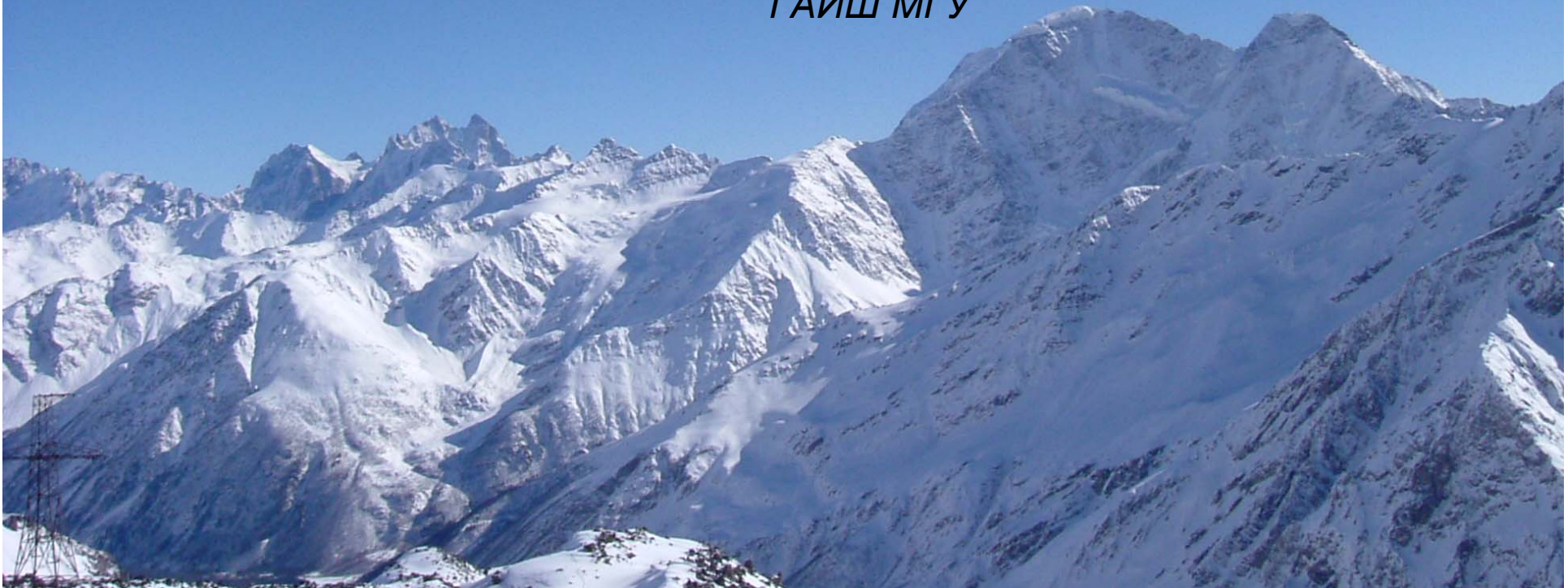


Сагитовские чтения,  
Москва, ГАИШ, 2 февраля 2009

# Оценка параметров и исследование динамики магматических структур Эльбрусского вулканического центра по резонансному методу

А.В. Мясников, В.К. Милюков, А.В. Лагуткина

ГАИШ МГУ

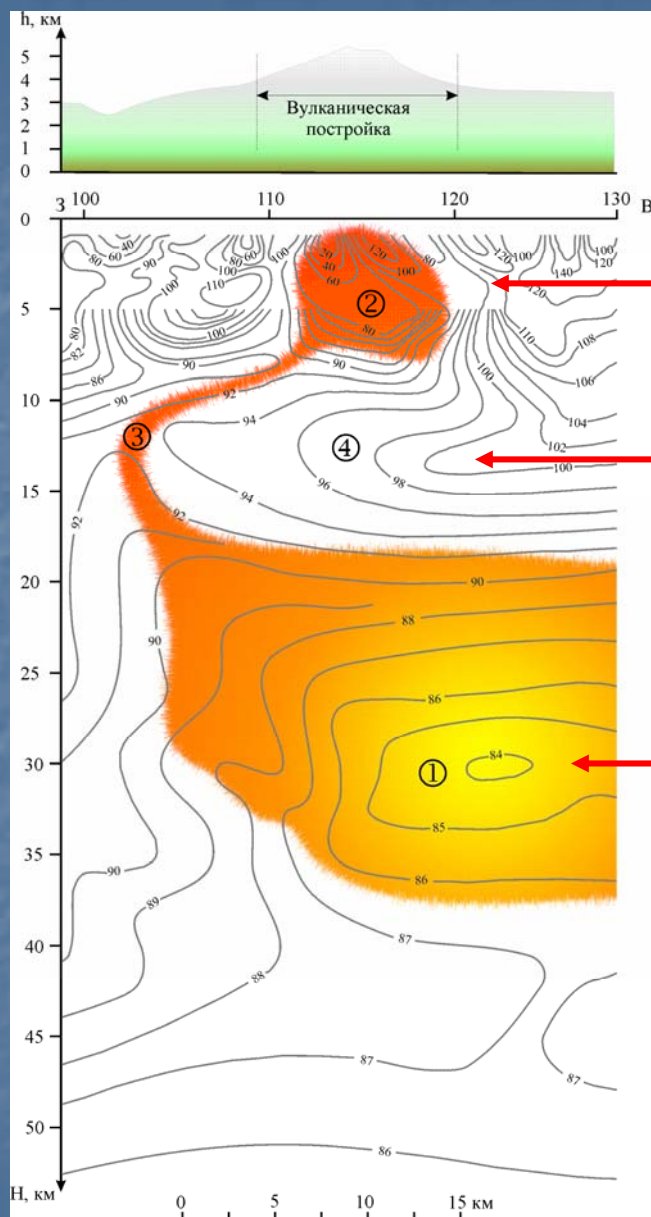




The Elbrus volcano is the highest point of Europe.  
The altitude of the west top is 5643 m, the altitude of the east top is 5620 m.  
The “saddle” between the tops is lower at 270 m and 250 m.  
Elbrus is classified as an active volcano with clearly dated historical eruptions in the Holocene. Elbrus is the dormant volcano.



## Вертикальный разрез поля тектонической раздробленности коры, проходящий через вулкан Эльбрус



- 2 – Область anomalно пониженных значений поля тектонической раздробленности в верхней части коры, отождествляемая с вулканической камерой;
- 3 – Один из потенциально возможных путей перетока первичной магмы;
- 1 – Область anomalно пониженных значений поля тектонической раздробленности в низах базальтовой коры, рассматриваемая в качестве потенциального материнского магматического очага.

