

## ПЕРИОДИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ПОЛЮСА ЗЕМЛИ И СВЯЗАННЫЕ С НИМ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

**О.В. Пономарева**

*Камчатский государственный университет им. В. Беринга, Петропавловск-Камчатский, 683032, e-mail: ponomareva\_ov@list.ru*

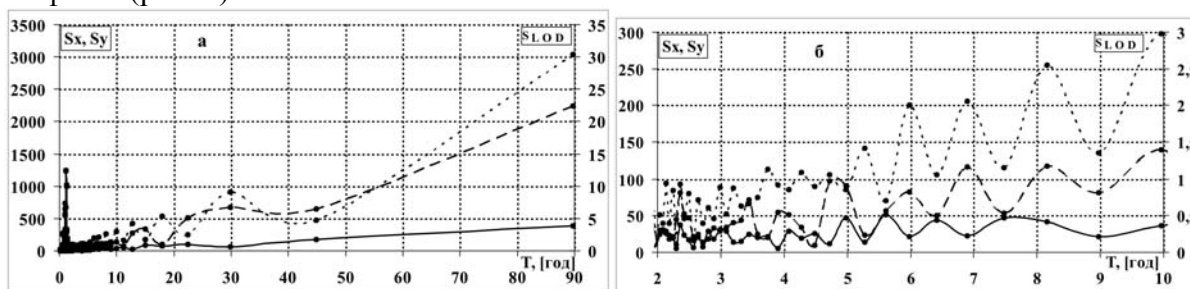
Настоящее исследование проводилось в предположении, что сейсмическая активность Земли и периодическое движение полюса (ПДП) определенным образом связаны между собой.

Методом дискретного преобразования Фурье проведен сравнительный анализ ПДП Земли [2], LOD (length of day) и сейсмической активности некоторых литосферных плит Тихоокеанского сейсмофокального кольца и Альпийско-Гималайского пояса [3].

При анализе ПДП Земли, LOD и сейсмической активности в качестве «реперных» точек были выделены:

- $T = 18.613$  [год] – гармоника, обусловленная гравитационным взаимодействием и взаиморасположением Земли, Луны и Солнца;
- $T = 1.132$  [год] – гармоника, вызванная либрационным движением Луны (по долготе);
- $T = 1.157$  [год] – гармоника, вызванная изменением длительности периодов между последовательными апогеями и перигеями Луны;
- $T = 1.180$  [год],  $T = 1.229$  [год] и  $T = 1.00$  [год] – значения периодов Чандлера и «годовой» составляющей в ПДП Земли;
- $T = 30.0$  [год] – так называемые «биения Марковца»;
- $T = 6.4$  и  $6.9$  [год] – гармоники, обусловленные «квазисингулярными» состояниями ПДП координат  $X_p$  и  $Y_p$  соответственно [5];
- $T = 3.2$  [год],  $T = 1.6$  [год],  $T = 1.035$  [год],  $T = 1.092$  [год] – гармоники, обусловленные действием гравитационного поля планет Солнечной системы [5].

Проведен сравнительный анализ периодограмм временного хода координат ПДП и LOD за (1963 – 2007) гг. по данным IERS. Обнаружено, что периодограммы LOD и  $Y_p$  в диапазоне  $T = (2-30)$  [год] имеют высокую положительную корреляцию и находятся «в фазе» (рис. 1).

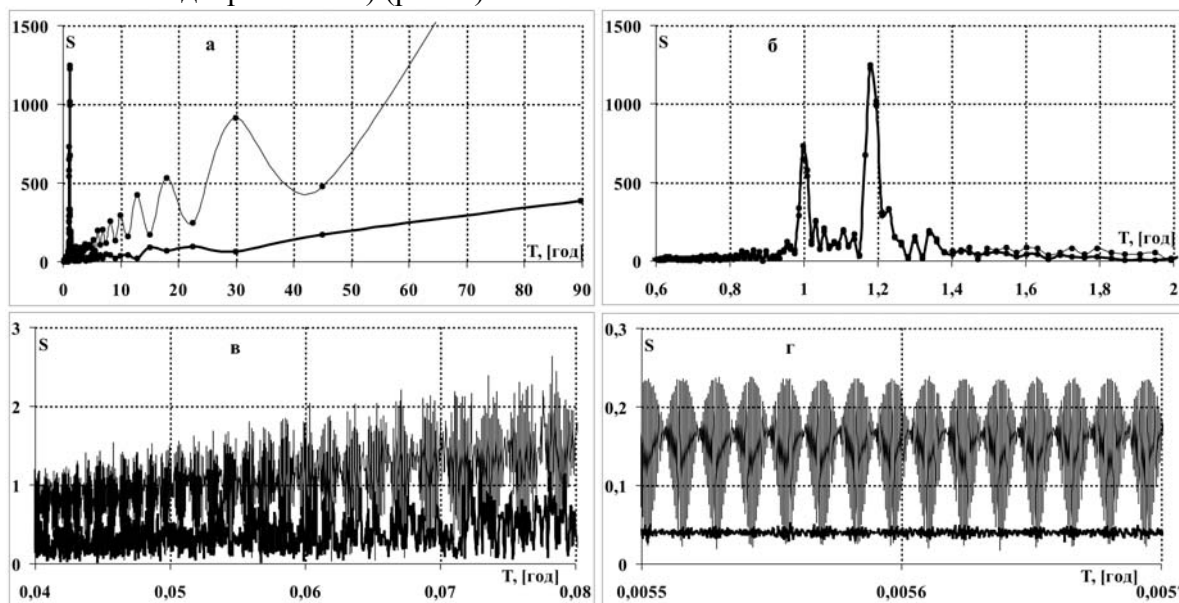


**Рис. 1.** Периодограммы временного хода координат  $X_p$ ,  $Y_p$  ПДП и LOD за (1963 – 2007) гг. Точечная линия –  $Y_p$ , сплошная линия –  $X_p$ , пунктирная линия – LOD: а) в диапазоне  $T = (0-90)$  [год]; б) в диапазоне  $T = (2-10)$  [год]

Проведен сравнительный анализ периодограмм временного хода координат ПДП  $X_p$  и  $Y_p$  за (1962-2007) гг. по данным IERS. Обнаружено, что эти периодограммы значительно различаются (рис. 2).

