

ции Луны. На рис. 5 угол поворота – $\angle a$, обозначает максимальную величину физической либрации Луны за отдельный период под действием центробежной силы вращения. Значение приливообразующей силы в точке В (положение I) будет меньше, чем в точке А. При перемещении Луны из положения I в положение II точка В займет положение точки А, и значение приливообразующей силы в точке В увеличится. Время перемещения при повороте из точки А в точку В, в данном случае, меньше времени распространения электромагнитного сигнала между Землей и Луной. Реакция электромагнитного поля вещества Луны (сила упругости), в силу соответствующей задержки, останется неизменной величиной. Это можно интерпретировать как появление дополнительной силы F_b . Аналогично рассуждая, получим для точки А в положении II силу F_a , у которой есть составляющая направленная к оси O_2O_1 . Эта составляющая силы F_a и будет противодействовать вращению. Назовем ее силой приливного действия. Причем максимальное значение эта сила принимает при вращении тела на $\angle a$. Вращение тела может происходить в любую сторону, но сила приливного действия всегда будет останавливать вращение. В случае физической либрации Луны центробежная сила вращения по абсолютной величине будет меньше максимального значения силы приливного сопротивления. Центробежная сила вращения за период либрации практически не меняет своего значения, в то время как величина силы приливного действия зависит от угла поворота. И поэтому при малых углах поворота будет происходить ускорение вращения, а при значениях близких к значению $\angle a$, вращение замедлится. При помощи описанного механизма возможно объяснение обратного вращения Венеры и резонансного вращения Меркурия. Так же силу приливного действия необходимо учитывать в движении геосфер Земли.

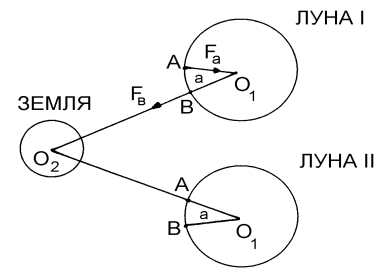


Рис. 5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. М.: Наука, 1977. 942 с.
2. Пантелеев В. П. Физика Земли и планет. М., 2001 г. <http://www.astronet.ru/db/msg/1169697/node6.html>
3. Иванов Н. Ю. Корреляционный анализ графика сейсмической активности Земли и графика изменения межпланетного гравитационного поля, действующего на Землю и обусловленного орбитальным движением Земли, Солнца и Луны // Связь поверхностных структур земной коры с глубинными. Тез. докл. Петрозаводск: Институт геологии КарНЦ РАН, 2008.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ГРАФИКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЗЕМЛИ И ГРАФИКА ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МЕЖПЛАНЕТНОГО ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ, ДЕЙСТВУЮЩЕГО НА ЗЕМЛЮ И ОБУСЛОВЛЕННОГО ОРБИТАЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЗЕМЛИ, СОЛНЦА И ЛУНЫ

Иванов Н. Ю.

г. Воронеж, MixailMr@mail.ru

Проблема прогноза сильных землетрясений на сегодняшний день является одной из основных проблем физики Земли. В данной работе анализируется сейсмическая активность Земли, представленная графиком на рис. 1. График представляет временную зависимость количества мировых землетрясений с магнитудой в интервале 7,0-9,0, сгруппированных по годам, за 1897-2007 гг. Данные за период с 1987-1989 гг. взяты из [1], данные за период с 1990-2007 гг. получены при использовании интернет – ресурса [2]. Сводные данные представлены в таблице 1. На величину напряжений в земной коре оказывает большое влияние положение Солнца и Луны. Движение Земли является неравномерным. Неравномерность движения Земли можно представить как следствие действия на тело Земли межпланетных гравитационных волн. В [3] была высказана идея о колебании солнечного ядра, генерирующим солнечную активность с со средним значением периода в 22 года. Поэтому целью данной работы является:

1. Построение графика, который представляет собой суммарное действие, оказываемое на тело Земли со стороны Солнца (колебания солнечного ядра с периодом ≈ 22 года), Луны (колебания, связанное с изменением орбиты Луны, как суммы двух колебаний с периодом 18,6 года и 8,85 лет) и орбитального движения Земли (не равномерное движение Земли по орбите с периодом в 1 год).