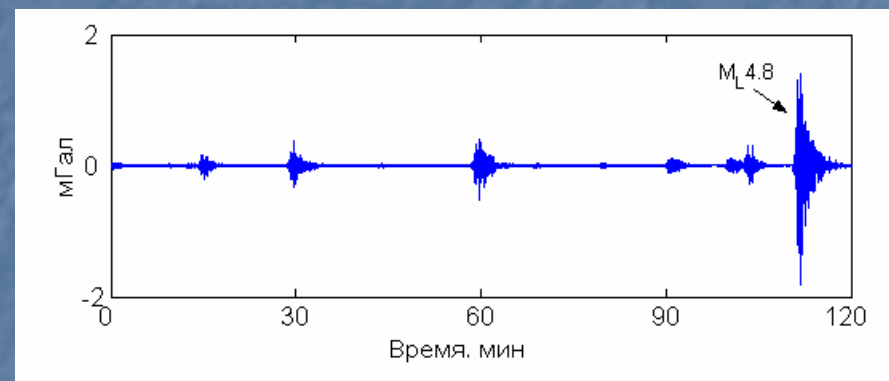
(О.А. Богатиков и др., Докл. РАН, 2002)



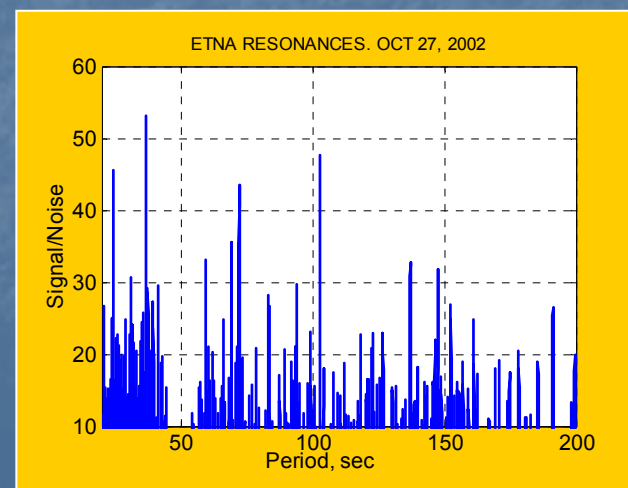
# Извержение вулкана Этны 2002-2003 г.г.



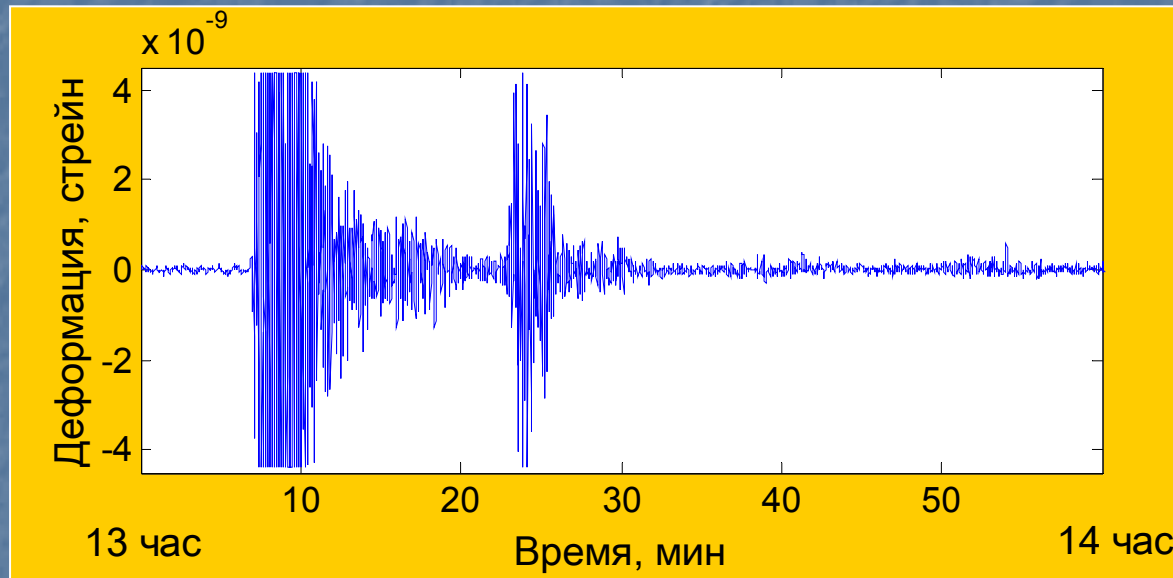
Вулкано-тектонические землетрясения, связанные с началом вулканической активности Этны (27 октября 2002 г), включая самое мощное с магнитудой  $M=4.8$ .



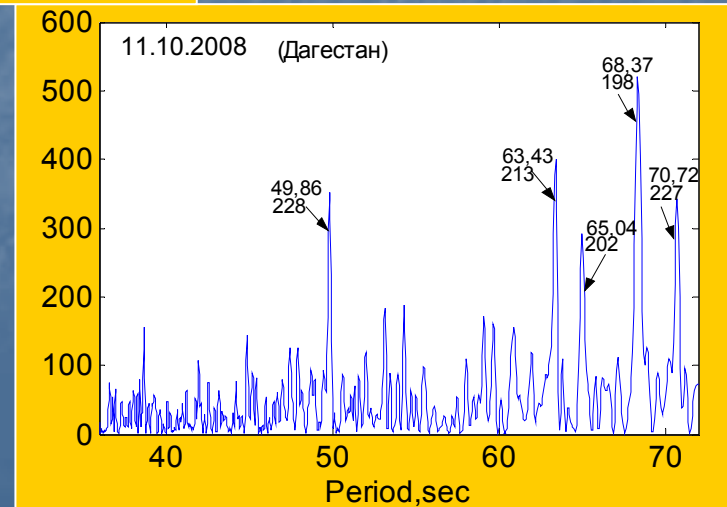
Спектр колебаний резонансных магматических структур вулкана Этна



# Регистрация землетрясения на Северном Кавказе Баксанским лазерным интерферометром. 11 октября 2008 г. $M_1=5.8$ , $M_2=5.3$ .