В «Чандлеровском» диапазоне  $T = (0.9-1.5)$  [год] кривые спектральной плотности  $X_p$  и  $Y_p$  совпадают, в остальных диапазонах – не совпадают принципиально. Периодо-

грамма  $Y_p$  является более детерминированной, наблюдается выраженная «модулированность» колебаний спектральной плотности во всем диапазоне периодов (за исключением «Чандлеровского») (рис. 2).

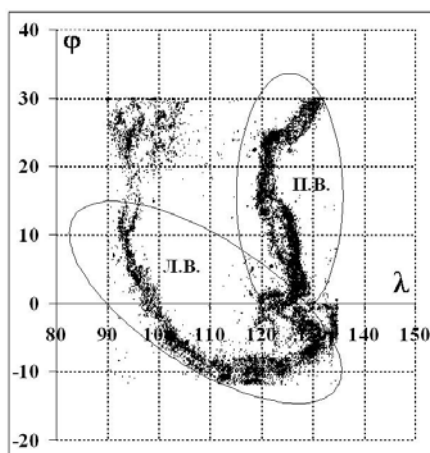


**Рис. 2.** Периодограммы временного хода координат  $X_p$  и  $Y_p$  ПДП за (1962 – 2007) гг. Тонкая линия –  $Y_p$ , утолщенная линия –  $X_p$ : а) в диапазоне  $T = (0-90)$  [год]; б) в «Чандлеровском» диапазоне  $T = (0.6-2.0)$  [год]; в) в диапазоне  $T = (0.04-0.08)$  [год]; г) в диапазоне  $T = (0.0055-0.0057)$  [год]

«Модулированные» колебания спектральной плотности  $Y_p$  имеют выраженный декремент затухания, как по амплитуде, так и периоду. В периодограмме  $X_p$  ничего подобного не наблюдается, она более хаотична (рис. 2). Это говорит о том, что временной ход  $X_p$  и  $Y_p$  ПДП зависит от различных геофизических процессов.

Считается, что высокочастотный диапазон периодограмм ПДП представлен помехами. Но в периодограмме  $Y_p$  наблюдается высокоупорядоченный процесс (рис. 2в, 2г). В настоящее время формируется концепция, в соответствии с которой «ответственными» за высокочастотные компоненты в ПДП являются процессы, связанные с эффектом Доплера (из-за вращения Земли вокруг своей оси).

Сравнительный анализ сейсмической активности Земли и ПДП выполнен на примере событий, произошедших в (2004 - 2007) гг. в Зондской зоне субдукции (Таиландская плита) (рис. 3, табл. 1, по данным ANSS).

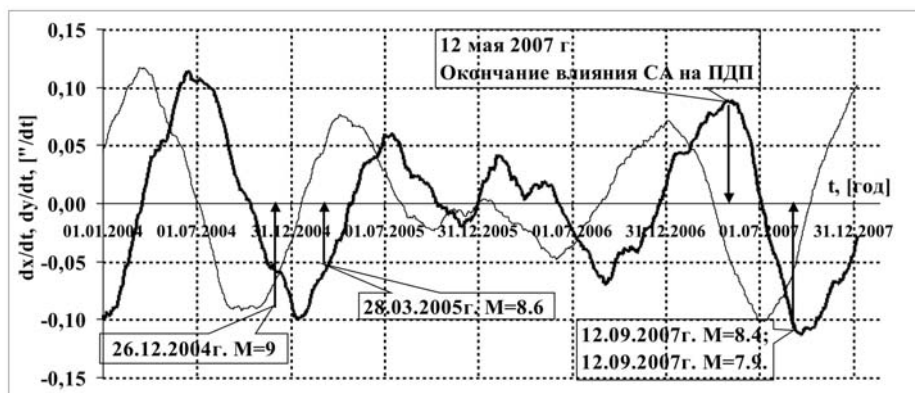


**Рис. 3.** Сейсмическая активность «правой» и «левой ветви» Таиландской плиты.

**Таблица 1.** События, приведшие к возмущению параметров ПДП Земли (отмечены звездочкой).

Дата	Широта, $\varphi$ [ $^{\circ}$ ]	Долгота, $\lambda$ [ $^{\circ}$ ]	Глубина, h [км]	Магнитуда, M
11.11.2004	-8.152	124.868	10.0	7.5
<b>26.12.2004</b>	3.295	95.982	30.0	<b>9.0*</b>
26.12.2004	6.910	92.958	39.2	7.2
<b>28.03.2005</b>	2.085	97.108	30.0	<b>8.6*</b>
24.07.2005	7.920	92.190	16.0	7.2
17.07.2006	-9.284	107.419	20.0	7.7
26.12.2006	21.799	120.547	10.0	7.1
21.01.2007	1.065	126.282	22.0	7.5
<b>12.09.2007</b>	-4.438	101.367	34.0	<b>8.4*</b>
<b>12.09.2007</b>	-2.625	100.841	35.0	<b>7.9*</b>
13.09.2007	-2.130	99.627	22.0	7.0

Событие с  $M = 9.0$  от 26.12.2004 г. и последовавшее вслед за ним событие с  $M = 8.6$  от 28.03.2005 г. привели к значительному возмущению первой производной временного хода только координаты  $X$ р ПДП. Очередные события с  $M = 8.4$  и  $M = 7.9$  от 12.09.2007 г. вновь привели к возмущению первой производной  $X$ р ПДП, продолжающееся по настоящее время (рис. 4).



