использовать в качестве исходного массива из 60 выборок, величина доверительных интервалов уменьшится на 5–10% при той же средней вероятности основных событий.

### **Влияние наклона оси вращения Земли на величину и направление сил инерции, воздействующих на блоки литосферы**

Рассмотрим схему воздействия сил инерции на некоторый подвижный блок Земли (тектоническую плиту или ее часть) при движении планеты по орбите к перигелию (участок разгона) днем и ночью (рис. 3).



**Рис. 3.** Схема движения Земли по орбите к перигелию на участке разгона (а) и векторная диаграмма, определяющая величину и направление суммарной силы инерции за сутки  $Q_{\text{сум}}$  (б)

Черная точка – положение центра тяжести некоторого подвижного блока (плиты) в середине дня (Д, условно в 12 ч) и ночи (Н, условно в 24 ч);  $\alpha$  – угол наклона земной оси по отношению к плоскости орбиты; СЮ – ось вращения Земли. Остальные обозначения см. в тексте

Для простоты будем полагать, что в 12 ч центр тяжести блока, расположенного на экваторе, сосредоточен в точке Д, а в 24 ч – в точке Н. Направления сил, воздействующих на центр тяжести, определяются векторами сил притяжения блока Солнцем  $P_{\text{Д}}$  (воздействие днем) и  $P_{\text{Н}}$  (воздействие ночью). Векторы сил инерции обозначены на рис. 3 как  $Q_{\text{Д}}$  (день) и  $Q_{\text{Н}}$  (ночь); вектор  $Q_{\text{сум}}$  – равнодействующая дневной и ночной сил. При повороте Земли на  $180^\circ$  вектор  $Q_{\text{Н}}$  занимает положение, обозначенное пунктирной стрелкой. Сложение сил, разнесенных во времени на 12 час, может считаться правомерным вследствие инерционности земных тектонических плит. При суточном вращении равнодействующая силы инерции дважды за один оборот – в 6 и 18 ч – проходит через нуль.

Угол наклона земной оси  $\alpha$  по отношению к плоскости эклиптики составляет  $\approx 23.5^\circ$ ; угол между векторами  $Q_{\text{Д}}$  и  $Q_{\text{Н}}$  –  $2\alpha$  (см. рис. 3) и равен  $\approx 47^\circ$ . Векторы  $Q_{\text{Д}}$  и  $Q_{\text{Н}}$  равны по амплитуде, которую обозначим как  $Q$ , после чего, используя теорему косинусов, найдем величину равнодействующей силы инерции  $Q_{\text{сум}}$  на участке разгона:

$$Q_{\text{сум}} \approx Q\sqrt{2(1 - \cos 2\alpha)} \approx 0.8Q.$$

Оценка направления сил инерции на участке движения по орбите к афелию определяется схемой, идентичной приведенной на рис. 3, с той лишь разницей, что движение имеет обратное направление (от Солнца) и вместо сил притяжения действуют силы торможения.

На участках разгона и торможения скорость движения Земли меняется примерно на 1 км/с. Принимая основное время эффективного изменения скорости равным 100 дням, оценим ускорение  $\bar{u}$  на этих участках как

$$\bar{u} \approx 1/100 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 3600 = 1/8.64 \cdot 10^6 \approx 0.012 \text{ см/с}^2.$$

За счет того, что орбитальные силы инерции действуют в одном направлении, энергия давления, создающая напряжения в наземных блоках, в процессе разгона или торможения суммируется. Таким образом, за 100 дней происходит 100-кратное накопление энергии инерции.

Направление движения конкретной плиты определяется и многими другими физическими факторами – распределенным характером сил инерции, внутренним давлением подстилающих структур астеносферы, вращением Земли, столкновениями с соседними плитами и др. На высоких широтах за счет шарообразной формы Земли составляющая силы инерции, параллельная поверхности планеты, уменьшается, нормальная составляющая – возрастает. На полюсах дневные и ночные силы инерции взаимно компенсируются.

