

Периодичны ли землетрясения?

Г. П. Тамразян

Кандидат геолого-минералогических наук

Время от времени в печати появляются сообщения, что в некоторых районах наблюдается периодичность землетрясений, связанная с закономерностями движения Луны и планет¹. В этом плане представляет интерес анализ сейсмической активности в Южной Америке, где с 1900 г. зафиксировано много сильных землетрясений. При этом сначала мы рассматривали период с 1900 по 1959 г., а затем полученные выводы проверяли на серии катастрофических землетрясений 1960—1963 гг. Результаты получились весьма любопытными.

Во время редких, но очень сильных землетрясений обычно выделяется основное количество сейсмической энергии (на долю многочисленных слабых приходится ничтожная ее часть), поэтому именно на них мы и сконцентрировали свое внимание. Удалось подметить, что сильные землетрясения (магнитуда — M от 7,9 до 8,3) вдвое чаще происходили в данном месте при малых амплитудах месячных колебаний склонения Луны ($\delta < 23^\circ 27'$), чем при больших². И это

касается не только их количества, но и выделявшейся энергии. Сильнейшие землетрясения (M более 8,4) с 1900 по 1959 г. наблюдались при малых величинах амплитуд месячных колебаний склонения Луны (при $\delta < 23^\circ 27'$), т. е. соответствуют минимумам кривой изменения амплитуд месячных колебаний склонения Луны. Первый минимум амплитуд δ приходится на 1900—1906 гг., и в это время произошли три сильных землетрясения Южной Америки: 29.X.1900 г. ($M=8,4$), 31.I.1906 г. ($M=8,9$), 17.VIII.1906 г. ($M=8,6$). Второй минимум амплитуд δ приходится на 1919—1925 гг., и в это время зафиксировано сильное землетрясение 11.XI.1922 г. ($M=8,4$). Третий минимум приходится на 1937—1943 гг., в это время произошло два сильных землетрясения: 24.V.1940 г. ($M=8,4$) и 24.VIII.1942 г. ($M=8,6$).

Из общего количества сейсмической энергии, высвободившейся при этих сильных землетрясениях в Южной Америке за все 60 лет наблюдений, свыше 90% приходится на эпохи малых амплитуд месячных колебаний склонения Луны. Эта связь особенно ощущается при увеличении магнитуды землетрясений: для группы

землетрясений с $M=7,8—8,3$ при малых амплитудах ($\delta < 23^\circ 27'$) высвободилось 64% сейсмической энергии, а для группы землетрясений с $M=8,4—8,9$ при этих же малых амплитудах высвободилось уже 100% всей сейсмической энергии. Следовательно, связь с амплитудой месячных колебаний склонения Луны особенно усиливается для землетрясений с наибольшей магнитудой.

Усмотрев такую закономерность, можно было сделать вывод, что очередной, четвертый минимум амплитуд месячных колебаний склонения Луны также может сопровождаться в Южной Америке усилением сейсмической активности. Этот минимум приходится на 1960 г., и если учесть (по предыдущим годам) возможность запоздания, то можно было ожидать, что в 1960—1961 гг. здесь должен был наступить сейсмоактивный период. Так оно и оказалось: прошла серия катастрофических землетрясений в Чили (1960 г., $M=8,2—8,9$), Бразилии (19 и 31.VIII.1961 г., $M=8$), Чили (14.II.1962 г. $M=7,8$) и Боливии (15.VIII.1963 г., $M=8$)¹.

Теперь посмотрим, каково внутригодовое распределение сильных землетрясений. В течение 1951—1959 гг. выявляется отчетливый максимум, приходящийся на апрель—июнь. В это время частота землетрясений была выше ее среднегодовой величины. Наибольшая частота (4,7—5,2) приходится на май—июнь—июль. Поэтому можно было бы предположить, что и в 1960 г. наибольшая часть землетрясений, возможно,

плоскости земной орбиты (плоскости эклиптики) почти не меняется и остается равным примерно $5^\circ 9'$. Но в результате прецессии плоскость лунной орбиты оказывается в экстремальных случаях либо вне угла между экватором и эклиптикой ($23^\circ 27'$), либо внутри его. Соответственно этому угол между плоскостью орбиты Луны и плоскостью экватора меняется с периодом 18,6 года в пределах от $23^\circ 27' + 5^\circ 9' = 28^\circ 36'$ до $23^\circ 27' - 5^\circ 9' = 18^\circ 18'$ (Прим. ред.).