**Рис. 4.** Влияние сейсмической активности Зондской зоны субдукции на ПДП Земли. Утолщенная линия – производная координаты полюса  $X$ , тонкая линия – производная  $Y$  ПДП.

Таким образом, землетрясение в Зондской зоне субдукции от 26.12.2004 г. и последующие за ним события в этом регионе явились причиной возмущения вектора скорости движения полюса вдоль оси  $X$ .

Несмотря на то, что сейсмическая активность Земли может привести к кратковременным возмущениям ПДП – она не может изменить параметры вращения Земли и участвовать в их «формировании».

Начиная с 60-х годов, сейсмическая активность Земли в целом смещается в сторону т.н. «малой сейсмичности» с  $M < 5$ , что невозможно объяснить одним лишь увеличением числа устанавливаемых сейсмостанций, т.к. в этот период именно «малая сейсмичность» Земли подвержена заметным колебаниям, но с сохранением тенденции к смещению в сторону именно «малой сейсмичности».

В случае Таиландской плиты сейсмическая активность за 1963-2007 гг. «сместилась» с  $M = 5.2$  к  $M = 4.5$  в «левой ветви» ( $\varphi = (-13 - +18)^{\circ}$ ,  $\lambda = (90-135)^{\circ}$  E) (карта сейсмической активности в табл. 1) и с  $M = 5$  к  $M = 4.3$  в «правой ветви» ( $\varphi = (-2 - +35)^{\circ}$ ,  $\lambda = (117-135)^{\circ}$  E) (табл. 2, 3). Таиландская плита разделена на «правую» и «левую ветви» условно, исходя из тектонических особенностей данной зоны. Так, «правая ветвь» Таиландской плиты является южной частью «левой ветви» Филиппинской плиты (рис. 3).

С тем, чтобы литосфера могла бы диссипировать накопленную упругую энергию, в данном случае необходим более чем 10-кратный рост числа событий, но, как показывает анализ, такого роста событий не происходит, энергия продолжает накапливаться, и при достижении определенного ее уровня происходит ее высвобождение, но уже в виде событий с  $M > 8$ , что и наблюдается на Суматре (рис. 5). Эти соображения могут быть положены в основу концепции научного прогнозирования возникновения сейсмической опасности.

Т.к. сейсмическая активность – одна из форм диссипации упругой энергии, необходимо вводить новые параметры, характеризующие сейсмическую активность и сейсмическую опасность и их перемещение по регионам, а именно: в данном промежутке времени, в данном регионе, данном достоверном интервале, с данной вероятностью наступления событий. В связи с этим предлагается ввести понятия:

1. сейсмическая энергия, выделившаяся за единичный промежуток времени;
2. удельная сейсмическая энергия, отнесенная к одному событию;
3. угол между линейными трендами вышеупомянутых характеристик.

**Таблица 2.** Сейсмическая активность «левой ветви» Таиландской плиты (1963 – 2007) гг.

M	1963-67	1968-72	1973-77	1978-82	1983-87	1988-92	1993-97	1998-02	2003-07
3	0	0	1	4	13	1	12	3	4
3.5	2	0	1	46	85	28	199	37	66
4	4	2	9	174	301	190	973	385	1425
4.5	92	31	163	552	905	865	<b>1978</b>	<b>2004</b>	<b>6161</b>
5	364	268	678	<b>949</b>	<b>1379</b>	<b>1463</b>	1491	1944	4306
5.5	<b>428</b>	<b>505</b>	<b>713</b>	529	595	577	451	513	1056
6	112	128	219	120	80	129	135	149	251
6.5	38	16	36	25	10	17	32	31	72
7	4	3	8	8	1	1	13	9	15
7.5	0	1	0	1	0	1	3	3	7
8	0	1	2	0	0	0	1	4	5
8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Neq	<b>1044</b>	<b>955</b>	<b>1830</b>	<b>2408</b>	<b>3369</b>	<b>3272</b>	<b>5288</b>	<b>5082</b>	<b>13372</b>

**Таблица 3.** Сейсмическая активность «правой ветви» Таиландской плиты (1963 – 2007) гг.

M	1963-67	1968-72	1973-77	1978-82	1983-87	1988-92	1993-97	1998-02	2003-07
3	0	0	0	2	0	0	2	1	5
3.5	0	1	0	4	7	31	72	48	97
4	9	10	35	146	143	203	759	524	738
4.5	177	156	220	567	741	1072	<b>2432</b>	<b>2084</b>	<b>2674</b>
5	<b>571</b>	<b>687</b>	<b>772</b>	<b>1213</b>	<b>1382</b>	<b>1791</b>	1789	1621	1554
5.5	483	608	604	490	573	614	478	452	344
6	135	121	115	101	104	126	134	131	83
6.5	25	24	22	23	20	20	39	36	30
7	6	13	8	2	3	6	20	8	4
7.5	2	4	2	1	0	0	5	6	3
8	2	0	1	0	1	0	1	1	0
8.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Neq	<b>1410</b>	<b>1624</b>	<b>1779</b>	<b>2549</b>	<b>2974</b>	<b>3864</b>	<b>5731</b>	<b>4912</b>	<b>5532</b>