2. Корреляционный анализ графика сейсмической активности Земли (рис. 1) и графика межпланетных гравитационных волн, согласно п. 1.

Минимальным значениям количества сильных землетрясений на графике (рис. 1) соответствует уменьшение напряжений в теле Земли. Протяженное тело Земли при ускорении будет испытывать деформацию растяжения. Наоборот, торможение тела Земли будет увеличивать величину напряжений. Максимальные напряжения будут соответствовать максимумам гравитационных волн.

Колебания солнечного ядра происходят в направлении апекса. Это направление составляет с плоскостью эклиптики угол 53° . Таким образом, между направлением колебания солнечного ядра и осью вращения Земли образуется угол $\approx 30^\circ$. Поэтому, при орбитальном движении Земли гравитационная волна от солнечного ядра будет оказывать влияние не только на величину напряжений в теле Земли, но и на прецессию земной оси. В [4] это описано как прецессия от планет.

При построении графика межпланетных гравитационных волн, действующих на тело Земли (п.1), большее значение имеет соотношение амплитуд колебаний солнечного ядра и колебаний орбиты Луны. Значения амплитуд этих колебаний будем считать равными. Значение амплитуды гравитационного колебания орбитального движения Земли считаем уменьшенным в два раза относительно амплитуд колебаний Солнца и Луны.

Согласно табл. 1, в периоде 1898-1904 гг., существует достаточно широкий интервал минимальных значений, который не имеет аналогов на всем исследуемом промежутке. При равенстве амплитуд трех основных колебаний, ширина данного интервала минимальных значений позволяет предположить, что в данном промежутке все колебания в одной из точек имеют нулевое значение амплитуды. Поэтому, при построении графика будем считать, что в точке соответствующей 1897 году, значение амплитуды колебания солнечного ядра, а так же значения амплитуд колебаний орбиты Луны нулевыми. Будем считать, что в данном случае колебанию солнечного ядра соответствует синфазное изменение солнечной активности, график которой представлен временной зависимостью чисел Вольфа на рис. 2 из [5]. Из-за нечеткого минимума солнечной активности в районе 1900 года, фаза гравитационного колебания солнечного ядра будет задана следующим образом – 1991 год соответствует максимальному значению амплитуды. Исследование будет проведено при двух вариантах значения периода колебаний солнечного ядра – 22 и 21 год. Как следует из рис. 2, исследуемый период колебаний солнечного ядра составляет ≈ 21 год.

Искомое колебание (п.1), является суперпозицией четырех периодических колебаний. После моделирования каждого из этих колебаний (сигналов) построим их суперпозицию.

$$y_4(t) = a[\cos(6\pi(t) + b\cos(2\pi(t))) + \cos(2\pi(t - t_1)/T_1) + \mp \sin(2\pi(t - t_2)/T_2) \pm \sin(2\pi(t - t_3)/T_3)] \quad (1)$$

Наличие двойного знака $\pm$ в формуле (1) указывает на наличие двух возможностей при сложении колебаний орбиты Луны – как в фазе, так и в противофазе.

Вариант «+»; «-» в 20 веке:

$t_4=0; t_1=1991; t_2=1897; t_3=1897;$

$a=0.356; b=0.4;$

$t = 1900:0.01:2000;$

$y = -a*(\cos(6*\pi*(t-t_4))+b*\cos(2*\pi*(t-t_4)))+ \cos(2*\pi*(t-t_1)/22.0)+ \sin(2*\pi*(t-t_2)/18.6)-\sin(2*\pi*(t-t_3)/8.85);$
 $\text{plot}(t,y)$