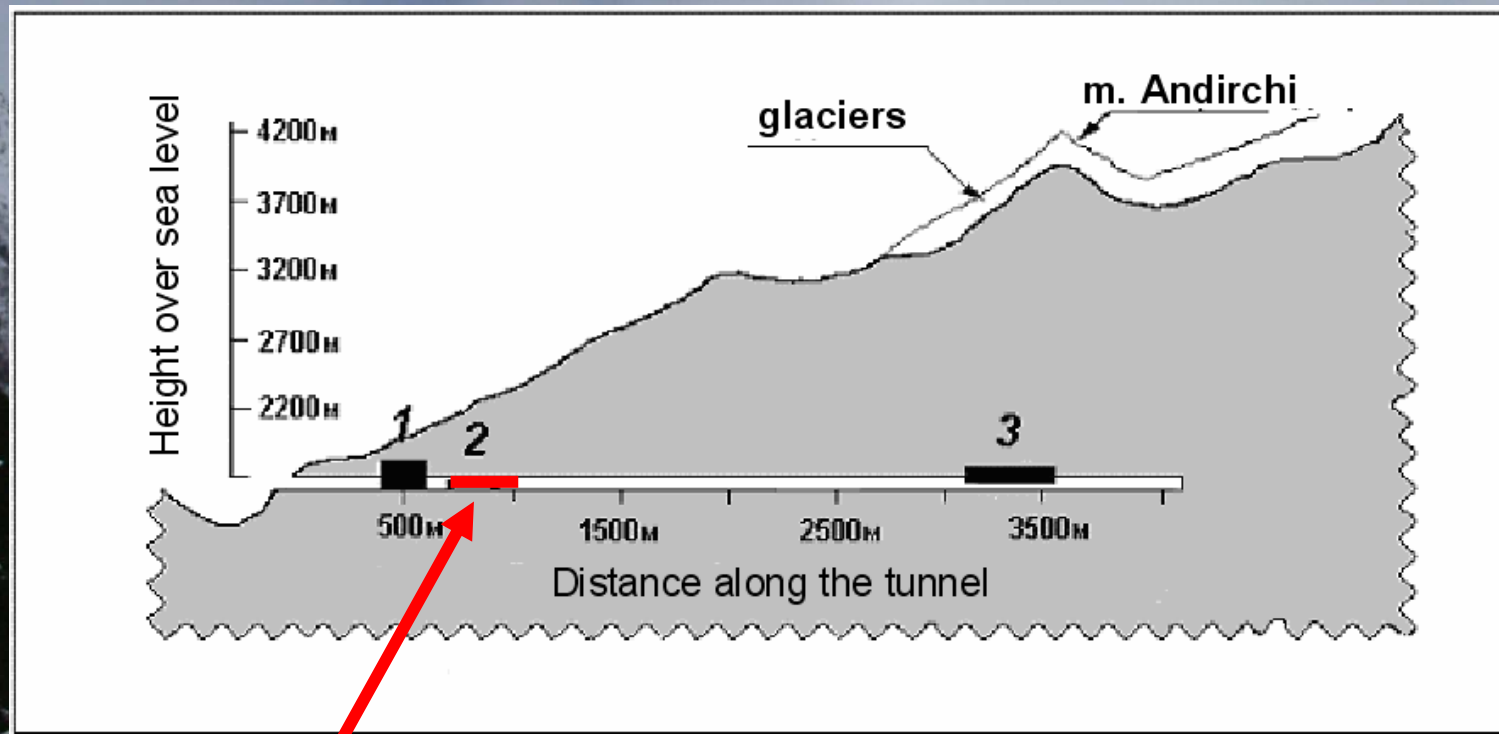
Моды, возбужденные  
землетрясением, которые могут  
быть ассоциированы с  
вулканическими структурами  
Эльбруса



# Baksan Geodynamical Observatory of Moscow University

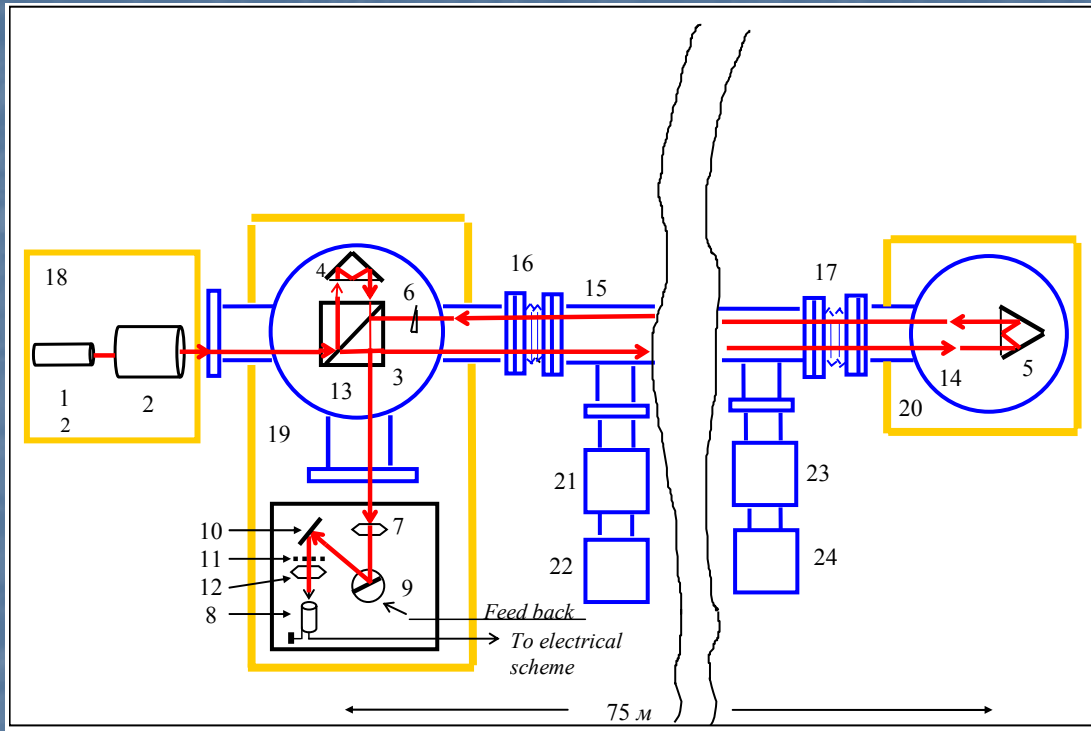
Location: Baksan canyon, 20 km apart from Elbrus volcano

Latitude  $43^{\circ}12'$ , Longitude  $-42^{\circ}43'$ ,



Baksan Laser Interferometer

# Baksan Laser Interferometer



## Output Signals

- ➔ low-frequency channel :  
Hz:  $10^{-7}$  - 0.1;
- ➔ tremor:  
Hz: 0.1 - 10
- ➔ seismic channel :  
Hz: 30;  $\Delta H=1$  Hz
- ➔ high-frequency channel:  
kHz: 1.62;  $\Delta H=1$  Hz
- ➔ temperature
- ➔ pressure