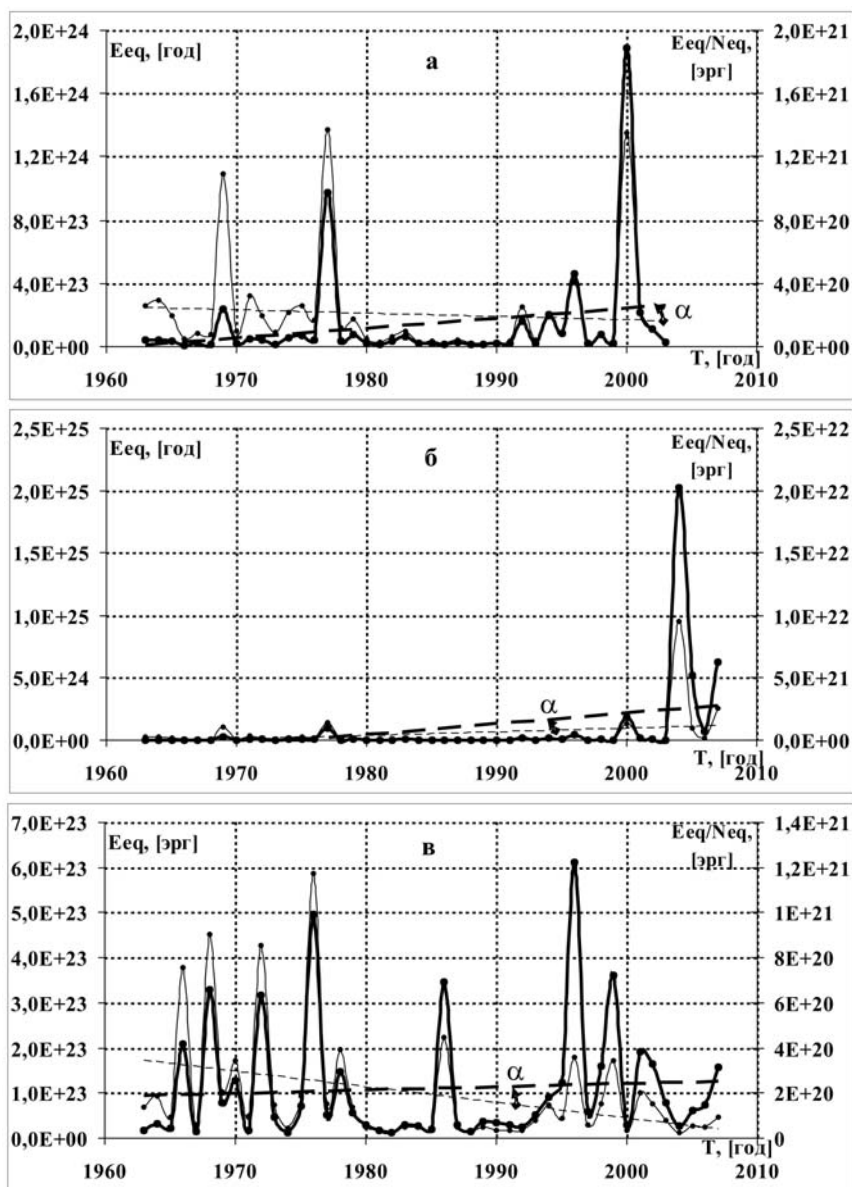
Линейные тренды кривых – энергии, выделившейся за единицу временного периода и удельной энергии, отнесенной к одному событию – должны быть параллельны друг другу: в случае, когда обе энергии стабилизированы и угол  $\alpha$  между трендами стремится к нулю (рис. 6). Тогда наступление события с большой магнитудой  $M > 8$  не ожидается.

Увеличение сейсмической опасности происходит тогда, когда падает величина удельной энергии на одно событие, угол  $\alpha$  возрастает (рис. 5). В этом случае происходит накопление сейсмической энергии, т.к. ее высвобождение не изменяется во времени. И чем больше угол  $\alpha$  – тем в более неравновесном состоянии находится система, тем крупнее событие необходимо ожидать; угол  $\alpha$  будет пропорционален ожидаемой магнитуде.

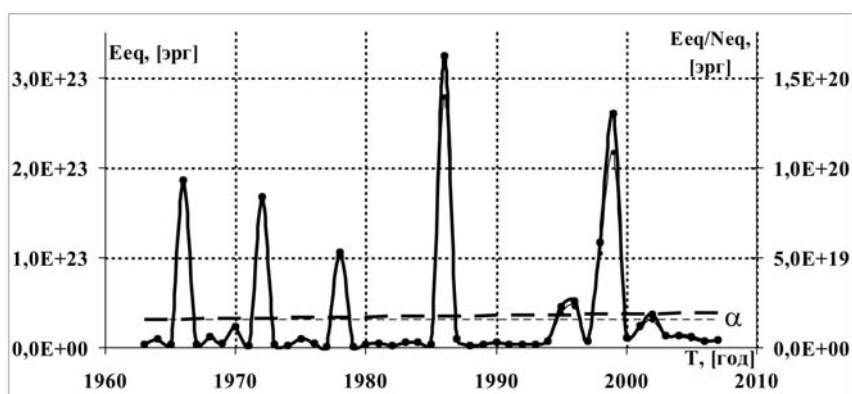
Отсюда следует, что в «правой ветви» Таиландской плиты ожидается сильное событие (рис. 5в).

Предыдущее сильное событие произошло в «левой ветви» Таиландской плиты, а именно на о. Суматра в (2004-2007) гг. На рис. 5а, до указанного события, угол  $\alpha$  достаточно велик, что говорит о сейсмической опасности в этом регионе. После рассматриваемого события часть накопленной упругой энергии высвободилась, угол  $\alpha$  заметно уменьшился (рис. 5б), сейсмическая опасность снизилась.

В случае сейсмической активности северной части «левой ветви» Филиппинской плиты ( $\varphi = (22-35)^\circ$ ,  $\lambda = (119-133)^\circ$  E) угол  $\alpha$  очень мал (рис. 6), что говорит об устоявшихся процессах накопления и высвобождения упругой энергии событиями с магнитудами  $M = 7-8$  (по данным каталога ANSS).