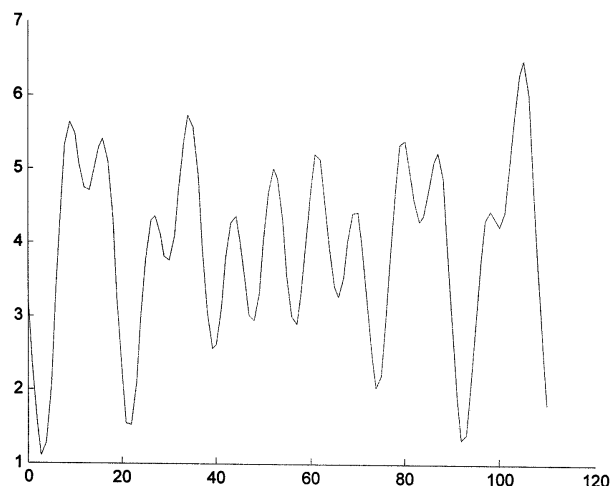


Рис. 1

Таблица 1

1897 - 12	1912 - 17	1927 - 16	1942 - 26	1957 - 33	1972 - 18	1987 - 6	2002 - 13
1898 - 2	1913 - 21	1928 - 19	1943 - 39	1958 - 10	1973 - 13	1988 - 8	2003 - 17
1899 - 9	1914 - 18	1929 - 18	1944 - 31	1959 - 12	1974 - 18	1989 - 7	2004 - 16
1900 - 8	1915 - 17	1930 - 9	1945 - 26	1960 - 16	1975 - 19	1990 - 18	2005 - 12
1901 - 8	1916 - 22	1931 - 26	1946 - 34	1961 - 11	1976 - 23	1991 - 18	2006 - 12
1902 - 8	1917 - 17	1932 - 11	1947 - 25	1962 - 14	1977 - 15	1992 - 24	2007 - 20
1903 - 8	1918 - 21	1933 - 12	1948 - 27	1963 - 17	1978 - 15	1993 - 16	
1904 - 8	1919 - 15	1934 - 19	1949 - 30	1964 - 13	1979 - 9	1994 - 15	
1905 - 26	1920 - 8	1935 - 22	1950 - 30	1965 - 16	1980 - 13	1995 - 25	
1906 - 29	1921 - 11	1936 - 18	1951 - 14	1966 - 14	1981 - 10	1996 - 22	
1907 - 24	1922 - 14	1937 - 21	1952 - 13	1967 - 12	1982 - 7	1997 - 20	
1908 - 14	1923 - 23	1938 - 25	1953 - 15	1968 - 29	1983 - 9	1998 - 16	
1909 - 30	1924 - 17	1939 - 20	1954 - 15	1969 - 18	1984 - 7	1999 - 23	
1910 - 30	1925 - 17	1940 - 20	1955 - 19	1970 - 23	1985 - 9	2000 - 20	
1911 - 18	1926 - 19	1941 - 23	1956 - 14	1971 - 15	1986 - 5	2001 - 18	

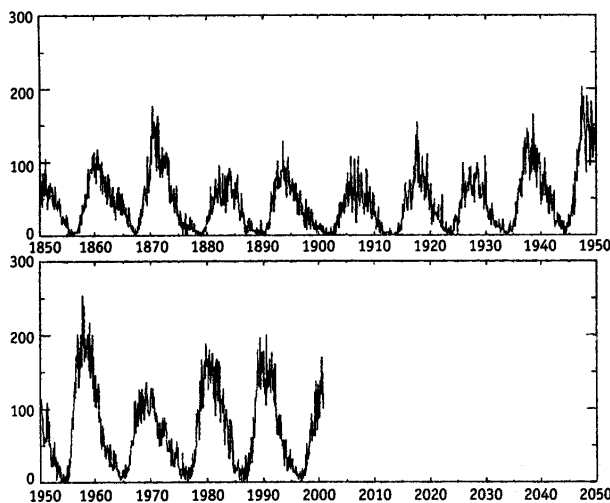


Рис. 2 Числа Вольфа

Вариант «+»; «-» в 20 веке изображен на рис. 3. Вариант «-»; «+» в 20 веке изображен на рис. 4. Очевидно, что для графиков на рис. 3 и рис. 1 возможно наличие корреляции. Проверим данное предположение. Матрица корреляций:

$$R = \begin{pmatrix} 1.0000 & 0.1873 \\ 0.1873 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

Матрица р-значений служит для проверки гипотезы корреляции. Каждое значение матрицы есть вероятность обнаружения корреляции большей, чем наблюдается при случайном процессе, когда корреляция равна нулю. Если коэффициент матрицы меньше 0.05, тогда корреляция значительна.

Матрица р-значений:

$$P = \begin{pmatrix} 1.0000 & 0.0490 \\ 0.0490 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

Это означает, что имеется очень незначительная корреляция. Ниже приводится вариант для сдвинутого ряда на +3 года.

