

## СКРЫТЫЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ЛУННЫХ СЕЙСМОГРАММ: СПЕКТРАЛЬНО-ГИСТОГРАММНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

Танака С. (Ин-т Космич. Иссл., Япония),

Луканенков А.В. (АИ), Хаврошкин О.Б., Хрусталёв А. Б. (ИФЗ РАН)

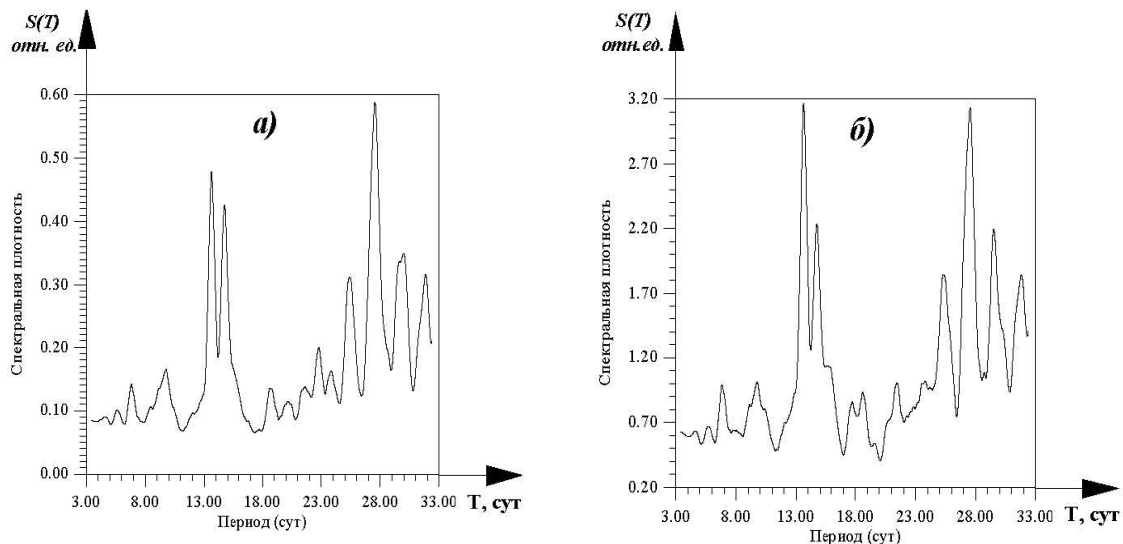
*khavole@ifz.ru*; тел.: 8-499 252 21 98

Ключевые слова: колебания Луны, поиск скрытых периодичностей, сейсмограммы, каталог Накамуры

На основе представленных лунных сейсмограмм (ISAS) с помощью модифицированного спектрально-гистограммного метода выделяются скрытые периодичности. В настоящей работе анализируются различные компоненты ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и  $\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ ) лунных сейсмограмм, записанные станциями «Аполлон -12, -14, -15, -16». Полученные результаты имеют значительные отличия по сравнению с известными результатами, поскольку на гистограммах отчетливо выделяются пики, которые могут быть отнесены к диапазону собственных колебаний Луны. Также эти гистограммы сравниваются с ранее полученными результатами (модифицированный метод Ломба-Скаргла, разработанный для неэквилидистантных рядов, резонансный метод). Главный результат состоит в том, что пики, полученные различными методами, примерно совпадают, что позволяет отнести их периоды к соответствующим собственным колебаниям Луны.

Луна является единственным космическим телом кроме Земли, на которой была создана сеть сейсмических станций. Эти станции зафиксировали более 12000 сейсмических событий. По этим данным был составлен каталог лунных сейсмических событий, который содержит информацию о времени начала сейсмического события, времени его окончания, магнитуде и причине его вызвавшей: собственные сейсмические события, падение метеоритов и неклассифицированные сейсмические события (Накамура).