¹ См., например, Ламакин В. В. Байкальские землетрясения и лунно-солнечные приливы. — «Природа», 1966, № 9.

² Склонение Луны, под которым понимают угловое расстояние Луны от плоскости экватора, меняется в течение лунного месяца ($\approx 27\frac{1}{3}$ сут) от наибольшего значения ($+\delta$) до наименьшего ($-\delta$). Величина δ , являющаяся амплитудой месячных колебаний склонения Луны, меняется в свою очередь в пределах от $18^\circ 18'$ до $28^\circ 36'$. Происходит это потому, что из-за возмущающего действия Солнца, Земли и планет плоскость лунной орбиты поворачивается в пространстве — прецессирует — с периодом 18,6 года. При этом угол наклона плоскости лунной орбиты к

¹ Цифровые данные о магнитуде чилийских землетрясений 1960 г. приведены по «Краткой географической энциклопедии», т. 5, 1966, с. 308.

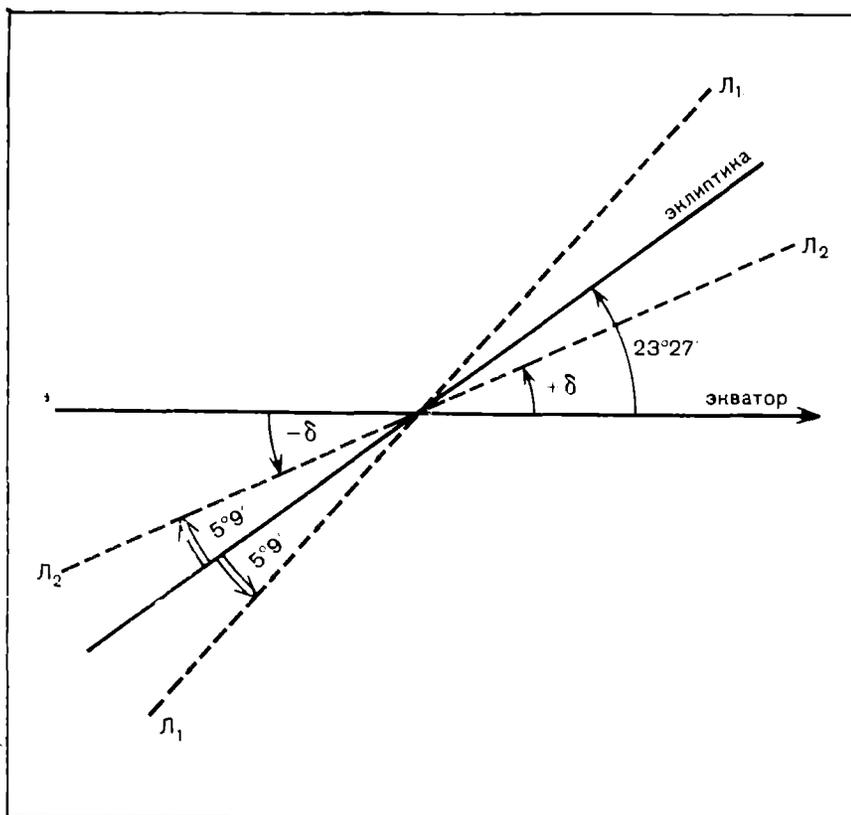
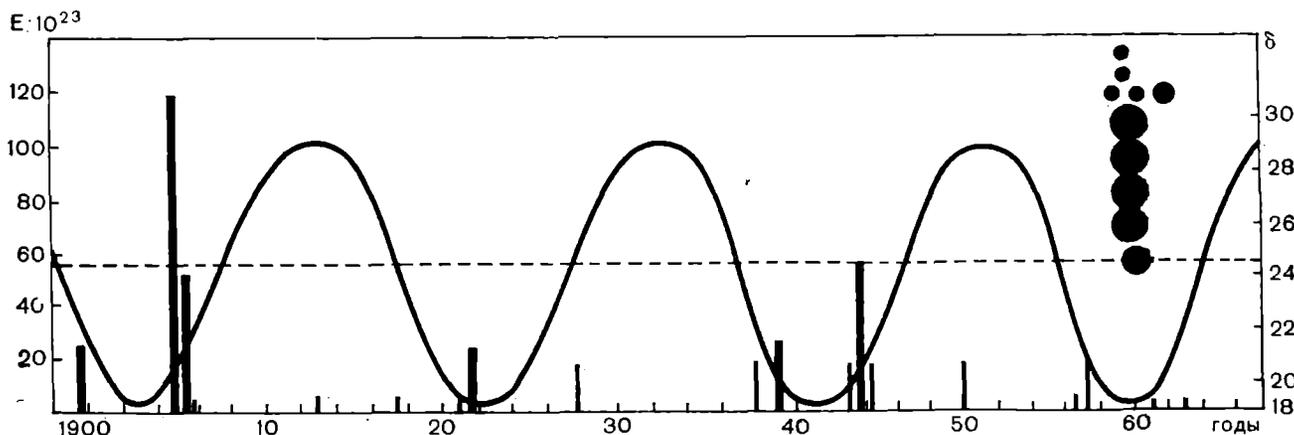


