

ЛЕОНОВ В. Л.

## О ВОЗМОЖНОСТИ СОПОСТАВЛЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ И СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ПРИМЕРЕ БТТИ

Сопоставление вулканической и солнечной активности проводилось неоднократно разными исследователями как для отдельных вулканов, так и для крупных вулканических регионов (Широков, 1977). В нашей работе подобные сопоставления проводятся на основе изучения динамики Большого трещинного Толбачинского извержения, происходившего на Камчатке в 1975—1976 гг., в годы минимума солнечной активности. Извержение продолжалось в течение 450 дней на двух участках зоны шлаковых конусов, получивших наименования Северного и Южного прорывов (Федотов и др., 1977). Начавшись 6.VII.1975 г. на Северном прорыве, оно с 18.IX.1975 г. по 10.XII.1976 г. продолжалось на Южном прорыве.

В октябре — декабре 1976 г. автором были проведены детальные наблюдения за динамикой извержения и установлено, что деятельность Южного прорыва характеризовалась в это время отчетливо выраженной цикличностью. При этом наиболее выразительным параметром являлся расход лавового материала, поступающего на поверхность Земли в виде эффузивных излияний. Длительность циклов колебалась от 10 до 20 дней, расход лавы изменялся от 0,5 до 10—20 м<sup>3</sup>/с (рис. 1, а).

Были проанализированы разные изменения в окружающей среде, которые могут быть связаны с колебаниями расхода лавы, а именно изменение планетарного геомагнитного индекса ( $K_p$ ) (использованы данные Камчатской ионосферной станции), изменение относительных чисел солнечных пятен или чисел Вольфа ( $W$ ) (данные Уссурийской солнечной станции и Цюрихской обсерватории), изменение приливообразующих сил Луны и Солнца (календарные данные), изменение атмосферного давления ( $P$ ) в районе извержения (данные автора). Эти материалы в графической форме приведены на рис. 1, б—д. Из сопоставления графиков видно, что в течение октября и ноября 1976 г. было зарегистрировано три отчетливо выраженных максимума расхода лавы и за этот же период обнаружилось три отчетливых максимума в изменении геомагнитного индекса и три максимума в изменении чисел Вольфа. При этом наблюдалось некоторое отставание максимумов расхода лавы от максимумов геомагнитного индекса и максимумов солнечной активности. Для рассматриваемых трех графиков в период с 16.X. по 26.XI.1976 г. были рассчитаны коэффициенты корреляции. Результаты расчетов в графической форме представлены на рис. 2, откуда видно, что для графиков расхода лавы и геомагнитного индекса коэффициенты корреляции максимальны ( $r=0,57$ ) для запаздывания расхода лавы на 4 дня. Для графиков расхода лавы и чисел Вольфа максимальные коэффициенты корреляции ( $r=0,63$ ) получены для запаздывания расхода лавы на 20 дней. Рассчитанные коэффициенты корреляции значимы с уровнем доверия больше 0,99 (Большев, Смирнов, 1965).

