

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМЛИ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ КВАРЦЕВЫМ ЭКСТЕНЗОМЕТРОМ, ВЫЗВАННЫХ ЛОКАЛЬНЫМИ ФЛЮКТУАЦИЯМИ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Картвелишвили К. З.

Институт геофизики им. М. З. Нодиа, 0193, Тбилиси, ул. Алексидзе, 1.

Возможности исследования длиннопериодных сейсмических колебаний земной поверхности, регистрируемых экстензометрами, нередко ограничиваются низким отношением сейсмического сигнала к фону помех. Особенно остро этот вопрос встает при выделении собственных колебаний Земли.

Повышение реальной чувствительности кварцевых экстензометров с емкостными преобразователями требует тщательного изучения структуры регистрируемых шумов. исследования их природы.

Известно, что основным источником длиннопериодных шумов, регистрируемых маятниковыми приборами, является атмосферное давление. Так, корреляция между длиннопериодными шумами, регистрируемыми сейсмографами и изменениями атмосферного давления, отмечалась в различных работах [1,2,3]. Теоретические исследования [4] показали, что при определенных геологических и метеорологических условиях, с локальными баровариациями может быть связана значительная часть мощности сейсмических шумов на периодах более 20 с. Поэтому, большой интерес представляет анализ одновременных записей атмосферного давления и деформации, которые можно рассматривать как двумерные временные ряды. Для их описания использовался математический аппарат спектрально - корреляционного анализа [5,6]

Используемый в Тбилисской подземной приливной Лаборатории земных приливов Института геофизики экстензометр с емкостным преобразователем малых смещений КД - 2 дает возможность проводить измерения изменений базы прибора на величину  $10^{-3} - 10^{-4}$  мкм. Достижение столь высокой чувствительности позволило поставить задачу исследования уровня и структуры, регистрируемых штанговым экстензометром помех.

Для того, чтобы получить представление о качественной картине вариаций уровня и характера регистрируемых экстензометрами шумов, были просмотрены материалы наблюдений за 1976 - 1977 годы. При этом, какой - либо закономерной периодичности сезонных или суточных вариаций длиннопериодных шумов заметить не удалось.

Чтобы установить пределы изменения мощности длиннопериодных шумов, были проанализированы одновременные записи компонентов экстензометра №30° W, и №66,5° E, а также микробарометра. Выбранным участкам записи тоже, как минимум, за 5 часов не предшествовали землетрясения с магнитудой  $M \geq 5,5$ . Мощность шумов на записях обоих компонент Тбилисского экстензометра в пределах погрешности вычислений имеет одинаковую величину.

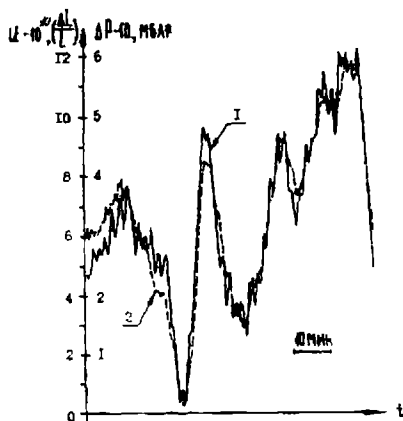


Рис. 1. Записи выходных сигналов компоненты N30°W Тбилисского экстензометра (1) и барометра (2) 14 апреля 1977 г.

На рисунках 1-2 показаны участки, пропущенных через цифровой фильтр с полосой пропускания  $60^{-1} + 3600^{-1}$  Гц, одновременных записей выходных сигналов экстензометра и барометра. За время наблюдений, в указанной полосе частот изменения атмосферного давления, как правило, не превышали 1 миллибар, а деформации -  $10^{-9}$ , величины значительно уступающие земноприливным деформациям. Отметим, что для компонента N30° W повышение давления сопровождается изменением выходного сигнала преобразователя, соответствующем удлинению базы прибора, или укорочению эталона длины (рис. 1). В то же время, при повышении давления, выходной сигнал компонента N66,5° E указывает на уменьшение базы прибора или увеличение эталона длины (рис. 2). Подобие записей выходных сигналов экстензометра и барометра позволяет предположить, что баровариации в данных условиях являются основным источником длиннопериодных шумов.