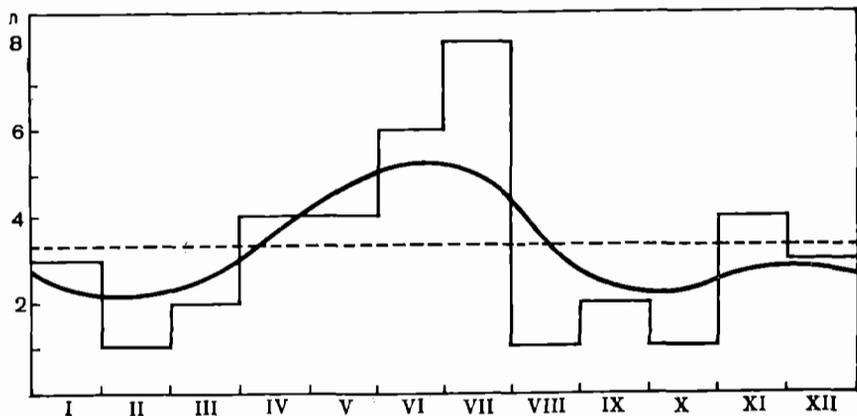
Схема расположения орбиты Луны в пространстве. В результате прецессии орбита Луны оказывается то вне угла между экватором и эклипкой ($L_1 L_1$), то внутри него ($L_2 L_2$). (Здесь изображены лишь два экстремальных случая положения орбиты Луны.) Поэтому угол δ между орбитой Луны и экватором меняется в пределах от $23^\circ 27' + 5^\circ 9' = 28^\circ 36'$, до $23^\circ 27' - 5^\circ 9' = 18^\circ 18'$. Ясно, что в

первом случае склонение Луны в течение лунного месяца будет меняться от $+28^\circ 36'$ до $-28^\circ 36'$, а во втором случае — от $+18^\circ 18'$ до $-18^\circ 18'$. Анализ повторяемости землетрясений в Южной Америке показал, что наиболее часто они происходили, когда лунная орбита находилась внутри угла между экватором и эклипкой ($\delta < 23^\circ 27'$).