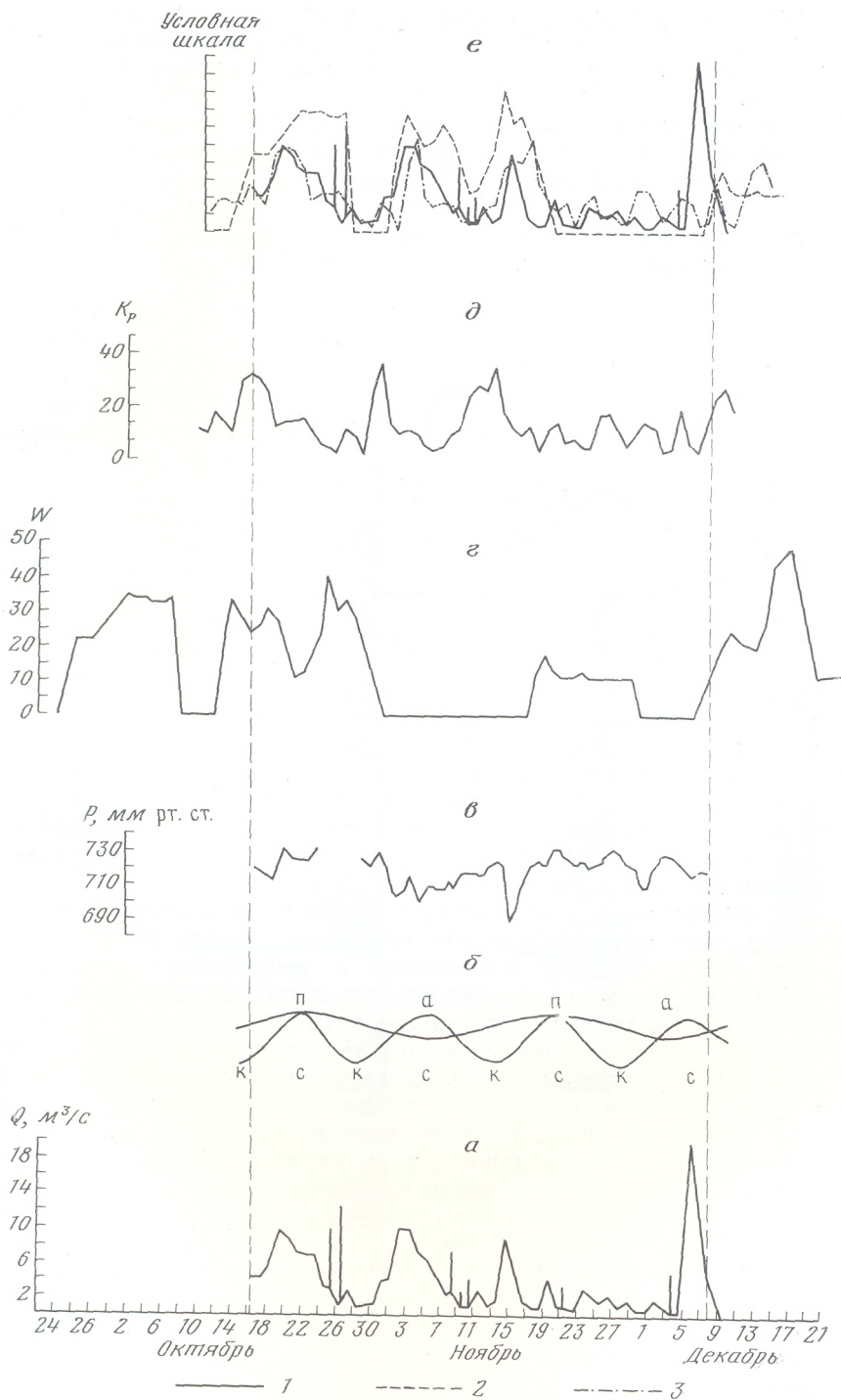


Рис. 1. Графики изменения расхода лавы  $Q$  Южного прорыва (а), приливообразующих сил Луны и Солнца (б), атмосферного давления  $P$  в районе извержения (в), чисел Вольфа  $W$  (г), планетарного геомагнитного индекса  $K_p$  (д); совмещенный график изменения расхода лавы (1), чисел Вольфа (2) и планетарного геомагнитного индекса (3) со сдвигом отдельных графиков друг относительно друга по шкале времени на установленный срок запаздывания (е). С — максимальные приливы (сизигии), К — минимальные приливы (квадратуры), а — апогей и п — перигей орбиты Луны

На рис. 1, *е* приведен совмещенный график изменения расхода лавы, геомагнитного индекса и чисел Вольфа со сдвигом отдельных графиков по шкале времени друг относительно друга на установленный срок запаздывания.