Теперь

$$R = \begin{pmatrix} 1.0000 & 0.2447 \\ 0.2447 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1.0000 & 0.0096 \\ 0.0096 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

Поскольку недиагональные значения матрицы уменьшились и заметно меньше 0,05, то можно утверждать, что степень корреляции увеличилась и она теперь значимая.

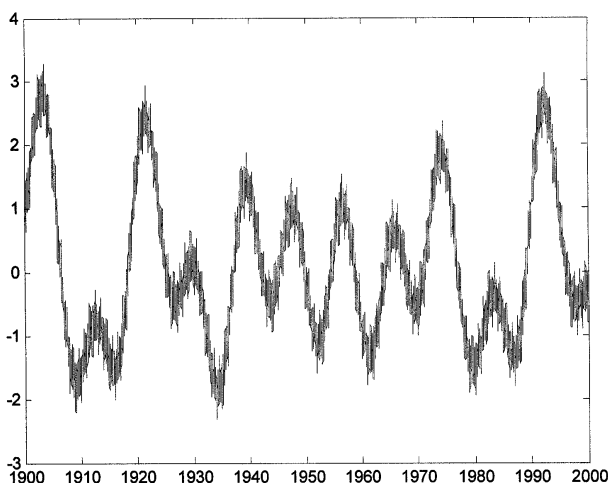


Рис. 3

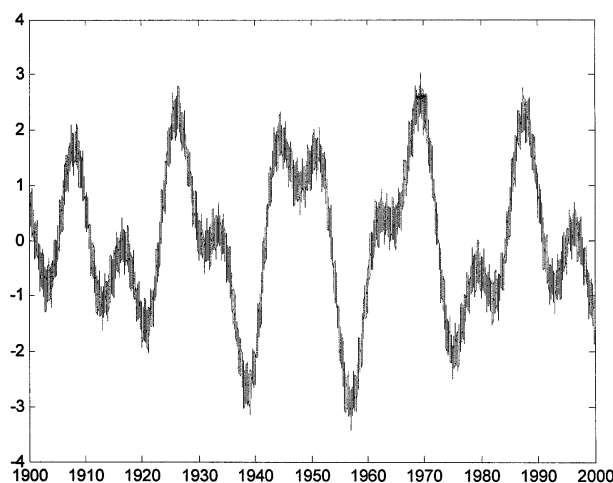


Рис. 4

Увеличение корреляции при сдвиге всего графика на +3 года связано, по мнению автора, с наличием фазового сдвига между колебаниями солнечной активности (рис. 2) и колебаниями солнечного ядра. При задании начальных условий исследования данных графиков предполагалась синфазность колебаний солнечного ядра и колебаний солнечной активности (рис.2). Наличие фазового сдвига описывается в [6], где утверждается, что данные о межпланетном магнитном поле, полученные Свалгаардом [7] из полярных геомагнитных наблюдений, показали, что смена фазы преобладающей полярности межпланетного магнитного поля происходит в среднем через 2,75 года после максимума активности. Исходя из авторской идеи о связи генерации магнитного поля Солнца с колебаниями солнечного ядра, вероятнее всего предположить, что сдвиг фаз вызван опережающим изменением величины давления в газовой оболочке Солнца при движении ядра. Таким образом, величина солнечной активности определяется изменением давления внутри Солнца.

Будем считать, что нулевое значение амплитуды колебания солнечного ядра в рассматриваемом периоде (1898-1904), найдено верно. Теперь найдем для данного периода экстремумы функции, которая представляет собой колебания орбиты Луны. Воспользуемся интернет – ресурсом [8], где для расчета моментов

прохождений Луной перигея и апогея орбиты использована полуаналитическая теория движения Луны ELP 2000 – 82. Теория рассчитана на работу в интервале от 1977 до 2020 годов, с гарантированной точностью, что максимальная ошибка рассчитанных моментов времени не превосходит 17,4 с. В данном случае такая точность является избыточной. В исследуемом интервале в декабре 1902 года орбита Луны соответствует точке экстремума нашего графика со значением +1. Проведем теперь тот же анализ, заменив солнечный период на 21 год.

$$R = \begin{pmatrix} 1.0000 & 0.2568 \\ 0.2568 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1.0000 & 0.0065 \\ 0.0065 & 1.0000 \end{pmatrix}$$

Корреляция велика и максимальна из всех вариантов. Величина коэффициента матрицы p -значений примерно в семь раз меньше значения, при котором корреляция значима.