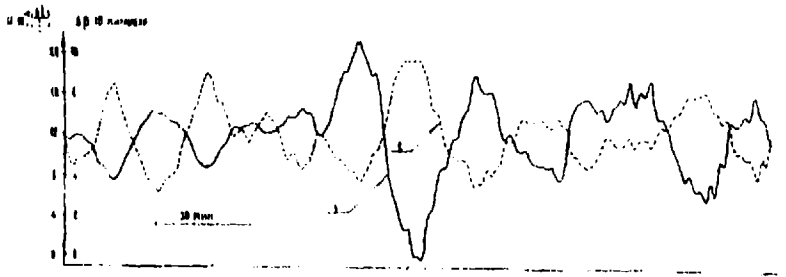


Рис. 2. Записи выходных сигналов компоненты N66,5°E Тбилисского экстензометра (1) и (2) 1 июля 1977 г.

Разделим все регистрируемые экстензометром помехи на две группы. В первую отнесем шумы, которые тем или иным образом связаны с баровариациями в месте установки экстензометра. Эта связь может осуществляться через деформации как эталона длины, так и окружающих пород, поскольку, согласно исследованиям, проведенным для

датчиков КД - 2 - [7], регистрируемые шумы не могут быть вызваны влиянием баровариаций непосредственно на емкостный преобразователь, все остальные шумы отнесем ко второй группе.

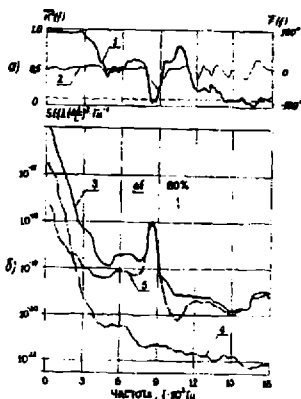


Рис. 3. Спектрально-корреляционные характеристики шумов, зарегистрированных 14 апреля 1977 г. в Тбилиси ( компонента N30°W ).

Для получения спектрально - корреляционных характеристик шумов кварцевого экстензометра по материалам наблюдений в Тбилисской подземной приливной лаборатории, рассчитывались сглаженные спектры мощности, когерентности и фазы одновременно регистрируемых деформаций и изменений атмосферного давления. При этом, спектр баровариаций пересчитывался к деформациям эталона длины под воздействием всестороннего сжатия.

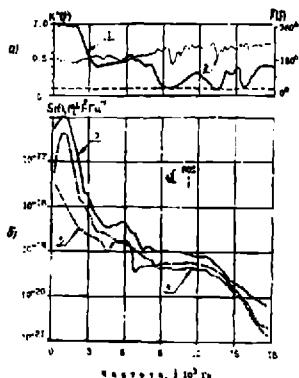


Рис. 4. Спектрально-корреляционные характеристики шумов зарегистрированных 1 июля 1977 г. в Тбилиси ( компонента N66,°5E ).

- а) Квадрат спектра когерентности (1) и взаимный фазовый спектр (2) шумов и баровариаций.
- б) Спектры мощности регистрируемых шумов (3) баровариаций (4) и остаточных шумов некоррелированных с изменениями атмосферного давления (5).

На рис. 3 приведены спектрально - корреляционные характеристики материалов регистрации для компонента экстензометра №30° W , а на рис. 4 - для компонента №66°,5E. Ширина спектрального окна и число степеней свободы, соответственно равны:

$$\Delta f_{N30^{\circ}W} = 7,7 \cdot 10^{-4} \text{ Гц}, \quad V_{N30^{\circ}W} = 30;$$

$$\Delta f_{N66^{\circ},5E} = 6,84 \cdot 10^{-4} \text{ Гц}, \quad V_{N66^{\circ},5E} = 25;$$

Число степеней свободы  $V$  определяется как [5,6]

$$V = 3T_0 / T_1$$

Здесь  $T_0$  и  $T_1$  длительности исходного анализируемого ряда и отдельного участка соответственно.

