

ДВИЖЕНИЕ ПОЛЮСА ЗЕМЛИ И СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В 2001 – 2005 гг.

Изучен характер движения среднего полюса Земли в связи с сильнейшими землетрясениями 2003 – 2004 гг. Оказалось, что значительные (около 0,6 м) смещения среднего полюса произошли в 2000 – 2002 гг., т.е. предшествовали сильнейшим сейсмическим событиям. Выявлено также, что моменты землетрясений тесно связаны с фазой периодического движения полюса на данном меридиане и происходят чаще всего вблизи максимумов и минимумов этого движения. Из 21 сильных землетрясений 2001 – 2005 гг. 16 (76 %) произошли вблизи экстремумов движения полюса. Полученные результаты могут быть полезны при прогнозировании землетрясений.

Ключевые слова: землетрясения, сейсмическая активность, движение полюса, неравномерности вращения Земли.

Дискуссия о связи движения полюсов и неравномерности вращения Земли с сейсмичностью активно велась в 60 – 70-х гг. прошлого столетия (Яцкив и др., 1976). Как правило, рассматривалось влияние землетрясений на движение полюса, в частности, вопрос о сейсмическом возбуждении чандлеровского движения полюса. Действительно, сильнейшие землетрясения могут вызывать движение земной коры, перераспределять океанические массы, а, следовательно, изменять положение оси вращения внутри Земли. Были получены противоречивые результаты и сделан вывод, что точность наблюдений того времени была недостаточна для решения этого вопроса. С тех пор точность наблюдений значительно возросла, а в 2003 – 2004 гг. произошли два сильнейших землетрясения – в Горном Алтае (27 сентября 2003 г.) и вблизи острова Суматра (25 декабря 2004 г.). Магнитуда обоих землетрясений достигала 9. Первое из них, хотя и прошло практически незамеченным из-за малонаселенности места события, является неординарным. По данным Института геофизики Сибирского отделения РАН, подобной силы толчки в сибирской зоне могут происходить с частотой раз в 150 лет. Второе было катастрофическим и привело к многочисленным жертвам в странах Юго-Восточной Азии. Это пятое по мощности землетрясение, зафиксированное на Земле с 1900 года, и самое сильное после стихийного бедствия в 1964 г. на Аляске.

Произошли ли изменения в положении полюса Земли в результате этих событий? Ответ на этот вопрос следует искать в изучении вариаций так называемого «среднего полюса» – изменений, которые остаются после исключения периодических колебаний с амплитудой 0,1" – 0,3".

Для анализа были рассмотрены координаты полюса (X и Y) Международной службы вращения Земли за 1995 – 2007 гг. (IERS..., 1994 – 2007). Характер движения полюса отдельно по X и Y за этот период времени дан на Рис. 1.

Изменения амплитуды периодического движения полюса происходит из-за интерференции двух основных колебаний с близкими периодами – годового и чандлеровского с периодом 1,2 года. Заметим, что амплитуды

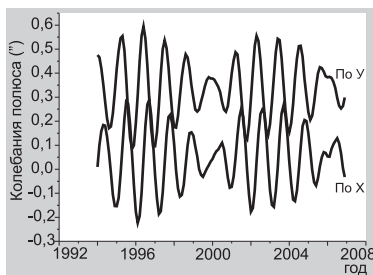


Рис. 1. Координаты полюса Земли по данным Международной Службы вращения Земли.

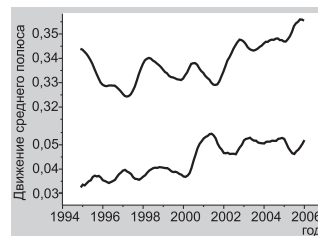
и начальные фазы этих составляющих движения полюса не постоянны и меняются со временем. На рисунке 1 видно, что суммарная амплитуда периодического движения полюса после 2000 г. несколько уменьшилась. Для исключения периодического движения было применено линейное преобразование Орлова–Сахарова (Сахаров, 1972), в результате чего были вычислены положения среднего полюса (непериодического движения оси вращения в теле Земли) с интервалом 0,1 года. Изменения положения среднего полюса отдельно по координатам X и Y приведены на Рис. 2.