В результате данного исследования получен алгоритм, который можно использовать для прогноза сильных землетрясений. График сейсмической активности Земли до 2200 г изображен на рис. 5.

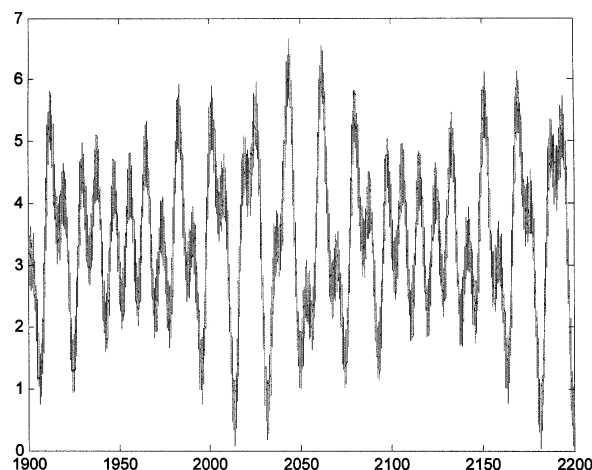


Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. Котляр П. Е., Ким В. В. Положение полюса и сейсмическая активность Земли / РАН, Сиб. Отд-ние, Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии. – Новосибирск, 1994. – II, 123с.
2. <http://neic.usgs.gov/neis/epic>
3. Иванов Н. Ю. Действие приливообразующих сил в Солнечной системе // Связь поверхностных структур земной коры с глубинными. Тез. докл. Петрозаводск: Институт геологии КарНЦ РАН, 2008.
4. Жаров В. Е. Сферическая астрономия. – Фрязино, 2006. – 480 с.
5. Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. М.: Едиториал УРСС, 2004. – 544 с.
6. Проблемы солнечной активности. Под ред. Бумбы В. и Клечека И. Перевод с англ. М.: Мир, 1979. 267 с.
7. Svalgaard L. J. Geophys. Res. 77, 4027, 1972.
8. http://www.astronet.ru/db/moon/moontable.html?cur_year=2006&ph0=1&ph1=&ph2=1&ph3=

О ВЛИЯНИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ ЗЕМЛИ НА ЦИКЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЗЕМНЫХ НЕДР

Иванов Н. Ю.

г. Воронеж, MixailMr@mail.ru

Рассмотрим движение Земли в системе Земля – Луна вокруг общего центра масс и вращение Земли вокруг собственной оси. Эти механические движения Земли нельзя рассматривать отдельно друг от друга. В данной работе исследуется их взаимодействие. С одной стороны, Земля представляет собой симметричный гироскоп, имеющий несвободное вращение по инерции. В приближенной теории гироскопа предполагается, что он быстро вращается вокруг оси динамической симметрии OZ (рис. 1), которая в свою очередь под действием приложенных к ней внешних сил медленно движется вокруг неподвижной точки O. Это движение оси гироскопа называется прецессией. С другой стороны, Земля в системе Земля – Луна должна вращаться вокруг оси центра масс МК (рис. 1), которая проходит в 4750 км от центра Земли. Данное движение можно представить как вращение несимметричного гироскопа (Земли) вокруг оси МК с периодом в сидерический месяц, равный 27,3 земных суток. На рис. 1 ось МК вращения центра масс системы Земля – Луна, является перпендикуляром к плоскости орбиты Луны, опущенным в точку С, находящейся на линии OO1, соединяющей центры Земли и Луны, на расстоянии ОС = 4750 км от центра Земли. Начало системы координат XYZ совпадает с центром Земли в точке O, векторы X и Y расположены в плоскости экватора, а вдоль вектора Z направлен вектор L0 – момент количества движения относительно оси OZ. Отрезок DC перпендикулярен оси OZ, а плоскость P, содержащая точки C и D, параллельна плоскости экватора и перпендикулярна вектору L0. Оценим величину соответствующих моментов количества движения Земли. Имеется в виду момент относительно