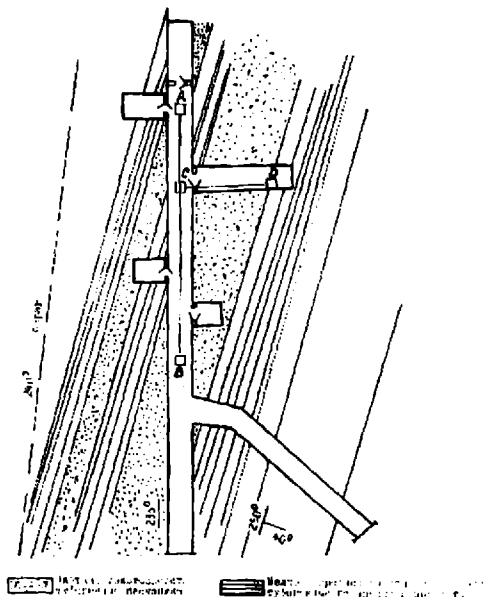


Рис. 5. План подземного сооружения приливоизмерительной лаборатории ИГ АН ГССР. АВ и СД компоненты деформометра N66,°5E и N30°W соответственно.

В области периодов  $T \geq 300$ с, величины квадратов сглаженных спектров когерентности  $K^2(f)$  близки к единице. Однако, взаимные спектры деформаций и баровариаций для этих компонентов отличаются на  $L$  и указывает на то, что в данном случае изменения атмосферного давления различным образом влияют на измерения в ортогональных направлениях.

Поскольку, наряду с высокими значениями квадрата спектра когерентности при повышении давления один компонент (№66°,5E) регистрирует уменьшение базы, а другой (N30°W) увеличение, то, естественно, предположить, что в подземной приливной лаборатории влияния баровариаций на результаты измерений, по крайней мере, для

одного компонента осуществляется через деформацию пород, на которых установлен прибор. Реакцию компонента N66°5E на изменение давления можно объяснить тем, что эталон длины деформируется в меньшей степени, чем подлежащие породы, т.е. в этом направлении последние имеют меньшую жесткость, чем эталон длины. Действительно, из рис. 5 следует, что жесткость базы экстензометра в направлении N66°5E из-за пересечения достаточно мощным слоем мелкозернистых песчаников, должна быть значительно ниже, чем в направлении N30°W.

При регистрации длиннопериодных деформаций земной поверхности необходимо максимально уменьшить влияние баровариаций, которое может осуществляться как воздействием на эталон длины (N30°W), также с деформациями базы прибора (N66°5E).

Проведенный анализ длиннопериодных шумов показал, что в диапазоне периодов  $3600\text{с} > T \geq 200 - 400\text{с}$ , величина квадрата спектра когерентности изменяется от 0,9 до 1. Это означает, что учет или компенсация влияния баровариаций позволит снизить уровень мощности регистрируемых кварцевым экстензометров шумов на 1-2 порядка.

#### Литერატურა

1. Черибай И. П., Картвелишвили К. З. Деформометрические наблюдения длиннопериодных колебаний. Материалы докладов республиканской научно - технической конференции молодежи "Проблемы наук о Земле". Тбилиси. 1978.

2. Ewing M., Press F. Further study of atmospheric pressure fluctuations recorded on seismographs Trans. Amer. Geophys. Un. 34. 1953. PP.95-100.

3. Картвелишвили К.З., Мирианшвили В. И. Наблюдения наклонов поверхности Земли, вызванные изменениями атмосферного давления. Сообщения АН ГССР. 1977. 85. N3.

4. Sorrells G.G., Mc Donald I.A. et al. Earth motion caused by local atmospheric pressure changes - Geophys. J. R. astr. Soc. 1971. PP. 83-98.

5. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения, Москва, "Мир". 1971. Вып. 1.

6. Дженкинс Г. Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. Москва, "Мир". 1972. Вып. 2.

7. Данилов В.И. Карауш В.М., Осика В.И., Черибай И.П. Кварцевый деформометр с емкостными преобразователями перемещений. В сб. «Сейсмические приборы». Москва, Наука. 1977. Вып. 10.

ატმოსფერული წნევის ლოკალური ფლუქტუაციებით გამოწვეული ეკარცის ექსტენზომეტრით დარეგისტრირებული დეფორმაციების კვლევა.

ქართულიშვილი კ.

რეზიუმე

დედამიწის მყარ ტანში მიმოქცევითი მოვლენების შესასწავლად გამოყენებული ექსტენზომეტრული დაკვირვებების შედეგები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს დედამიწის ქერქის ნელი და სეისმური დეფორმაციების გასაზომად.

დედამიწის ზედაპირის საუკუნოვანი, მიმოქცევილი და სეისმური დეფორმაციების დაკვირვებისათვის საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტის მიწისქვეშა მიმოქცევით ლაბორატორიაში გამოიყენება ორკომპონენტური კვარცის ექსტენზომეტრი. 42მ ბაზის მქონე N66°5E კომპონენტს აქვს მგრძობიარობა  $0,22 \cdot 10^{-10}/\text{მმ}$  მეორე N30°W კომპონენტს, რომლის ბაზაა 14,5მ ზომის დეფორმაციებს  $0,71 \cdot 10^{-10}/\text{მმ}$  მგრძობიარობით.

ნაშრომში მოყვანილი მაგალითები გვიჩვენებენ, რომ ექსტენზომეტრის დრეიფი კარგ კორელაციაშია ატმოსფერული წნევის არაპერიოდულ ვარიაციებთან.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМЛИ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ КВАРЦЕВЫМ ЭКСТЕНЗОМЕТРОМ, ВЫЗВАННЫХ ЛОКАЛЬНЫМИ ФЛЮКТУАЦИЯМИ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Картвелишвили К.З.

### Реферат

Известно, что твердое тело Земли деформируется различными силами, действующими на ее поверхности. Эти деформации могут быть периодическими (земные приливы, сейсмические явления) и непериодическими (медленные тектонические деформации, деформации, вызванные вариациями атмосферного давления и т.д.)

Используемый в Тбилисской подземной приливной Лаборатории экстензометр с емкостным преобразователем малых смещений КД - 2 дает возможность регистрировать изменения базы прибора для компонента N66,°5E (база 42,0м) с чувствительностью  $0,22 \cdot 10^{-10}/\text{мм}$ , а для компонента N30°W (база 14,5м) -  $0,7 \cdot 10^{-10}/\text{мм}$ .

Приведенные в работе примеры показывают, что дрейфы обоих горизонтальных компонентов находятся в хорошей корреляции с изменениями атмосферного давления.

## STUDY OF EARTH DEFORMATIONS, CAUSED BY LOCAL ATMOSPHERIC PRESSURE FLUCTUATIONS, RECORDED BY QUARTZ EXTENSOM

Kartvelishvili K.

### Abstract

The results of extensometer observations carried out, to study the tidal phenomena in the Earth solid body can also be used for measuring slow and seismic deformations of the Earth's crust.

In order to observe the secular tidal and seismic deformations of the Earth's surface a double-component quartz extensometer has been set in the Tbilisi. Underground Tidal Laboratory of the Institute of Geophysics of the Academy of Sciences of Georgia. The component N66°5E with a 42m base has the sensitivity of  $0,22 \cdot 10^{-10}/\text{mm}$ . Another component, N30°W having the base of 14,5m records with the sensitivity  $0,72 \cdot 10^{-10}/\text{mm}$ .

The given examples show good correlation between the drift of the extensometers and nonperiodic atmospheric pressure variations.