Максимумы “волны” воздействующих на поверхностные подвижные структуры Земли орбитальных дневных и ночных сил инерции перемещаются по поверхностным структурам Земли с суточным циклом в соответствии с вращением планеты, возможно, инициируя волновые сейсмические процессы, обсуждаемые в ряде работ (см., например, [Викулин, 2003]).

### Обсуждение и выводы

По результатам проведенного анализа можно сделать вывод о достоверном подтверждении сезонных колебаний сейсмической активности.

Практически по всем оценкам получены примерно одинаковые результаты. Скорректированное (приведенное к одному временному интервалу) среднее значение расчетной вероятности, подтверждающей достоверность сезонного колебания сейсмической активности, равняется 0.63; соответственно, вероятность отсутствия сезонных колебаний – 0.37; отношение  $0.63/0.37 \approx 1.7$ .

Предлагаемая гипотеза дает физическое объяснение возможного формирования сил воздействия на литосферные плиты Земли при движении по орбите за счет векторного суммирования дневной и ночной составляющей сил инерции. Взаимной компенсации этих составляющих не происходит вследствие наклона оси вращения Земли.

Амплитуда результирующей силы инерции сравнительно невелика – она примерно на два порядка меньше силы лунного притяжения, действующего при формировании морских приливов. Однако за счет однонаправленности сил инерции, энергия напряжений, создаваемых в литосферных блоках, в период разгона или торможения суммируется.

В средних широтах Земли силы давления направлены на север–северо-запад, что не противоречит направлениям подвижки плит в зонах субдукции в северном полушарии. Фактическое направление движения конкретной плиты определяется и другими факторами с учетом ограничения свободы перемещения блоков литосферы, давлением соседних плит.

Рассмотренная гипотеза, по мнению автора, может быть полезной при объяснении сезонных колебаний сейсмической активности, а также явлений, связанных с субдукцией литосферных плит при их контактах в области высоких широт. В частности, субдукции способствует повышенное значение вертикальной составляющей сил инерции для блоков, находящихся в более высоких широтах.

Вероятно, некоторым структурам Земли свойственны релаксационные свойства. В периоды ускорений происходит накопление упругой энергии, затем – ее сброс. Вследствие природной нестабильности “релаксаторов” моменты разрядки могут задерживаться или упреждаться. Тем не менее, внешняя синхронизация процесса силами орбитальной инерции происходит периодически устойчиво. Циклический процесс содержит скрытые частоты с полугодовым периодом. При статистической обработке сейсмических данных как отдельно по Тихоокеанской плите, так по Земле в целом эти частоты выявляются устойчиво.

## Приложение

**Таблица 2.** Максимальные значения параметров  $N$  и  $E \cdot 10^{-6}$  с результатами разбраковки выборок по ним для северной части Тихоокеанского региона и Земли в целом

Год	Параметр	Месяцы												Группа
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
<b>Северная часть Тихоокеанского региона</b>														
1973	$N$			<b>8</b>			<b>7</b>							<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$			32			<b>80</b>							<b>II</b>
1974	$N$					6				6				<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$					<b>4</b>				1,6				<b>I</b>
1975	$N$		3				<b>11</b>			7				<b>II</b>
	$E \cdot 10^{-6}$		<b>53</b>				5			53				<b>I</b>
1976	$N$							4			7			<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$							<b>170</b>			5			<b>I</b>
1977	$N$							11						<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$							<b>260</b>						<b>I</b>
1978	$N$			<b>13</b>							2			<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$			90							<b>158</b>			<b>I</b>
1979	$N$			4		8				8				<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$			<b>49</b>		1				4				<b>I</b>
1980	$N$						7				5			<b>II</b>
	$E \cdot 10^{-6}$						9,7				<b>11</b>			<b>I</b>
1981	$N$	10								4				<b>II</b>
	$E \cdot 10^{-6}$	14,9								<b>21</b>				<b>I</b>
1982	$N$	7					4							<b>II</b>
	$E \cdot 10^{-6}$	<b>24</b>					23							<b>II</b>
1983	$N$					5				<b>10</b>				<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$					<b>110</b>				4				<b>I</b>
1984	$N$			5								<b>5</b>		<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$			<b>5.8</b>								5,6		<b>I</b>
1985	$N$					<b>9</b>				4				<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$					1				<b>300</b>				<b>I</b>
1986	$N$					8								<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$					<b>250</b>								<b>I</b>
1987	$N$										8			<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$										<b>170</b>			<b>I</b>
1988	$N$			4							<b>5</b>			<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$			<b>110</b>							1			<b>I</b>
1989	$N$	<b>5</b>									2	4		<b>II</b>
	$E \cdot 10^{-6}$	1									21	<b>23</b>		<b>II</b>
1990	$N$				7			3						<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$				<b>72</b>			70						<b>I</b>
1991	$N$				5							<b>10</b>		<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$				50							<b>61</b>		<b>II</b>
1992	$N$						<b>11</b>			<b>11</b>				<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$						15			<b>80</b>				<b>I</b>
1993	$N$								7	<b>12</b>				<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$								<b>110</b>	12				<b>I</b>
1994	$N$							8			<b>14</b>		6	<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$							<b>110</b>			1		<b>110</b>	<b>II</b>
1995	$N$				<b>16</b>						12			<b>I</b>
	$E \cdot 10^{-6}$				25						<b>270</b>			<b>I</b>