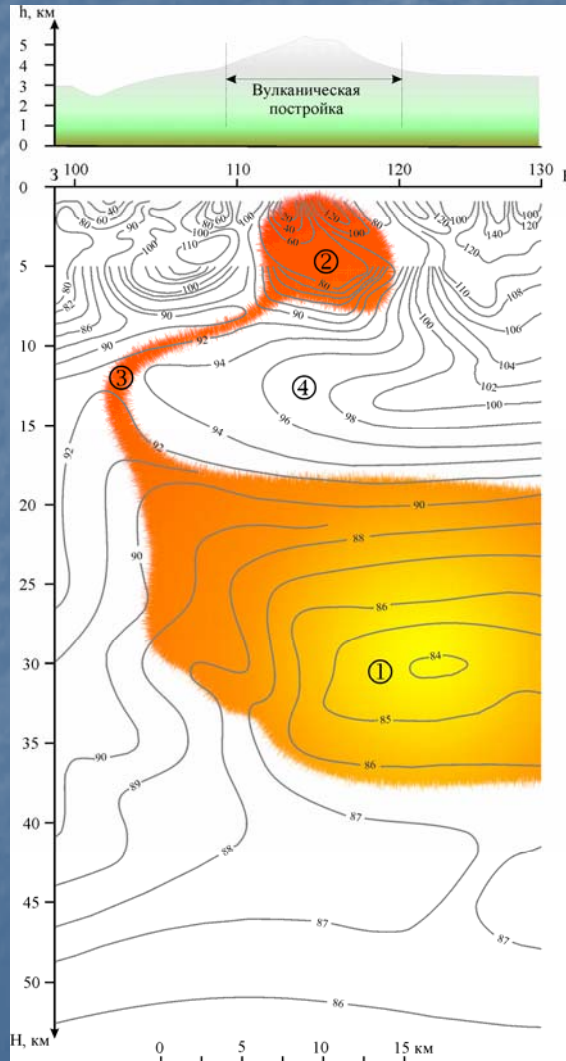
- 1. He-Ne laser. 2. Telescopic system. 3. Beam-splitter. 4,5. Corner reflectors.
- 6. Optical vedge. 8. Photodiode. 9. Galvanometer. 7,12. Focising lenses. 10. Turn mirror. 11. Raster. 13,14. Vacuum chamber. 15. Vacuum tubes. 16,17. Bellows.
- 18,19,20. Concrete foundations. 21,22,23,24. Vacuum pumps.

Interferometer resolution is  $2.3 \times 10^{-13}$  ( $1.6 \times 10^{-11}$  m)



# Результаты резонансного метода по данным 1998-2003 г.г. в применении к вулкану Эльбрус

(Милюков, Вулканология и сейсмология, 2006, № 1)



Выявлена близповерхностная магматическая камера вулкана Эльбрус.

Основные параметры камеры:

Характерный размер

9 km;

Глубина залегания

1-7 km;

Магма – газо-жидкостная пена с плотностью 1500-2000 kg/m<sup>3</sup>;

Выявленная динамика увеличения давления в магматической камере может свидетельствовать о поступлении новых порций горячих лав из глубинного очага.



H:\WB\_Elbrus1.3\EQ\_NEW\

Name of File

position time = value =

Data Time 18:17:56

E:\WB\_elbrus1.3\EQ\_New Ok

h:

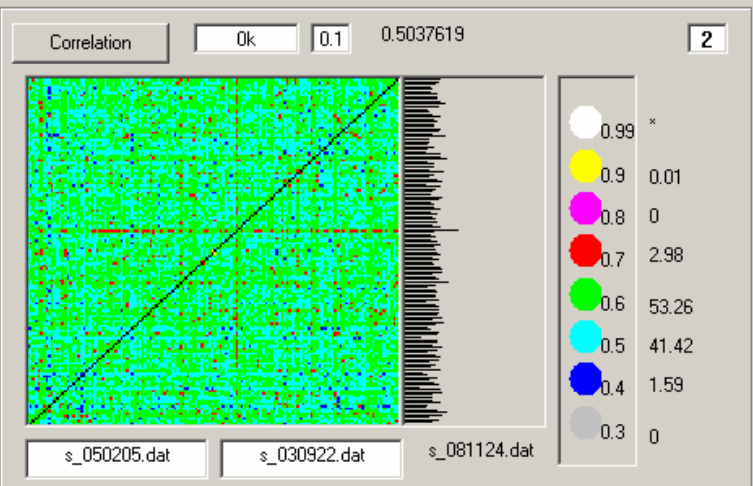
- H:\
- VB\_Elbrus1.3
- EQ\_NEW
- SPECTR**

- s\_080929.dat
- s\_081016.dat
- s\_081019.dat**
- s\_081028.dat
- s\_081029.dat
- s\_081101.dat
- s\_081110.dat

- channel
- GEOPHS
  - ASTRON
  - SOUND
  - Hz32 32
  - PRES
  - TEMPTR
  - VACUUM

MultiPlex 0

173.15 -251.5384



raw  Exit

control  Noise  Joining  Low-cut Filter

Method of Insert

- Vertical 00 00 00
- Center
- Horizontal Apply

Hold

Editor

Imagine Introduce

Password

E:\WB\_Elbrus1.3\EQ\_NEW\SpectrT\xt\s\_081019.dat

01  Прилив  Гистогр  СКЗ  Мусников  СинтСп  Милков

Insert

- long 4 min
- Automatic  hour  day

Interval 2 sec

Filter

- Открытый выход 1 Color 1
- Высокочастотный Iteration 0.1
- Низкочастотный Размах фильтра 100
- Полосовой 1500
- Режекторный 1