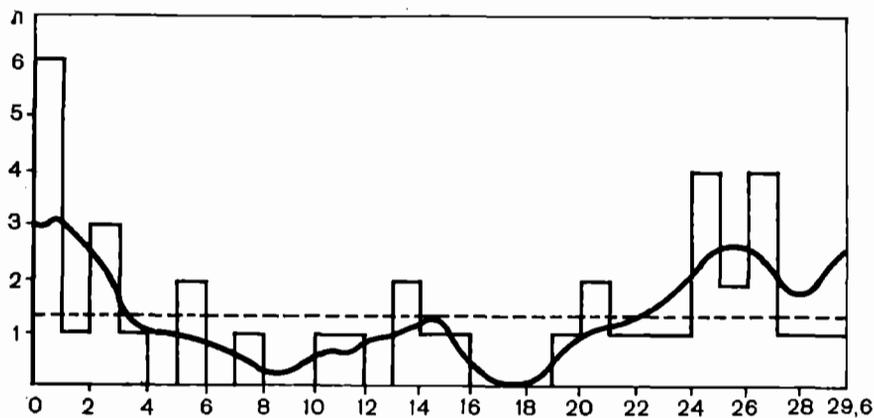
Распределение сильных землетрясений ($M = 7,9-8,9$) в Южной Америке и амплитуд месячных колебаний склонения Луны в кульминациях (1900—1959 гг.). Кривая линия — амплитуды месячных колебаний склонения Луны (в градусах, шкала справа). Утолщенные вертикальные линии соответствуют отдельным землетрясениям ($M = 7,9-8,9$), толщина и высота этих линий соответствует силе землетрясений; по оси ординат слева $E \cdot 10^{23}$ — энергия землетрясений (в эрг). По оси абсцисс — годы. Кружками показаны землетрясения 1960—1964 гг. (чем больше кружок, тем выше магнитуда землетрясения). Сильные и в особенности сильнейшие землетрясения Южной Америки подтягиваются к эпохам минимума амплитуд склонения Луны (δ) (ось ординат справа). При амплитудах больше $23^\circ 27'$ (горизонтальный пунктир) за все 60 лет не было ни одного сильного землетрясения.

могла прийти на эти же месяцы (май — июнь — июль). Учитывая приуроченность наиболее сильных и сильнейших землетрясений к началу сейсмического цикла (фазы), есть основание считать, что из отмеченных трех месяцев наиболее сейсмоактивным будет май (или июнь).

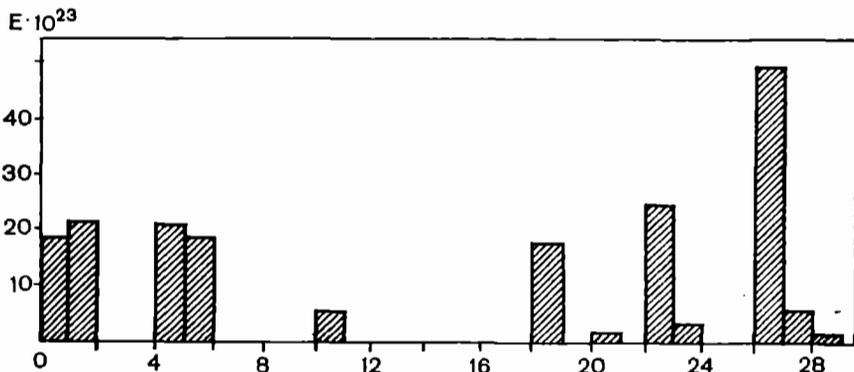
Следовательно, в 1960 г. сильнейшие землетрясения могли произойти скорее всего в мае — июне. Так оно и было. После катастрофических землетрясений 1960 г. в течение



Распределение сильных землетрясений (ломаная жирная линия). По оси ординат — число землетрясений за 1951—1959 гг. в Чили (n). По оси абсцисс — месяцы. Поле, оконтуренное жирной кривой, показывает изменение числа землетрясений по дважды скользящим трехмесячным интервалам (т. е. средняя величина из данных за три месяца — предыдущего, искомого и последующего, повторенная для получения большей точности дважды). Пунктир — среднее количество землетрясений. Как видно, максимумы количества и энергии землетрясений приходятся примерно на второй квартал года (апрель — июль).