Для большей наглядности масштаб по вертикальной оси увеличен в несколько раз по сравнению с Рис. 1. Оказалось, что резкие изменения в направлении, скорости и величине смещения среднего полюса произошли в 2000 – 2002 гг. В интервале с 2000,2 по 2001,2 произошло смещение полюса на 0,051" (0,57 м) по оси X (вдоль меридиана), а затем с 2001,8 по 2002,6 г., полюс сместился на 0,019" (0,57 м) к западу по оси Y. С 2003 года движение среднего полюса практически прекратилось. В интервале 2003 – 2006 гг. оно не превышает 0,001" (0,03 м). Обычно периодическое движение полюса (полодию), а также движение среднего полюса на графиках дают в векторном виде. Такое представление (Рис. 3) делает сказанное выше особенно наглядным. На рисунке 3 даны осредненные для каждого года отклонения значений среднего полюса от средних величин X и Y за 1995 – 2007 гг., равных 0,043" и 0,337" соответственно.

Таким образом, изменения в положении среднего полюса Земли предшествовали, а не следовали за самыми значительными сейсмическими событиями начала 21 века. Да и в целом нарастание сейсмической активности началось после 2002 года. В 2001 г. произошло 2 сильных землетрясения с магнитудой 7 и более (Сальвадор, Индия), в 2002 – 2 землетрясения (Таджикистан, Тайвань), в 2003 их было уже 5 (в том числе и землетрясение в Горном Алтае), в 2004 – 5 землетрясений (в том числе и вблизи о. Суматра), в 2005 – 4 (опять Суматра, Иран, Япония, Пакистан).

Следует расширить временной интервал для изучения связи сильнейших землетрясений с флуктуациями в движении среднего полюса насколько это возможно. Подтверждение такой их

Рис. 2. Движение среднего полюса Земли (в секундах дуги) по X и Y.



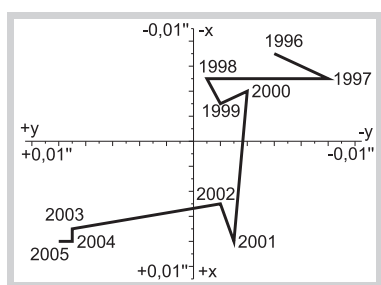


Рис. 3. Движение среднего полюса.

связи было бы полезно для среднесрочного прогноза сильнейших землетрясений.

Выявлен еще один интересный аспект взаимосвязи

движения полюса и землетрясений. Оказалось, что моменты землетрясений тесно связаны с фазой периодического движения полюса на данном меридиане, и происходят чаще всего вблизи максимумов или минимумов этого движения (Рис. 4). На рисунке 4 для трех пунктов приведены графики изменения астрономической широты (проекции движения полюса на данный меридиан), вычисленной по известной формуле Костинского:

$$\Delta\varphi = X \cos\lambda + Y \sin \lambda,$$

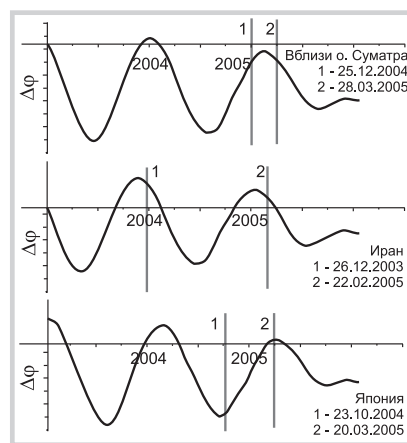
где X и Y – координаты полюса; λ – долгота пункта землетрясения.

Моменты землетрясений на графиках изменения широты показаны черточками. Конечно, не все землетрясения происходят вблизи экстремумов. Некоторые из них попадают и в среднюю часть синусоиды, которой приближенно описывается изменения широты пункта землетрясения. Для количественной оценки были рассмотрены все сильные землетрясения 2001 – 2005 гг., о которых сообщалось в средствах массовой информации. Характеристики 21 землетрясения и их связь с периодическим движением полюса приведены в таблице. Здесь даны только предварительные оценки магнитуд и приближенное значение долготы, определенное по географической карте для места сообщенного эпицентра землетрясения.