**Рис. 5.** Характеристика сейсмической активности Таиландской плиты за (1963 – 2007) гг. Утолщенная линия и ее тренд – энергия, выделившаяся за 1 год; тонкая линия и ее тренд – удельная энергия, отнесенная к одному событию за 1 год: а) «левая ветвь» перед событиями в (2004-2007) гг. на о. Суматра; б) «левая ветвь», включая события в (2004 - 2007) гг. на о. Суматра; в) «правая ветвь». Величина выделившейся энергии рассчитана по формуле Гуттенберга-Рихтера.



**Рис. 6.** Характеристика сейсмической активности северной части «левой ветви» Филиппинской плиты за (1963 – 2007) гг. Утолщенная линия и ее тренд – энергия, выделившаяся за 1 год; тонкая линия и ее тренд – удельная энергия, отнесенная к одному событию за 1 год.

Проведенный анализ выявил значительные различия в сейсмической активности различных окраин Филиппинской плиты. Это может происходить по причине отличающейся кинематики движений различных частей Филиппинской плиты, т.к. кинематика определяется «устройством» зоны взаимодействия литосферных плит, их различной толщиной и жесткостью.

Если удельная сейсмическая энергия на одно событие падает, то сейсмическая активность будет смещаться в сторону «малых» магнитуд, и будет возрастать сейсмическая опасность в данном регионе.

Сейсмическая опасность будет характеризоваться и распределением событий по магнитуде за один год в данном регионе. В случае, когда рассматриваемое распределение от года к году не изменяется, это будет говорить о том, что процесс накопления и высвобождения энергии – устоявшийся динамический процесс, система возвращается всякий раз в состояние равновесия и сильных событий не ожидается.

Аналогично, необходимо рассмотреть и распределение событий по глубине за равные промежутки времени в данном регионе, и проанализировать баланс событий.

Проведен анализ сейсмической активности Китая в связи с событием от 12.05.2008 г. в провинции Сичуань, стоящее в ряду крупных событий, произошедших в этом регионе с 1963 г. (рис. 7, табл. 4). Угол  $\alpha$  между линейными трендами энергии, выделившейся за 1 год, и удельной энергии, относимой к одному событию, довольно велик (рис. 8), т.е. на конец 2007 г. сейсмическая опасность данного региона (оцениваемая предлагаемым методом) была высока, необходимо было готовиться к сильному событию, которое в итоге и произошло.

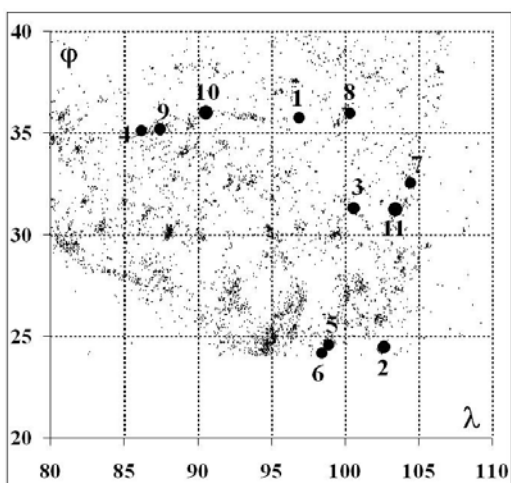


Рис. 7. Сейсмическая активность Китая.

Таблица 4. Сейсмическая активность Китая за (1963 – 2007) гг. по данным ANSS.

	Дата	$\phi$ , [°]	$\lambda$ , [°]	h, [км]	M
1	19.04.1963	35.70	96.90	1.94	7.0
2	04.01.1970	24.14	102.50	31.00	7.5
3	06.02.1973	31.40	100.58	3.10	7.4
4	14.07.1973	35.18	86.48	3.24	6.9
5	29.05.1976	24.57	98.95	8.00	6.9
6	29.05.1976	24.53	98.71	10.00	7.0
7	16.08.1976	32.75	104.16	16.00	6.9
8	26.04.1990	35.99	100.25	8.10	6.9
9	08.11.1997	35.07	87.33	54.73	7.5
10	14.11.2001	35.95	90.54	10.00	7.8
11	12.05.2008	31	103.5	18	8.1

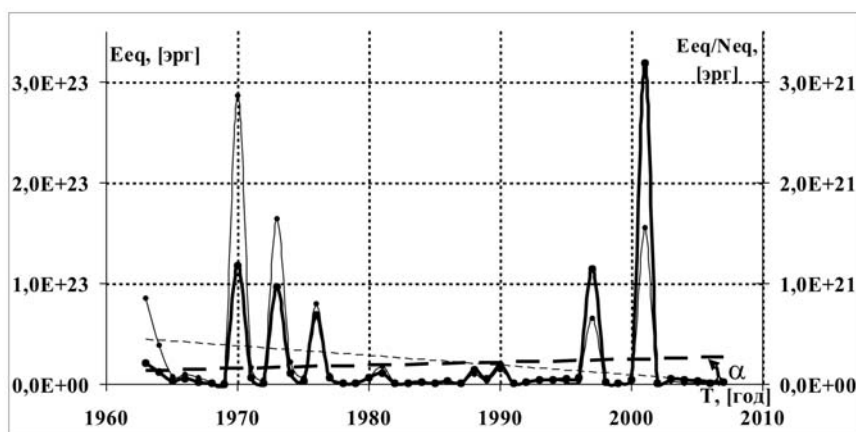


Рис. 8. Характеристика сейсмической активности Китая за (1963 – 2007) гг. Утолщенная линия и ее тренд – энергия, выделившаяся за 1 год; тонкая линия и ее тренд – удельная энергия, относимая к одному событию за 1 год.