полоса пропускания фильтра 72 — 36

- sec  min  hour

Spectr 72 — 36

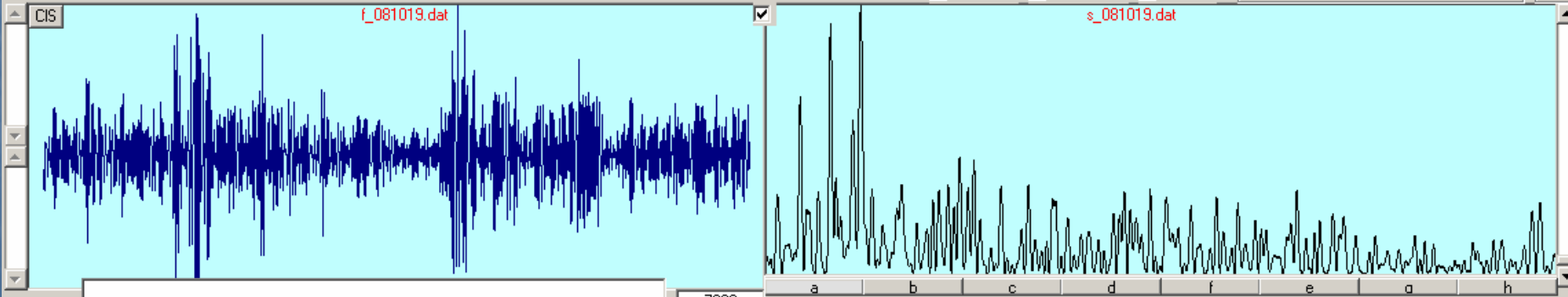
- sec  min  hour

1000 R L

**Spectrum**  100

sec  min  hour  Hz

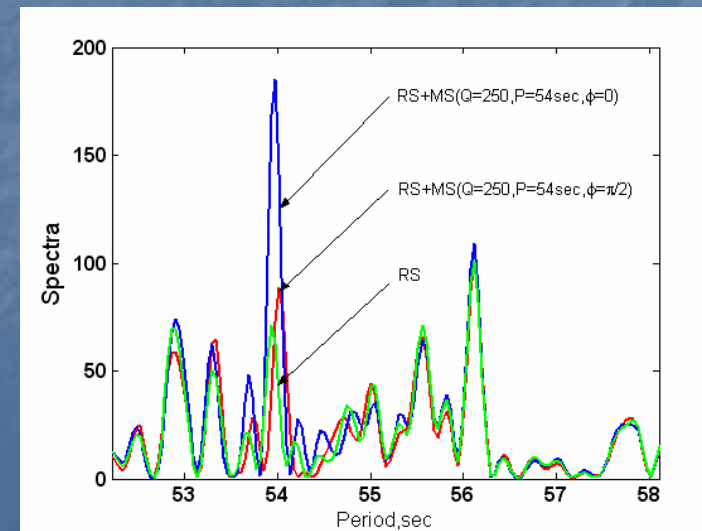
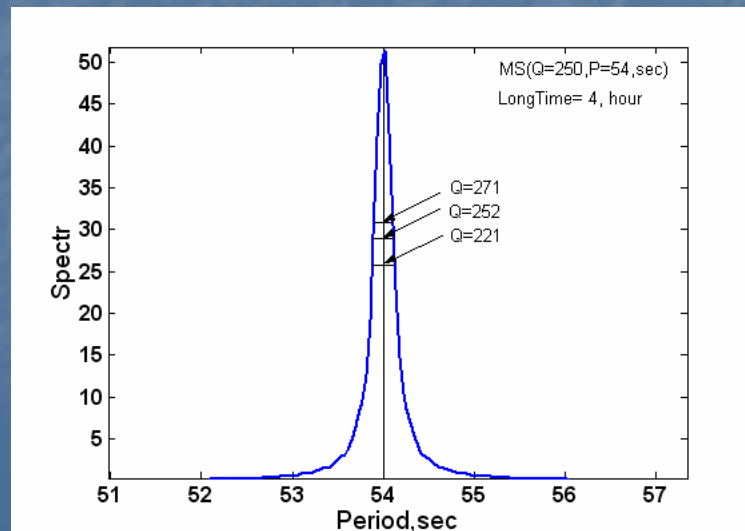
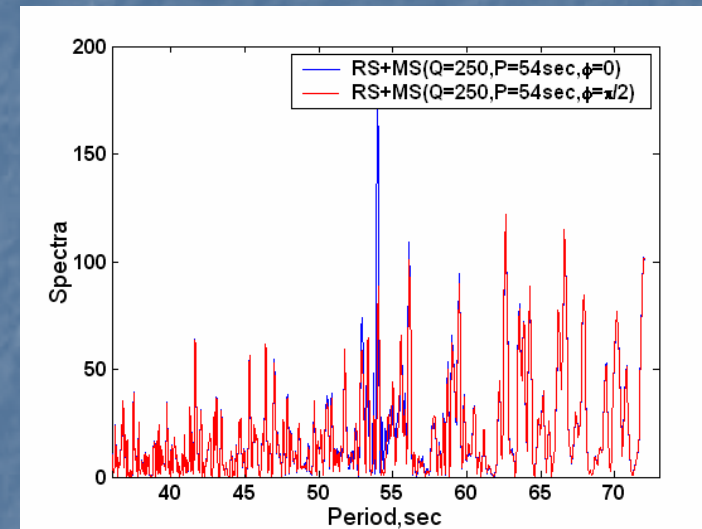
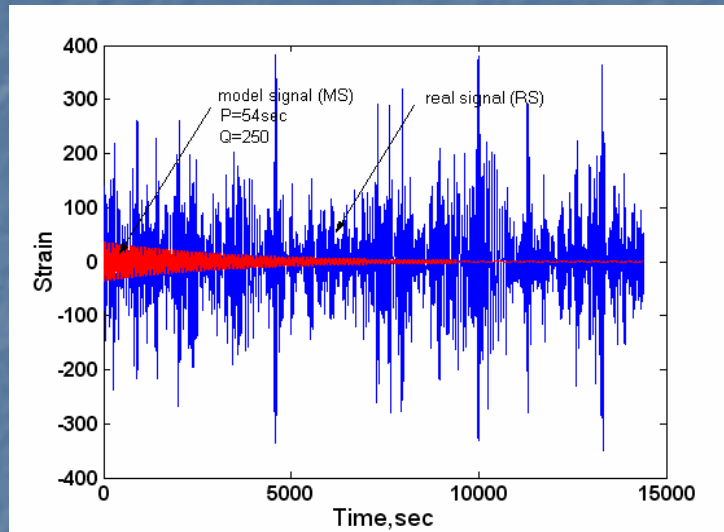
70.04273 48.37544