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1996	N		12				12							I
	$E \cdot 10^{-6}$		20				190							II
1997	N	10												II
	$E \cdot 10^{-6}$	110												II
1998	N					8								I
	$E \cdot 10^{-6}$					32								I
1999	N										11			I
	$E \cdot 10^{-6}$										110			I
2000	N						14							II
	$E \cdot 10^{-6}$						340							II
2001	N	11	11											II
	$E \cdot 10^{-6}$	115	30											II
2002	N										9	9		I
	$E \cdot 10^{-6}$										2	180		I
2003	N					9				6				I
	$E \cdot 10^{-6}$					5				900				I
2004	N									12				I
	$E \cdot 10^{-6}$									34				I
2005	N						5		7					I
	$E \cdot 10^{-6}$						12		10					I
2006	N											10		I
	$E \cdot 10^{-6}$											890		I
2007	N									15				I
	$E \cdot 10^{-6}$									2200				I
2008	N		9					7						I
	$E \cdot 10^{-6}$		2					80						II
2009	N									13				I
	$E \cdot 10^{-6}$									52				I
2010	N							11			7			II
	$E \cdot 10^{-6}$							90			212			I
2011	N			60										I
	$E \cdot 10^{-6}$			16000										I
<b>Земля в целом</b>														
1973	N								14				11	I
	$E \cdot 10^{-6}$								15				128	II
1974	N										14			I
	$E \cdot 10^{-6}$										110			I
1975	N					10					20			I
	$E \cdot 10^{-6}$					500					170			I
1976	N	17										18		I
	$E \cdot 10^{-6}$	700										50		II
1977	N				12				16					I
	$E \cdot 10^{-6}$				500				260					I
1978	N			17								12		I
	$E \cdot 10^{-6}$			100								190		I
1979	N									4		15		I
	$E \cdot 10^{-6}$									170		45		I
1980	N							16			18			I
	$E \cdot 10^{-6}$							380			90			II
1981	N	14											8	II
	$E \cdot 10^{-6}$	17											60	II
1982	N	19											13	II
	$E \cdot 10^{-6}$	30											76	II
1983	N			10							20			I
	$E \cdot 10^{-6}$			170							30			I



Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1984	<i>N</i>		7									12		I
	$E \cdot 10^{-6}$		73									50		I
1985	<i>N</i>			20						14				I
	$E \cdot 10^{-6}$			120						300				I
1986	<i>N</i>							13			11			II
	$E \cdot 10^{-6}$							15			890			I
1987	<i>N</i>										15			I
	$E \cdot 10^{-6}$										170			I
1988	<i>N</i>			9					12			12		I
	$E \cdot 10^{-6}$			110					40			20		I
1989	<i>N</i>					9				10				I
	$E \cdot 10^{-6}$					590				5				I
1990	<i>N</i>					20		8						I
	$E \cdot 10^{-6}$					38		52						II
1991	<i>N</i>				7								16	II
	$E \cdot 10^{-6}$				58								62	II
1992	<i>N</i>					22							12	I
	$E \cdot 10^{-6}$					40							125	II
1993	<i>N</i>								17	24				I
	$E \cdot 10^{-6}$								120	18				I
1994	<i>N</i>										24			I
	$E \cdot 10^{-6}$										900			I
1995	<i>N</i>								25		26			I
	$E \cdot 10^{-6}$								100		280			I
1996	<i>N</i>		24											I
	$E \cdot 10^{-6}$		650											I
1997	<i>N</i>					18					12			I
	$E \cdot 10^{-6}$					30					130			I
1998	<i>N</i>			10		14		14						I
	$E \cdot 10^{-6}$			390		30		20						I
1999	<i>N</i>									16			20	II
	$E \cdot 10^{-6}$									110			4	I
2000	<i>N</i>						25					23		II
	$E \cdot 10^{-6}$						330					490		I
2001	<i>N</i>	16	16				14							II
	$E \cdot 10^{-6}$	200	20				1300							I
2002	<i>N</i>										24	13		II
	$E \cdot 10^{-6}$										50	200		II
2003	<i>N</i>					5				17				I
	$E \cdot 10^{-6}$					10				900				I
2004	<i>N</i>										23	23		I
	$E \cdot 10^{-6}$											24000		II
2005	<i>N</i>	23		16										II
	$E \cdot 10^{-6}$	10		3000										I
2006	<i>N</i>											20		I
	$E \cdot 10^{-6}$											850		I
2007	<i>N</i>			32						27				I
	$E \cdot 10^{-6}$			400						2350				I
2008	<i>N</i>					21	14							I
	$E \cdot 10^{-6}$					23	170							I
2009	<i>N</i>									15	34			I
	$E \cdot 10^{-6}$									440	240			I
2010	<i>N</i>		23	23										I
	$E \cdot 10^{-6}$		7000	1										I
2011	<i>N</i>			70										I
	$E \cdot 10^{-6}$			16300										I

### Благодарности

Автор выражает благодарность члену-корреспонденту РАН Ю.Н. Авсюку за обсуждение работы и сделанные им ценные замечания, старшему научному сотруднику ИФЗ В.И. Понятовской за обработку использованных в статье сейсмических данных.

К сожалению, безвременно ушли из жизни Э.А. Боярский и С.Д. Виноградов, которым автор глубоко признателен за сотрудничество при подготовке статьи.

### Литература

Викулин А.В. Физика волнового сейсмического процесса. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГПУ, 2003. 151 с.

Коуден Д. Статистические методы контроля качества. М.: Физматгиз, 1961. 623 с.

Ломизе М.Г., Хаин В.Е. Геотектоника с основами геодинамики. М.: Изд-во КДУ, 2010. 576 с.

Магницкий В.А. Внутреннее строение и физика Земли. М.: Наука, 2006. 456 с.

Черноглазова Т. Статистика землетрясений 21 века // Chaos and Correlation, *Astrosociotypology Int. J.* 2007. N 6, March 27. <http://earthquake.usgs.gov/research>

#### *Сведения об авторе*

**ЛУЦКИЙ Виктор Александрович** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123995, ГСП-5, Москва, Д-242, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: (499) 254-34-97.

## HYPOTHESIS ON PROBABLE SOURCES OF SEASONAL FLUCTUATIONS OF THE EARTH'S SEISMIC ACTIVITY

V.A. Lutskii

*Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

**Abstract.** Correlation between seasonal fluctuations of seismic activity and the Earth's annual circuit around the Sun which was described currently in several papers has no conclusive explanations. This paper provides an assessment of seasonal fluctuations of seismic activity; a physical explanation of the formation of inertial forces with account of the diurnal rotation of the Earth and evaluation of direction and relative value of such forces.

**Keywords:** seismic events [phenomena], the orbital motion, lithospheric plates, the inertial force, daily rotation of the planet.