Проведен сравнительный корреляционный анализ периодограмм временного хода координат ПДП, LOD и сейсмической активности Тихоокеанского сейсмофокального кольца (ТСФК) и Альпийско-Гималайского пояса (АГП) (по данным ANSS) в «долгопериодном» диапазоне  $T = (90.0-2.0)$  [год], в «Чандлеровском» диапазоне  $T = (2.0-0.9)$  [год] и в «сезонном»  $T = (1.1-0.1)$  [год] за (1962 – 2007) гг. (табл. 5-7).

**Таблица 5.** Корреляция периодограмм ПДП, LOD и сейсмической активности ТСФК и АГП в «долгопериодном» диапазоне  $T = (90.0-2.0)$  [год].

$T=(90.0-2.0)$ [год]	ККЖ	ККФ Ж	Филип ветвь	Алеут. о-ва	Плита Берин- гия	Плита Наска	АГП M= (3-3.9)	АГП M= (4-4.9)	АГП M= (5-5.9)	АГП M= (6-6.9)	Хр	Ур	LOD
Курило-Камч. желоб	1												
Курило-Камч.- Филип. желоб	0.975	1											
Филипп. ветвь	0.89	0.93	1										
Алеут. о-ва	0.739	0.768	0.825	1									
Плита Берин- гия	0.805	0.824	0.874	0.98	1								
Плита Наска	0.901	0.945	0.937	0.822	0.854	1							
АГП M=(3-3.9)	0.839	0.873	0.901	0.812	0.882	0.88	1						
АГП M=(4-4.9)	0.848	0.87	0.823	0.601	0.684	0.808	0.887	1					
АГП M=(5-5.9)	0.674	0.711	0.664	0.49	0.554	0.667	0.719	0.763	1				
АГП M=(6-6.9)	0.517	0.482	0.404	0.21	0.264	0.392	0.429	0.492	0.545	1			
Координата Хр	<b>0.814</b>	<b>0.853</b>	<b>0.909</b>	<b>0.762</b>	<b>0.835</b>	<b>0.865</b>	<b>0.963</b>	<b>0.876</b>	<b>0.664</b>	<b>0.403</b>	1		
Координата Ур	<b>0.9</b>	<b>0.928</b>	<b>0.925</b>	<b>0.744</b>	<b>0.803</b>	<b>0.909</b>	<b>0.925</b>	<b>0.952</b>	<b>0.741</b>	<b>0.453</b>	0.914	1	
LOD	0.885	0.913	0.936	0.785	0.849	0.908	0.959	0.927	0.682	0.435	0.956	0.966	1

ККЖ – Курило-Камчатский желоб, ККФЖ – Курило-Камчатско-Филиппинский желоб.

**Таблица 6.** Корреляция периодограмм ПДП, LOD и сейсмической активности ТСФК и АГП в «Чандлеровском» диапазоне  $T = (2.0-0.9)$  [год].

$T=(2.0-0.9)$ [год]	ККЖ	ККФ Ж	Филип ветвь	Алеут. о-ва	Плита Берин- гия	Плита Наска	АГП M= (3-3.9)	АГП M= (4-4.9)	АГП M= (5-5.9)	АГП M= (6-6.9)	Хр	Ур	LOD
Курило-Камч. желоб	1												
Курило-Камч.- Филип. желоб	0.79	1											
Филипп. ветвь	-0.078	0.016	1										
Алеут. о-ва	-0.133	-0.003	-0.146	1									
Плита Берин- гия	-0.104	-0.067	-0.186	0.676	1								
Плита Наска	0.063	-0.004	-0.31	-0.037	-0.105	1							
АГП M=(3-3.9)	0.243	0.15	0.062	-0.301	-0.165	-0.074	1						
АГП M=(4-4.9)	-0.047	-0.036	-0.023	-0.001	-0.17	-0.045	0.191	1					
АГП M=(5-5.9)	0.104	0.042	-0.154	0.024	-0.12	0.208	-0.014	0.278	1				
АГП M=(6-6.9)	-0.057	-0.2	0.04	-0.176	-0.172	0.033	0.067	0.246	0.14	1			
Координата Хр	0.016	0.016	-0.051	<b>0.184</b>	<b>0.129</b>	<b>0.365</b>	-0.114	0.135	<b>0.242</b>	-0.005	1		
Координата Ур	0.022	0.019	-0.064	<b>0.183</b>	<b>0.155</b>	<b>0.363</b>	-0.13	0.135	<b>0.261</b>	-0.026	0.994	1	
LOD	0.108	-0.124	0.02	0.061	-0.267	0.156	0.021	0.059	0.111	0.066	0.336	0.29	1

Высокая корреляция наблюдается в «долгопериодном» диапазоне ПДП, LOD и сейсмической активности (табл. 5), с  $T = 30$  [год];  $T = 18$  [год];  $T = 10$  [год];  $T = 6.9$  [год] – для координаты полюса Ур и  $T = 6.4$  [год] – для координаты Хр, что говорит о взаимосвязанности процессов в этом диапазоне.

В «Чадлеровском» диапазоне  $T = (2.0-0.9)$  [год] ПДП, LOD и сейсмическая активность между собой не связаны (табл. 6). Обнаружена незначительная корреляция между координатой полюса  $Y_p$  и сейсмической активностью плиты Наска.