В приведенных расчетах не учитывался последний максимум кривой расхода лавы, который зарегистрирован за 4 дня до конца извержения. Этот пик вулканической активности отличался от всех предыдущих кратковременностью и тем, что расход лавы в эти дни вдвое превысил максимальные значения расхода лавы за рассматриваемые два месяца наблюдений. Как видно из рис. 1, *б*, последний пик вулканической актив-

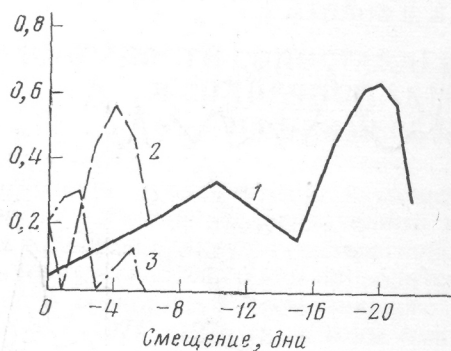


Рис. 2. Изменение коэффициента корреляции  $r$  при смещении событий от 0 до 20 дней. 1 — для расхода лавы и чисел Вольфа при 40-дневной выборке; 2 — для расхода лавы и геомагнитного индекса при 40-дневной выборке; 3 — для расхода лавы и геомагнитного индекса при 54-дневной выборке с учетом заключительного максимума расхода лавы

ности пришелся на время прохождения сизигийного прилива в оболочке Земли (время, когда Земля, Луна и Солнце были расположены на одной линии и приливообразующая сила достигала максимальных значений). Однако следует отметить, что за основной период наблюдений в течение октября-ноября отчетливой корреляции между максимумами расхода лавы и сизигийными приливами не наблюдалось. Окончательный вывод о причинах активизации вулканической деятельности в последние дни извержения мы пока сделать не можем.

Сопоставляя графики изменения расхода лавы и атмосферного давления в районе извержения, можно видеть, что между ними устанавливается нечеткая обратная корреляция с небольшим запаздыванием изменения атмосферного давления относительно изменения расхода лавы (рис. 1, *а*, *в*). Это может свидетельствовать об общности причины их изменения. Зависимость атмосферного давления от пятнообразовательной деятельности Солнца устанавливалась неоднократно (Вительс, 1977).

Таким образом, из приведенного анализа графиков видно, что график изменения расхода лавы в течение октября-ноября 1976 г., т. е. на заключительной стадии деятельности вулкана, в основных чертах подобен графикам изменения геомагнитного индекса и относительных чисел солнечных пятен. При этом определено запаздывание изменений расхода лавы соответственно на 4 и 20 дней по отношению к изменениям геомагнитного индекса и чисел Вольфа. Отметим, что получающееся 16-дневное запаздывание магнитных возмущений от возмущений солнечной активности качественно не противоречит среднему запаздыванию, которое в годы минимума активности Солнца составляет 7–8 дней (Афанасьев, Калинин, 1961).

Были проанализированы также графики изменения эксплозивной активности и расхода лавы за весь период Большого трещинного Толбачинского извержения (450 дней). Они приведены на рис. 3 совместно с графиками изменения чисел Вольфа и геомагнитного индекса. Последние два графика сдвинуты по шкале времени на определенный выше срок запаздывания — 4 дня для геомагнитного индекса и 20 дней для чисел Вольфа. Сравнение графиков показывает определенную степень их корреляции. Период деятельности Северного прорыва, а также апрель-