1961—1967 гг. внутригодовая картина распределения землетрясений в целом сохранялась (отмечается лишь некоторое смещение максимума количества землетрясений с мая — июля в 1951—1959 гг. к апрелю — маю в 1961—1967 гг.). Если катастрофические землетрясения 1960 г. произошли в начале максимума на кривой по дважды скользящим трехмесячным интервалам времени, то потом сейсмическая активность как бы приурочивается к маю, на 1—1,5 мес. смещая вперед максимум этой кривой.



Распределение по числам синодического месяца (ось абсцисс) сильных землетрясений — вверху, n — число сильных ($M \geq 7,6$) землетрясений за 1951—1959 гг. в Чили. Поле, оконтуренное жирной кривой, показывает среднее количество землетрясений по дважды скользящим тремневым. Пунктир — среднесуточное количество землетрясе-

ний. Внизу — сильнейшие землетрясения ($M \geq 7,6$) за 1900—1959 гг. в Чили. $E \cdot 10^{23}$ — сейсмическая энергия (в эргах). Видно, что землетрясения чаще происходили перед новолунием (после последней четверти лунной фазы) или непосредственно после новолуния. По оси абсцисс — дни синодического месяца.

Рассмотрим более подробно, как распределялись землетрясения с 1951 по 1960 г. В течение этих 9 лет в Южной Америке зарегистрировано 39 значительных ($M > 5,5$) землетрясений. Больше всего их произошло после 20—23 числа (прежде всего, между 24—27 числами) и в промежутке 0—3 дня синодического месяца¹, исчисляемого от момента новолуния, а меньше всего — между 6 и 20 числами синодического месяца.

Максимальное количество наиболее сильных землетрясений ($M \geq 7,6$) Чили в течение 1900—1959 гг. приурочивается опять-таки к третьей декаде и к первой половине первой декады. Из 15 землетрясений в это время произошло 12 (80%). В дру-

¹ Синодический месяц — промежуток времени между двумя одинаковыми фазами Луны (например, новолуниями) составляет в среднем около 29,6 дня.

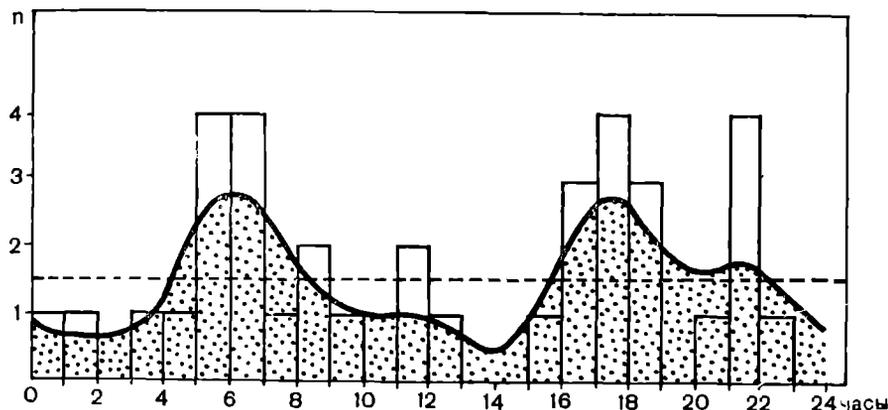


График изменения числа землетрясений 1960 г. в зависимости от лунного времени. По оси абсцисс — приведенное местное лунное время (в часат), исчисляемое от момента верхней кульминации Луны. По оси ординат — число землетрясений (n). Поле с точками показывает изменение количества землетрясений по дважды скользящим трехчасовым замерам. Пунктир — среднечасовое количество землетрясений. Чем ближе Луна к восточной или западной частям горизонта в рассматриваемом месте, тем больше землетрясений; меньше всего землетрясений было при нахождении Луны в верхней или в нижней кульминации.