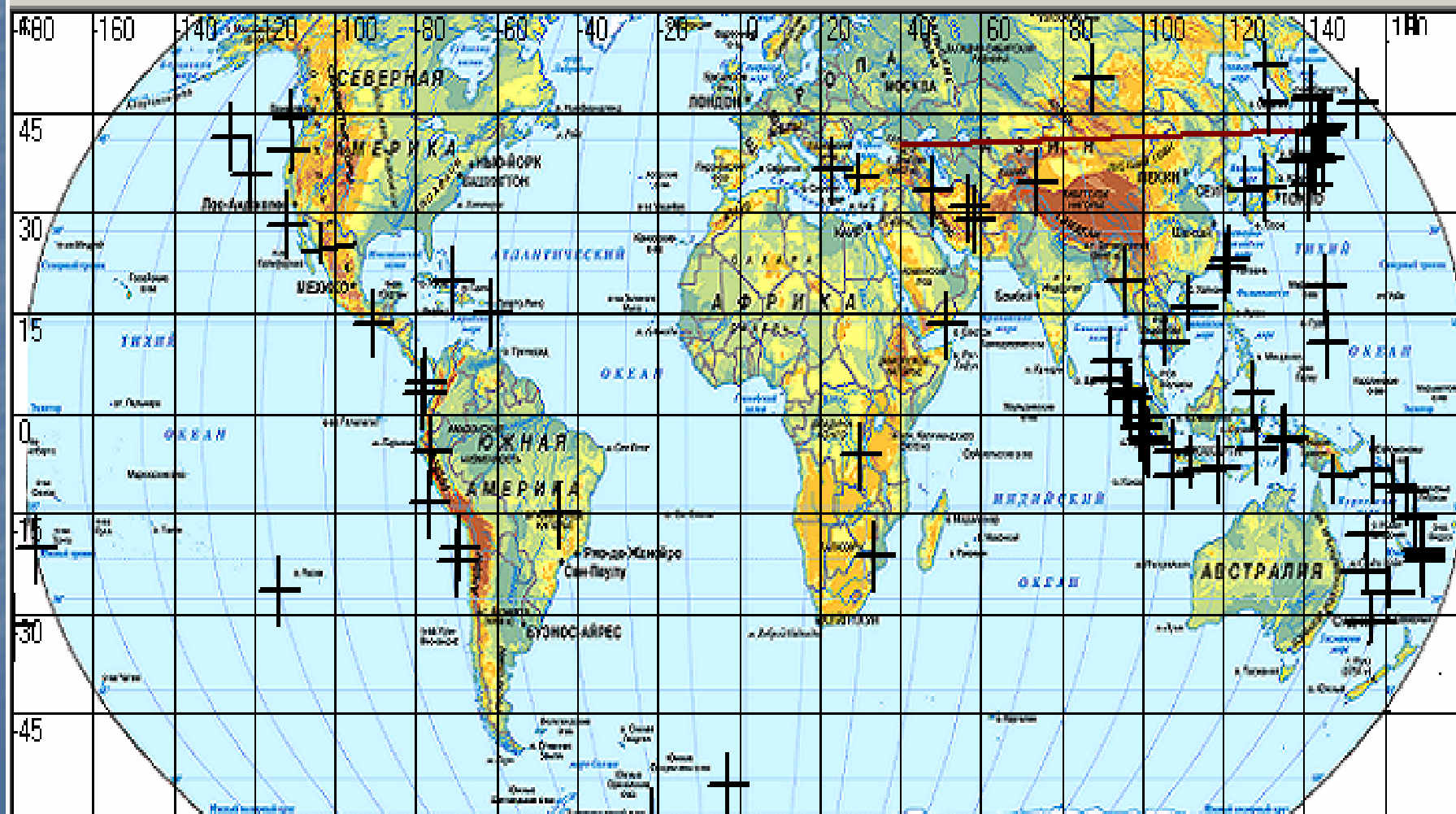
1 071220 07:55:16 38.860 S 178.520 E 36 6.66 OFF EAST COAST OF THE NORTH I

E\_Q

# Методика оценки добротности

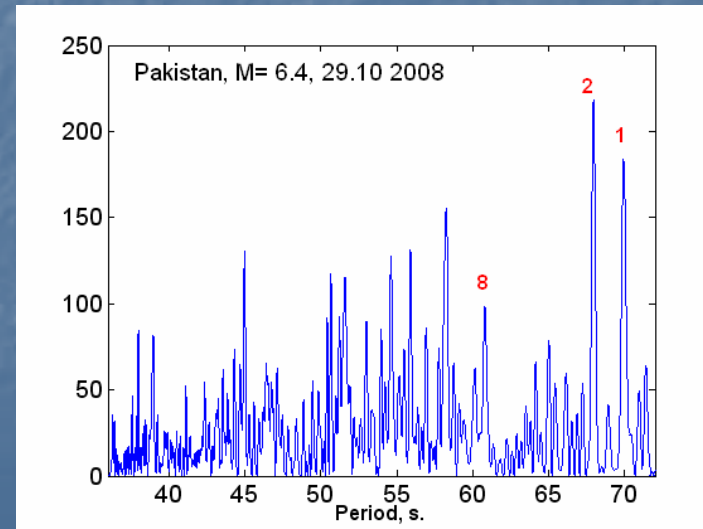
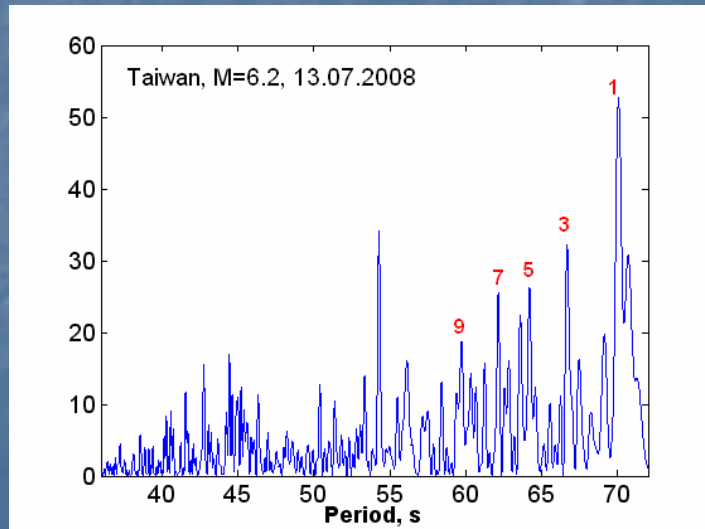
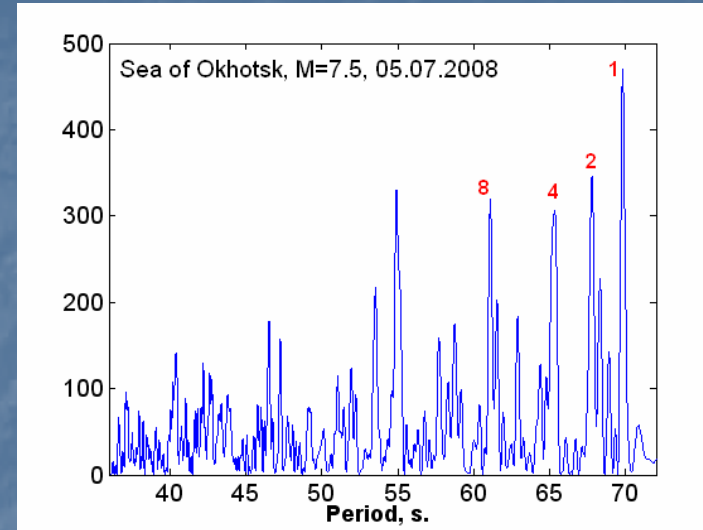
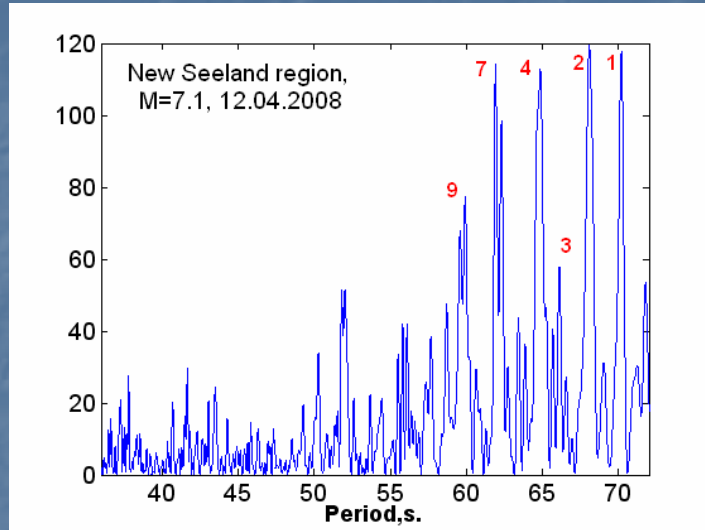