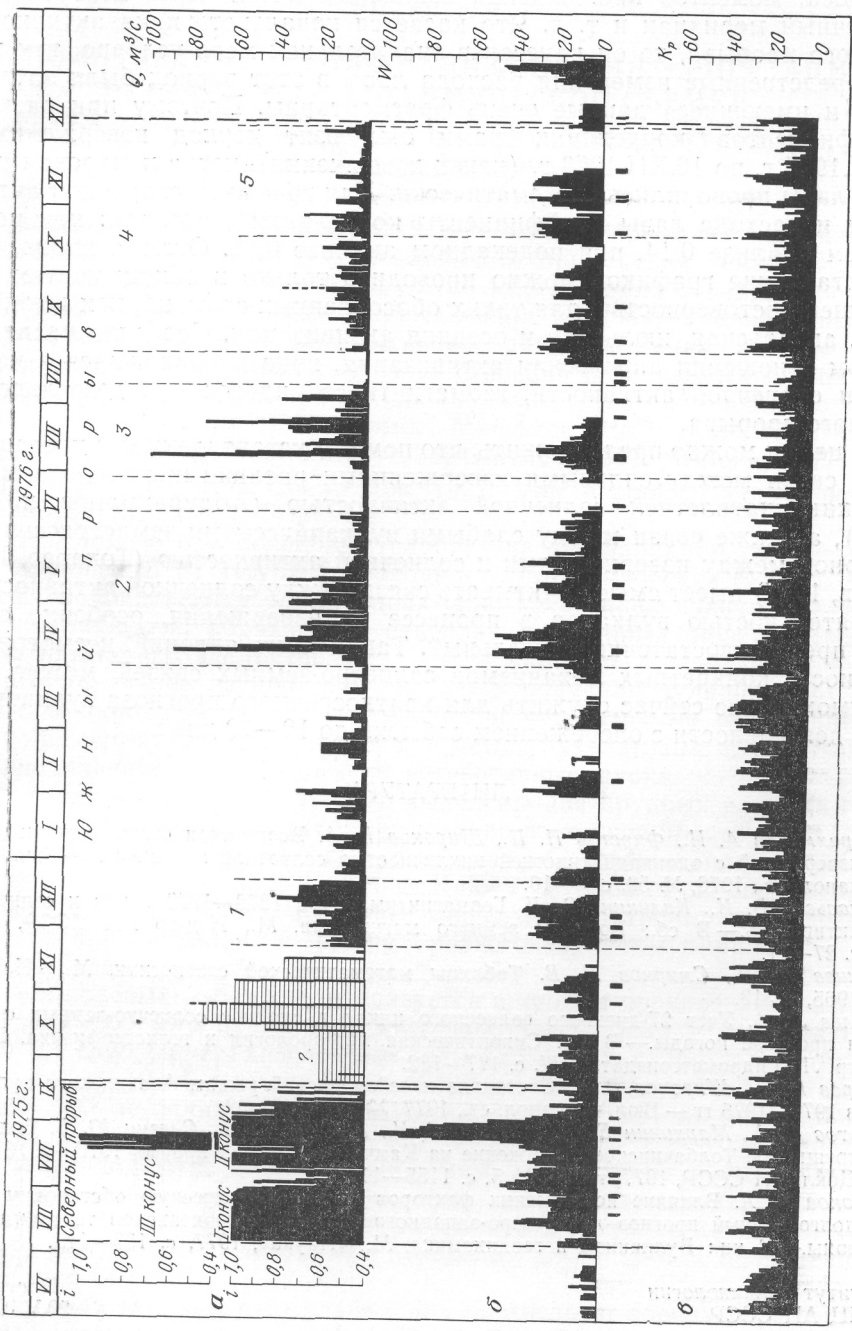


Рис. 3. Графики вулканической (а), солнечной (б) и магнитной (в) активности за период БТТИ.

На графике а заштрихован начальный период деятельности Южного прорыва, когда измерения расхода лавового материала велись непрерывно; на графике б (внизу) отмечены моменты прохождения крупных групп солнечных пятен через центральный меридиан; 1 — относительная продолжительность эксплозий Северного прорыва в суммарное время эксплозий в сутки (24 ч); 1 — декабрьская, 2 — апрельская, 3 — июльская, 4 — осенняя активизации, 5 — период детальных наблюдений. Остальные условные обозначения см. в подписи к рис. 1

ская, июльская и осенняя активизации деятельности Южного прорыва сопоставляются с соответствующими периодами активности в деятельности Солнца.