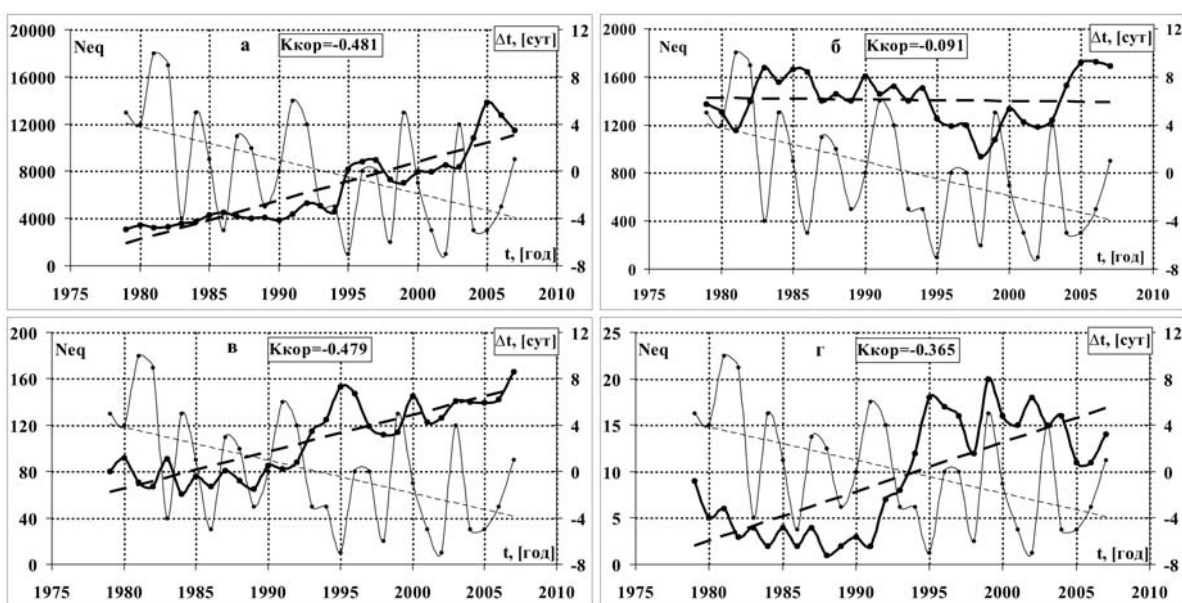
Опосредованно через корреляционный анализ процессов, подверженных сезонным изменениям, рассмотрена «сезонность» сейсмической активности.

Слабая «сезонность» с низкими коэффициентами корреляции наблюдается лишь в сейсмической активности Алеутских островов и плиты Наска (табл. 7). Т.е. «сезонность» в сейсмической активности не наблюдается.

**Таблица 7.** Корреляция периодограмм ПДП, LOD и сейсмической активности ТСФК и АГП в «сезонном» диапазоне  $T = (1.1-0.1)$  [год].

$T=(1.1-0.1)$ [год]	ККЖ	ККФ Ж	Филип ветвь	Алеут. о-ва	Плита Берин- гия	Плита Наска	АГП M= (3-3.9)	АГП M= (4-4.9)	АГП M= (5-5.9)	АГП M= (6-6.9)	Xp	Yp	LOD
Курило-Камч. желоб	1												
Курило-Камч.- Филип. желоб	0.856	1											
Филипп. ветвь	-0.014	0.013	1										
Алеут. о-ва	0.122	0.18	0.1	1									
Плита Берин- гия	0.121	0.173	0.058	0.737	1								
Плита Наска	0.036	0.086	0.07	0.137	0.11	1							
АГП M=(3-3.9)	0.016	0.046	-0.029	-0.081	-0.083	-0.028	1						
АГП M=(4-4.9)	-0.046	-0.021	0.003	-0.032	-0.008	0.012	0.379	1					
АГП M=(5-5.9)	0.015	0.015	-0.032	-0.008	0.031	0.025	0.246	0.51	1				
АГП M=(6-6.9)	0.011	0.004	0.007	0.007	0.054	0.01	0.091	0.302	0.208	1			
Координата Xp	0.151	0.104	0.125	<b>0.38</b>	0.172	<b>0.232</b>	-0.06	-0.012	0.022	-0.011	1		
Координата Yp	0.145	0.103	0.109	<b>0.382</b>	0.175	<b>0.229</b>	-0.06	-0.005	0.031	-0.015	0.991	1	
LOD	0.18	0.137	0.118	<b>0.352</b>	0.233	0.184	-0.082	-0.082	-0.034	-0.021	0.722	0.704	1

Ранее в [4] было показано влияние динамики таяния-оледенения полярных областей Земли с периодами  $T = 1.18$  [год],  $T = 1.22$  [год] на ПДП и корреляция этой динамики с сейсмической активностью Земли (рис. 9, табл. 8).



**Рис. 9.** Связь сейсмической активности Земли за (1979-2007) гг. (утолщенная линия и ее тренд) с динамикой ледового покрова Антарктиды (экскурсия оледенения – тонкая линия и ее тренд): а)  $M = 4-5$ ; б)  $M = 5-6$ ; в)  $M = 6-7$ ; г)  $M > 7$ .



**Таблица 8.** Сравнительные характеристики динамики ледового покрова Антарктиды и числа событий за (1979 - 2007) гг. (по каталогам, составленным по данным ANSS и NEIC).