гую половину синодического месяца было только 3 (20%) сильных землетрясений. Наиболее сильное землетрясение произошло почти 27 числа по синодическому месяцу (17 августа 1906 г., $M=8,6$). Следовательно, в 1951—1959 гг. сильные землетрясения происходили чаще в третью декаду и первую половину первой декады синодического месяца, в целом между 24 и 3 числами этого месяца, или, что то же, при расположении Луны между Землей и Солнцем. На этом основании можно было бы заключить, что и в 1960 г. наибольшая частота землетрясений, возможно, придется на те же числа синодического месяца (это заключение относится в равной мере и к маю, и к июню 1960 г.)¹. Вот что дал анализ энергии этих землетрясений.

Если наибольшее количество землетрясений в течение 1951—1959 гг. приурочивалось к промежутку времени между 24 и 3 числами по синодическому месяцу, то наибольшее количество сейсмической энергии, освободившейся в 1900—1959 гг. в Чили в это же время, приходится на более узкий интервал — на 26—27 числа синодического месяца. В мае 1960 г. 26—27 числом синодического месяца соответствуют 21—22 числа по обычному календарю. В этом случае можно полагать, что в мае 1960 г. наиболее сильные землетрясения вероятнее всего могли быть 21 и 22 числа. Именно в эти дни и произошли знаменитые сильнейшие

¹ В мае 1960 г. интервал между 24 и 3 числами синодического месяца соответствует интервалу между 19 и 28 числами обычного календаря.

южноамериканские землетрясения в 1960 г.

Не меньший интерес представляет и внутрисуточное распределение землетрясений. Анализ их за 1951—1959 гг. показал, что наибольшее их количество происходило в данном месте в 6 ± 3 (или 18 ± 3) ч среднелунного суточного времени, когда Луна находилась в восточной или западной частях горизонта. Местному лунному времени 4—8 ч 21 и 22 мая 1960 г. соответствует примерно 18—22 ч по Гринвичу, а местному времени 16—22 ч — 6—12 ч. Следовательно, в интервалах 6—12 и 18—22 ч по Гринвичу с наибольшей вероятностью можно было ожидать возникновения сильнейших землетрясений в Чили 21—22 мая 1960 г. Землетрясения с $M=8,2-8,5$ произошли между 10—11 ч., а с $M=8,3-8,9$ — между 18—20 ч. по Гринвичу, т. е. в пределах тех интервалов времени, которые можно было ожидать на основании проведенного анализа предшествующих землетрясений.

Таким образом, 9-летний период наблюдений позволил получить материалы о систематически повторяющейся картине сейсмической активности недр в Южной Америке. Это значит, что здесь, как и в случае с байкальскими землетрясениями, можно говорить о периодичности землетрясений.

Землетрясения 1960 г. явились естественным следствием развития внутриземных и космических факторов в предшествующее десятилетие, как бы его логическим завершением. Именно поэтому пространственно-

временные особенности их возникновения оказались повторением предшествующих особенностей режима в космосе и внутри Земли. Это есть, по-видимому, завершающая стадия одного из циклов сейсмогенетического развития.

Такой режим создается на фоне особенностей местного развития. Последнее же имеет геологическую природу. Происходящее в результате геологического развития постепенное накапливание и высвобождение энергии недр осложняется высокочастотными событиями и процессами, изменяющимися по своей амплитуде очень быстро (столетия, десятилетия, годы, месяцы, часы). Постепенное развитие недр происходит на фоне изменяющихся внешних (космических) условий. Так возникает космосейсмический режим.

Мы рассмотрели только некоторые из компонентов этого режима (внутриземные компоненты сейсмоактивности в очагах, где предшествующее развитие «готовит» землетрясение, здесь не рассматривались). И надо признать, результаты показали возможность первых наметок (но еще далеко не прогнозов!) заранее определять время усиления сейсмической активности. На этой основе мы, возможно, научимся выявлять для различных областей наиболее сейсмоопасные часы, дни, недели, месяцы, годы. Поэтому нет сомнений, что необходимо продолжать изучение закономерностей космосейсмического режима.