С другой стороны, начальный период деятельности Южного прорыва, выраженный на графике расхода лавы крупным пиком, достигающим  $50 \text{ м}^3/\text{с}$  и более, не соответствует какой-либо определенной аномалии в активности Солнца. Вызывает затруднение также прямое сопоставление графика активности Солнца, выраженной в числах Вольфа, и графика изменения геомагнитного индекса. По-видимому, такие сопоставления требуют более детальной обработки графиков, учета роли солнечных вспышек, моментов прохождения солнечных пятен через центральный солнечный меридиан и т. д. Что касается начального пика активности Южного прорыва, то он нанесен в значительной мере условно, так как непосредственные измерения расхода лавы в этот период были затруднены и имеющиеся данные очень фрагментарны. Поэтому при расчете коэффициентов корреляции нами был взят период извержения с 17.XI.1975 г. по 10.XII.1976 г. (конец извержения), когда измерения расхода лавы проводились систематически. Для графиков солнечной активности и расхода лавы коэффициенты корреляции составили: при посуточном анализе 0,14, при подекадном анализе 0,52. Отсюда видно, что сопоставление графиков можно проводить только в общих чертах и с большей достоверностью для таких обособленных событий, как декабрьская, апрельская, июльская и осенняя активизации. Особенно наглядна в этом отношении апрельская активизация, ярко проявившаяся в изменении солнечной активности, геомагнитного индекса и в деятельности Южного прорыва.

В целом можно предположить, что помимо установленной в последние годы связи между сильными извержениями различных вулканов мира и одиннадцатилетней солнечной активностью (Абдурахманов и др., 1971), а также связи между слабыми вулканическими землетрясениями в период между извержениями и солнечной активностью (Токарев, Широков, 1977) имеет смысл учитывать связи между солнечной активностью и деятельностью вулканов в процессе их извержения, особенно если этот процесс достаточно длительный. Такая связь явлений, несмотря на неясность конкретных механизмов солнечно-земных связей, может, по-видимому, уже сейчас служить для краткосрочного прогноза вулканической деятельности с опережением событий до 10—20 дней.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Абдурахманов А. И., Фирстов П. П., Широков В. А. Возможная связь вулканических извержений с одиннадцатилетней цикличностью солнечной активности.— Бюл. вулканол. ст., 1976, № 52, с. 3—10.
- Афанасьева В. И., Калинин Ю. Д. Геомагнитные бури 1878—1959 годов и солнечная активность.— В сб.: Вопросы земного магнетизма. М., Изд-во АН СССР, 1961, с. 27—41.
- Большев Л. Н., Смирнов Н. В. Таблицы математической статистики. М., «Наука», 1965, с. 313.
- Вительс Л. А. Учет 27-дневного солнечного цикла в анализе солнечно-земных связей и прогнозе погоды.— В сб.: Синоптическая метеорология и гелиогеофизика. Избр. тр. Л., Гидрометеиздат, 1977, с. 177—182.
- Токарев П. И., Широков В. А. Состояние и сейсмический режим Авачинского вулкана в 1971—1975 гг.— Бюл. вулканол. ст., 1977, № 53, с. 46—52.
- Федотов С. А., Мархинин Е. К., Ковалев Г. Н., Цюрупа А. И., Слезин Ю. Б. Большое трещинное Толбачинское извержение на Камчатке. Южный прорыв 1975—1976 гг.— Докл. АН СССР, 1977, т. 237, № 5, с. 1155—1158.
- Широков В. А. Влияние космических факторов на геодинамическую обстановку и ее долгосрочный прогноз для северо-западного участка Тихоокеанской тектонической зоны.— В кн.: Вулканизм и геодинамика. М., «Наука», 1977, с. 103—115.