# Карта землетрясений





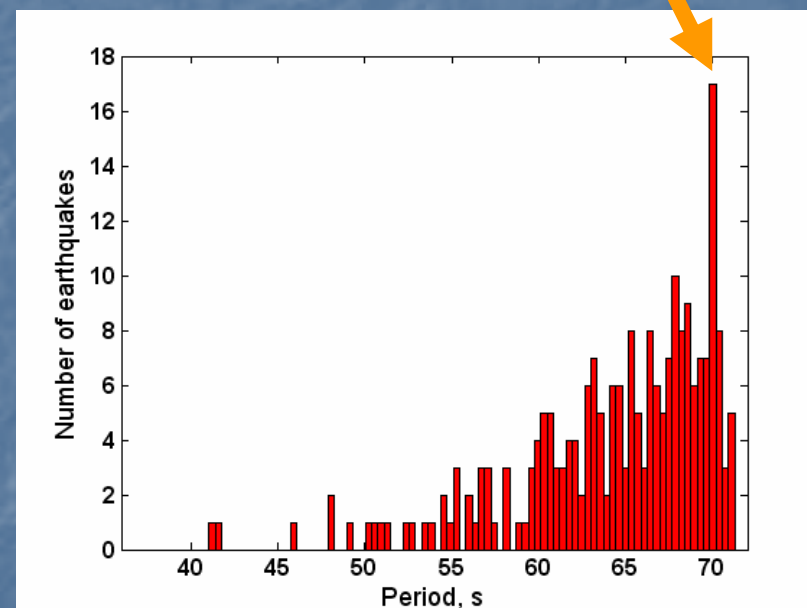
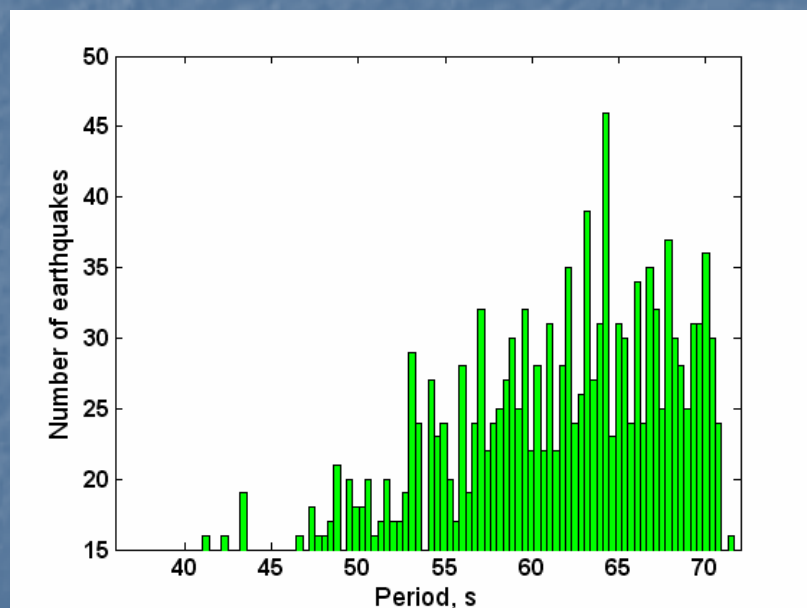
# Примеры спектров возбужденных мод



Значение периодов и добротностей резонансных мод региональных структур, возбужденных сильными землетрясениями в период с 2003 по 2008 годы.

Региональные моды	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Период,сек	70,04	67,93	66,51	65,31	64,27	63,19	62,07	60,94	59,63	56,72
СКО(мода),сек	0,290	0,129	0,262	0,225	0,164	0,195	0,201	0,249	0,197	0,264
Повторяемость	0,37	0,77	0,77	0,70	0,57	0,71	0,61	0,62	0,51	0,74
Добротность	220	227	247	246	264	240	252	269	282	274
СКО(добротн)	37	47	46	50	43	33	50	45	63	48