В последнем столбце таблицы приведены интервалы времени в долях года от ближайшего экстремума (максимума или минимума) до момента землетрясения. Величина же самого интервала между соседними экстремумами (половина периода) несколько меняется в течение 6-летнего цикла биений основных годовой и четырнадцатимесячной составляющих движения полюса (Рис. 1). Не вдаваясь в подробности этого сложного явления, отметим, что в 2001 – 2005 гг. величина половины периода была

№ п/п	Дата землетрясения	Место землетрясения	Магнитуда	λ эпицентра	Связь с периодическим движением полюса
1	13.01.2001	Сальвадор	7	89,4?	0.12 г. до макс.
2	26.01.2001	Индия	7-8	-72,8	0.08 г. до мин.
3	13.02.2001	Сальвадор	7	89,4	0.05 г. до макс.
4	10.01.2002	Таджикистан	7	-72	0.20 г. до мин.
5	26.02.2002	Тбилиси	6	-44,9	0.04 г. до мин.
6	31.03.2002	Тайвань	7	-121,8	0.15 г. до мин.
7	30.04.2003	Турция	Сильное	-40,4	0.04г. после мин.
8	22.05.2003	Алжир	7	-4,0	0.24г. после мин.
9	22.05.2003	Казахстан	не сильно	-72,5	0.01 г. до мин.
10	26.05.2003	Япония	6	-139	0.20 г. до мин.
11	27.09.2003	Горн. Алтай	9	-87,5	0.20 г. до мин.
12	26.09.2003	Хоккайдо	7,8	-144,5	0.13г. после мин.
13	26.12.2003	Иран	7	-58,5	0.09г. после макс.
14	6.02.2004	Индонезия	7	-135,6	0.02 г. до макс.
15	24.02.2004	Марокко	6,5	5	0.09 г. до мин.
16	23.10.2004	Япония	Сильное	-139,1	0.11г. после мин.
17	25.12.2004	Суматра	9	-95,2	0.14 г. до макс.
18	28.03.2005	Суматра	8,7	-96,6	0.11г. после макс.
19	22.02.2005	Иран	6,5	-57,1	0.10г. после макс.
20	20.03.2005	Япония	7	-132,6	0.01г. после макс.
21	8.10.2005	Пакистан	7,5	-74	0.13г. после макс.

Рис. 4. Связь моментов землетрясений с периодическим движением полюса.



иногда чуть больше, но не менее 0,55 года (приблизительно 200 суток). Разделим эту величину на 3 части: середина, равная половине времени между соседними экстремумами (0,28 года) и два интервала по 0,14 года, отсчитываемых от соседних экстремумов к середине, в сумме также равные половине интервала между соседними экстремумами.

По данным таблицы даты 16 землетрясений (76 % от общего их числа), находятся в интервале 0,14 года (50 суток) от ближайшего экстремума. В средней же части интервала между соседними экстремумами (0,15 – 0,24 г.) лежат моменты только 5 землетрясений, в том числе и сильнейшего землетрясения в Горном Алтае с амплитудой 9.

Рассмотренная выборка (21 землетрясение) не столь значительна, чтобы делать какие-либо выводы, но и не столь мала, чтобы не обращать внимания на полученный результат. Требуется изучить эту зависимость на большом статистическом материале. Указанная зависимость могла бы играть определенную роль при краткосрочном прогнозе моментов землетрясений.

Литература

Яцкий Я.С., Миронов Н.Т., Корсунь А.А. и Тарадий В.К. Движение полюсов и неравномерность вращения Земли. *Астрономия. Итоги науки и техники.* 12. Ч. 1, 2. 1976.
 Сахаров В.И. Результаты наблюдения широт (1948 – 1954 гг.) и анализ широтных рядов (1948 – 1967гг.), полученных с ЗТФ-135 в Пулковке. *Тр. ГАО АН СССР.* С. 2. С. XXIX. 1972. 51-61.
IERS Annual Report, 1994 – 2007.

V.V. Lapaeva, U.A. Nefediev, M.V.Kutlenkov. Movement of a pole of the Earth and seismic activity in 2001 – 2005.

The character of the movement of the average a pole of the Earth in connection with the strongest Earthquakes in 2003 – 2004 has been studied. It has appeared that the significant (nearly 0,6 m) displacements of the average pole have occurred in 2000 – 2002, i.e. preceded the strongest seismic events. It is also revealed, that the moments of the earthquakes are closely connected with the phase of periodic movement of the pole on the given meridian and occur more near the maxima and minima of this movement. From 21 strong earthquakes in 2001 – 2005 16 (78%) have occurred near the extrema of movement of poles. The received results can be useful for forecasting earthquakes.

Key words: earthquakes, seismic activity, moving the pole, unevenness of the rotation of the Earth.

*Валентина Васильевна Лапаева, с.н.с.
 Юрий Анатольевич Нефедьев, директор
 Кутленков Михаил Вячеславович, аспирант*

Астрономическая обсерватория им. В.П. Энгельгардта Казанского государственного университета
 РТ Зеленодольский р-он, ст. Обсерватория. АОЭ.
 Тел. (84371) 6-55-75