При исследовании этих данных ранее были выявлены приливные сейсмические события. Основным методом, который использовался для анализа этого банка данных, является Фурье-анализ. Но на ранних стадиях проводилось усреднение количества событий по 2÷3 суткам, чтобы свести этот банк данных к эквидистантному ряду и возможности применения быстрого преобразования Фурье. При этом терялась информация о короткопериодной части спектра, которая определяет собственные колебания Луны и соответственно ее внутреннее строение.



**Рис.1.** Сравнение спектров, полученных: а) обычным методом (БПФ) и б) методом Ломба-Скаргла

Поэтому возникает вопрос: возможно ли применение Фурье-анализа для анализа неэквилидистантных рядов. Результаты тестирования показали, что возможно. При этом приливное взаи-

модействие проявляется очень сильно и коэффициент корреляции близок к 0.9. Поэтому был сделан вывод о том, что Фурье-анализ можно применять и для исследования неэквилидистантных рядов.

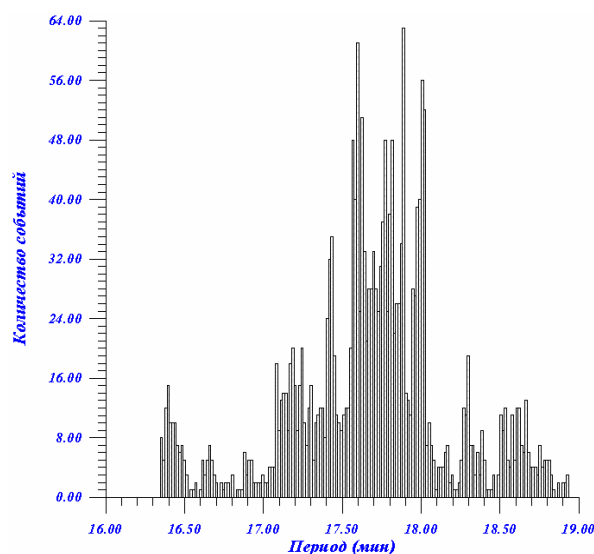
Основным недостатком данного исследования является то, что на спектре появляются пики, обусловленные неэквилидистантностью ряда. Для их устранения и проверки работоспособности метода исследования неэквилидистантных рядов строились СВАН-диаграммы. На них также отчетливо проявлялось приливное взаимодействие. Но при попытке перейти к высокочастотной части спектра опять же наблюдалось большое количество пиков, которые не несли никакой информации.

Поэтому был разработан резонансный метод. Суть этого метода состоит в том, что на СВАН-диаграммах видна зависимость амплитуды от времени. И это наводило на мысль: нельзя ли применить спектральный анализ к полученной зависимости амплитуды от времени? Оказалось, что можно. И при этом получались интересные результаты.

В частности, оказалось, что на различных участках спектра выделяются пики, которые определяются нелинейностью Луны и на приливной гармонике выделяется частота, близкая к собственным колебаниям Луны.

Сатошей Танака нам была любезно предоставлена запись сейсмического события после падения метеорита. Ни обыкновенный спектральный анализ, ни СВАН-диаграммы, ни резонансный метод не позволяли выделить частоты близкие к собственным колебаниям Луны. Поэтому мы воспользовались усовершенствованной методикой А.В. Луканенкова.

Этот метод состоит в том, что весь ряд наблюдений разбивается на небольшие участки. На каждом участке вычисляется спектр. Среди всех частот находится частота, соответствующая максимальному значению амплитуды. После этого строится гистограмма, где по оси абсцисс откладывается частота (период), а по оси ординат-количество событий. Это представление носит название спектрально-гистограммного представления.



**Рис.2.** Спектрально-гистограммное представление Z-компоненты

Основным недостатком данного метода является огромное время счета и очень большой чувствительностью к входным параметрам: шагу по времени, окну и шагу по периоду.

*Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(27) 2009*

*Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2009 года (ЕСЭМПГ-2009)*

*URL: [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/1-2009/informbul-1\\_2009/planet-25.pdf](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2009/informbul-1_2009/planet-25.pdf)*

*Опубликовано 1 сентября 2009 г.*

© *Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2009*

*При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала,*

*ссылка на «Вестник Отделения наук о Земле РАН» обязательна*