Фундаментальная мода

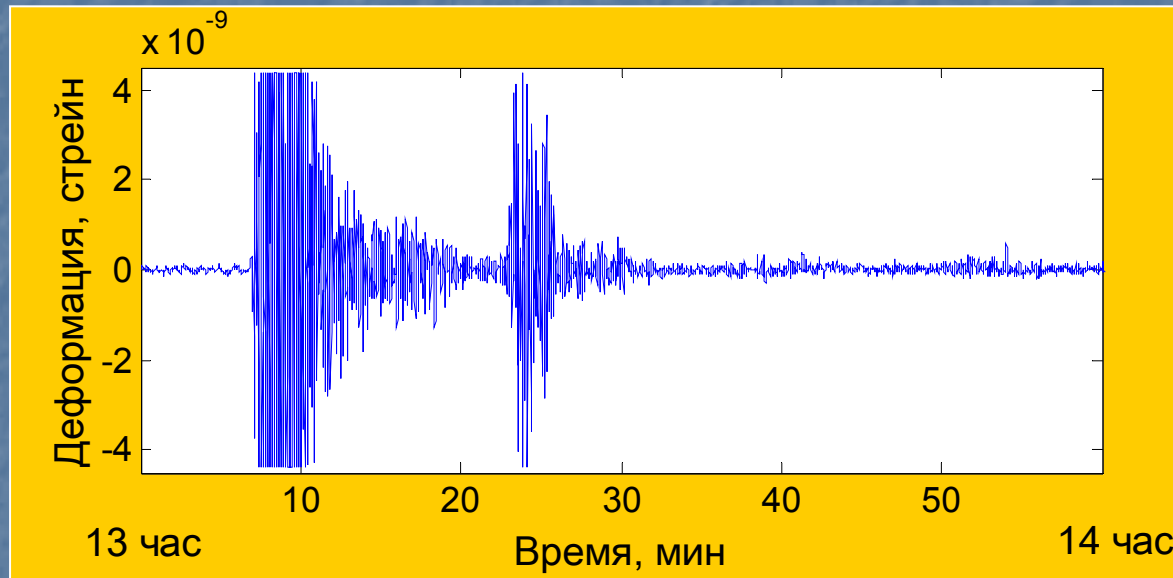


Гистограмма основных мод

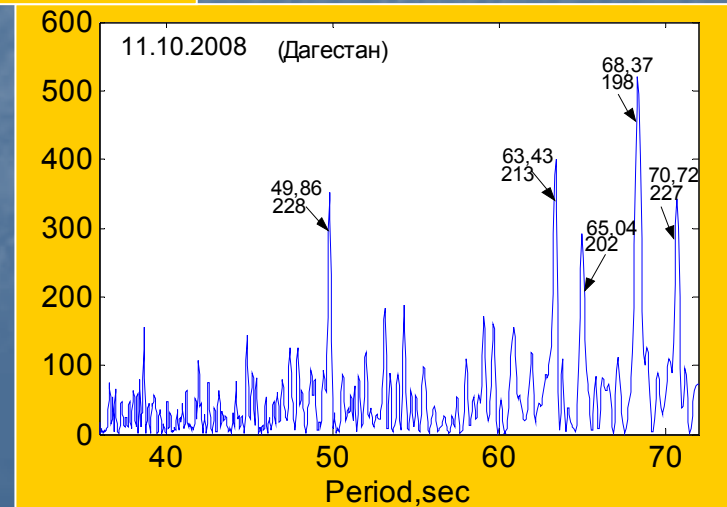
Гистограмма интенсивных мод

Период 70 с. определяет характерный размер камеры ~ 9.4 км

# Регистрация землетрясения на Северном Кавказе Баксанским лазерным интерферометром. 11 октября 2008 г. $M_1=5.8$ , $M_2=5.3$ .

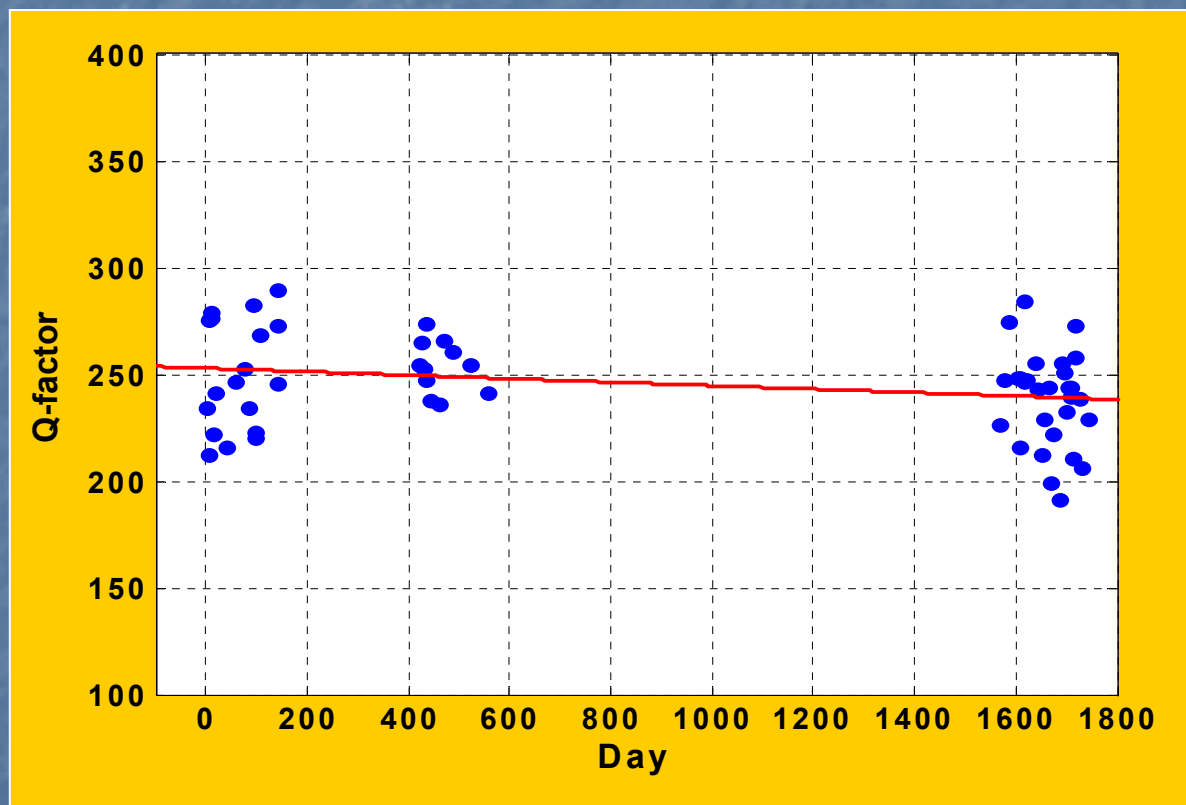


Моды, возбужденные  
землетрясением, которые могут  
быть ассоциированы с  
вулканическими структурами  
Эльбруса





# Динамика добротности во времени



# Выводы

1. Создана методика мониторинга состояния магматических структур вулкана Эльбрус, основанная на оценке резонансных свойств этих структур.
2. Накопленные данные, охватывающие период более чем 10 лет, позволяют оценивать динамику резонансных параметров.
3. Полученные оценки, основанные на данных 2003-2008 г.г., подтверждают наличие в постройке вулкана Эльбрус близповерхностной магматической камеры с характерным размером порядка 9 км , наполненной магмой с богатым содержанием газовой составляющей (30-70%)
4. Данные по динамике резонансных параметров не противоречат гипотезе о поступлении новых порций горячих лав из глубинных слоев и инфляции (расширению) близповерхностной магматической камеры.