Год	Экспедиция даты начала оледенения *)	Экспедиция даты начала таяния **)	Neq, M>7 (NEIC)	Neq, M>7 (ANSS)	Neq, M=(6-7) (ANSS)	Neq, M=(5-6) (ANSS)	Neq, M=(4-5) (ANSS)
1979	5	8	13	9	80	1371	3098
1980	4	-2	14	5	92	1308	3445
1981	10	-21	13	6	71	1156	3234
1982	9	-4	10	3	67	1392	3283
1983	-4	5	14	4	91	1674	3576
1984	5	2	8	2	61	1559	3708
1985	1	-12	14	4	76	1663	4324
1986	-5	5	6	2	67	1639	4502
1987	3	6	11	4	81	1403	4186
1988	2	-3	8	1	72	1455	3995
1989	-3	-1	7	2	65	1402	4116
1990	0	-21	18	3	85	1607	3858
1991	6	20	18	2	82	1457	4403
1992	4	0	24	7	88	1524	5310
1993	-3	-3	16	8	115	1401	5096
1994	-3	6	15	12	125	1507	4592
1995	-7	-5	25	18	153	1251	8204
1996	0	-7	22	17	147	1187	8822
1997	0	2	20	16	119	1194	8945
1998	-6	13	17	12	112	937	7295
1999	5	5	22	20	114	1075	7027
2000	-1	-3	20	16	145	1328	7974
2001	-5	-6	18	15	123	1223	7984
2002	-7	-10	13	18	126	1185	8534
2003	4	-5	17	15	141	1241	8372
2004	-5	0	16	16	140	1527	10803
2005	-5	11	12	11	139	1717	13812
2006	-3	-3	12	11	142	1727	12765
2007	1	-5	19	14	166	1688	11502

\*) в сутках, отсчитывается от медианы начала оледенения (22 февраля); средний период оледенения Антарктиды равен 215 (215.46) суток;

\*\*) в сутках, отсчитывается от медианы начала таяния (25 сентября); средний период таяния Антарктиды равен 150 (149.56) суток.

Из анализа следует, что сейсмическая активность Земли зависит от динамики ледового покрова Антарктиды (вес льда Антарктиды превышает вес воды Северного Ледовитого океана в 1.5 раза – т.е. налицо антиподальность полушарий Земли). Таяние льдов Антарктики определяет динамику ПДП.

Отрицательная корреляция свидетельствует о конечной добротности Земли, которая демонстрирует динамический отклик изменением сейсмической активности с отставанием по времени.

Т.к. собственно сейсмическая активность слабо предсказуема, а динамика льдов Антарктиды вполне детерминирована, целесообразно говорить о «модулирующем» влиянии ледового покрова Антарктиды на сейсмичность Земли.

Дальнейший анализ показал следующее:

а) максимальная взаимосвязь сейсмической активности и ПДП Земли наблюдается в материковых «ветвях» литосферных плит по сравнению с их океаническими «ветвями»;

б) во всех исследуемых зонах ТСФК присутствуют 30-, 18-, 10- и 6-летние гармоники в периодограммах сейсмической активности;

в) сейсмическая активность материковой части литосферных плит со стороны Америки и сейсмическая активность океанической части плит со стороны Евразии характеризуются активностью в «Чандлеровском» диапазоне  $T = (0.9-1.5)$  [год];

г) очевидно – за динамику  $X_p$  и  $Y_p$  в ПДП ответственны разные геофизические процессы. Это обнаруживается во влиянии события от 26.12.2004 г. на динамику именно  $X_p$ , а не на  $Y_p$ . В то же время именно в периодограмме  $Y_p$  в высокочастотной области определенные геофизические процессы ответственны за упорядоченность и «модулированность».

NB. В настоящее время формируется концепция, в соответствии с которой Земля, обладающая конечной добротностью, при суперпозиции динамических откликов на различные геофизические процессы, «проявляет» резонансные свойства в периоды между «квазисингулярными» состояниями ПДП.

Разрабатывается математический аппарат, который позволит при анализе временного хода элементов движения Земли выделить резонансные составляющие в ПДП и соотнести их с сейсмичностью Земли.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Викулин А.В., Кролевец А.Н. Чандлеровское колебание полюса и сеймотектонический процесс // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 6. С. 996-1009.
2. Данные параметров вращения Земли – IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) <http://www.iers.org/MainDisp.csl?pid=36-9>.
3. Каталог сейсмической активности Земли – ANSS (Composite Earthquake Catalog) <http://www.ncedc.org/anss/catalog-search.html/>.
4. Пономарева О.В. Динамика ледового покрова Арктики и Антарктики, ее связь с периодическим движением полюса (ПДП) Земли и сейсмической активностью // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Первая региональная научно-техническая конференция. Петропавловск-Камчатский. 11-17 ноября 2007 г. Тезисы докладов. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН. 2007. С. 22.
5. Пономарева О.В. О механизме возмущения периодического движения полюса Земли планетами Солнечной системы. Материалы ежегодной конференции, посвященной дню вулканолога. – Петропавловск-Камчатский: Издательство ИВиС ДВО РАН, 2007. С. 202-213.

#### PERIODIC MOTIONS OF THE EARTH'S POLE AND RELATED SEISMIC PROCESSES

##### O.V. Ponomareva

*Vitus Bering Kamchatka State University, 4 Pogranichnaya St., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683032, Russia, e-mail: ponomareva\_ov@list.ru*

With the Fourier` method had been lead comparative analysis Earth` pole periodic movement – Earth` PPM, LOD and seismic activity of the some lithospheric plates of the Pacific seismic-focal ring and the Alpine-Himalaya folded belt.

The events which have occurred in (2004-2007) in Sunda` subduction zone, were the reason of indignation of a vector of speed of movement of a pole along axis X. Seismicity of the Earth leads to indignations Earth` PPM. It is offered to enter the new parameters describing seismic danger: the seismic energy which has allocated for the period of time; the specific seismic energy carried to one seismic event; a corner between linear trends mentioned above characteristics. High correlation in periodograms of coordinates Earth` PPM, LOD and seismic activity is observed in «longperiodic» range ( $T = (90.0-2.0)$  [year]). In period «Chandler movement of a pole» ( $T = (2.0-0.9)$  [year]) Earth` PPM and seismic activity among themselves are not connected. «Seasonal prevalence» of seismic activity is absent. Seismic activity of the Earth depends on dynamics of an ice cover of Antarctica. Thawing of ices of Antarctic defines dynamics Earth` PPM.