

**Использование микросейсм,  
регистрируемых на высотной плотине ГЭС,  
для мониторинга геодинамических процессов  
в районе ее размещения**



**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА**

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКИ



**Н.К. Капустян**

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

**Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта**

# ОТВЕТСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ ЭНЕРГЕТИКИ



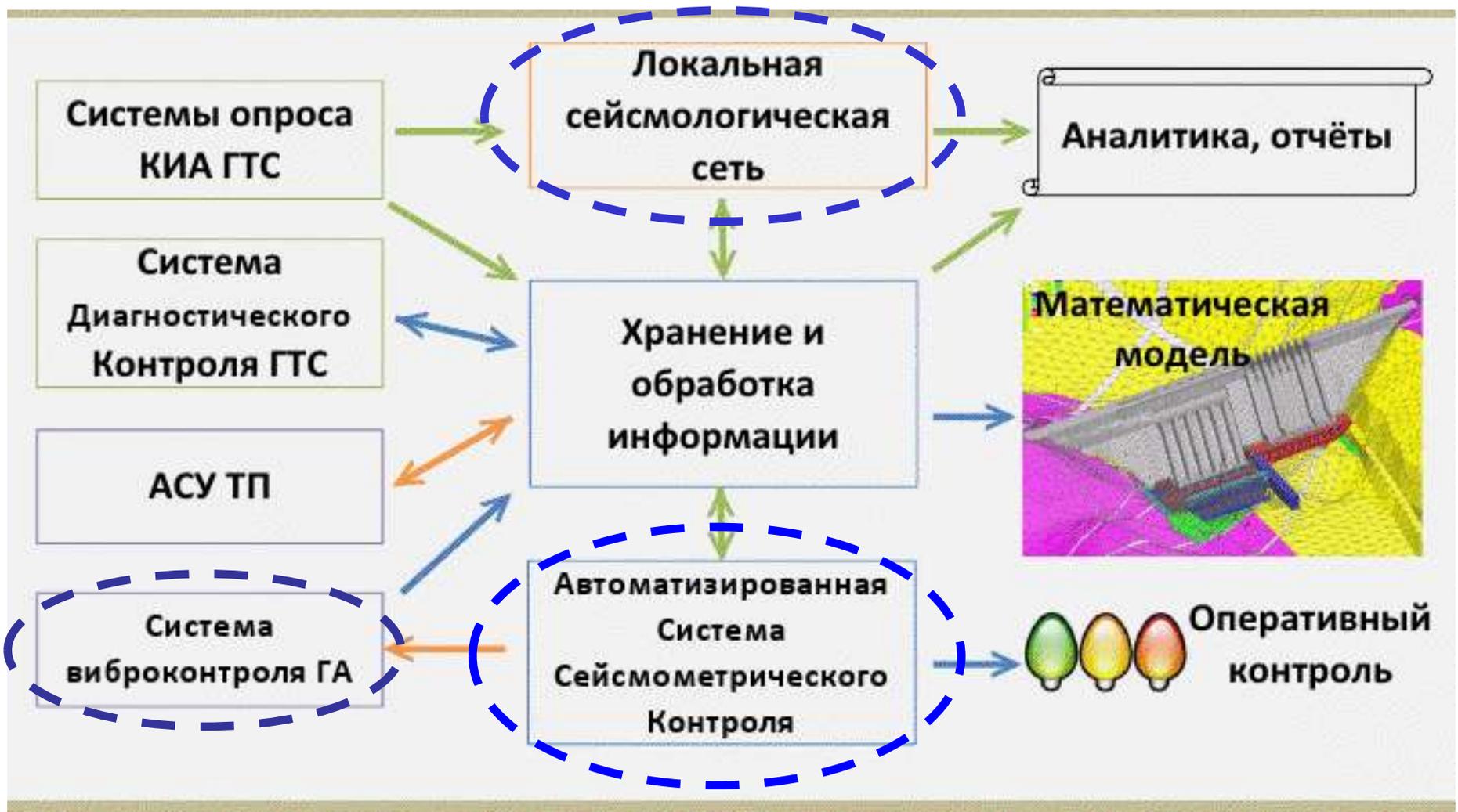
ГЭС ДАГЕСТАНСКОГО ФИЛИАЛА

1 786 МВт



Объекты ОАО «РусГидро»

# РД 34.20.501-95 «ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И СЕТЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

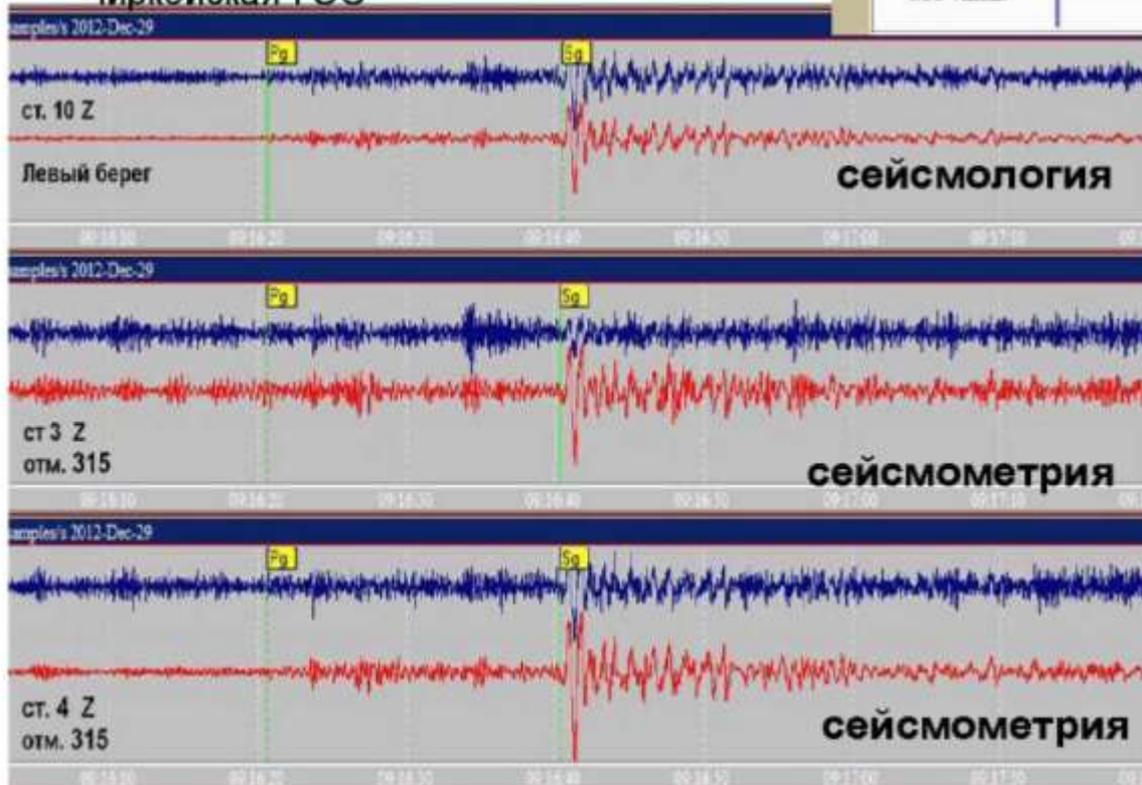


# Типовые решения сочленения сейсмологической и сейсмометрической сетей

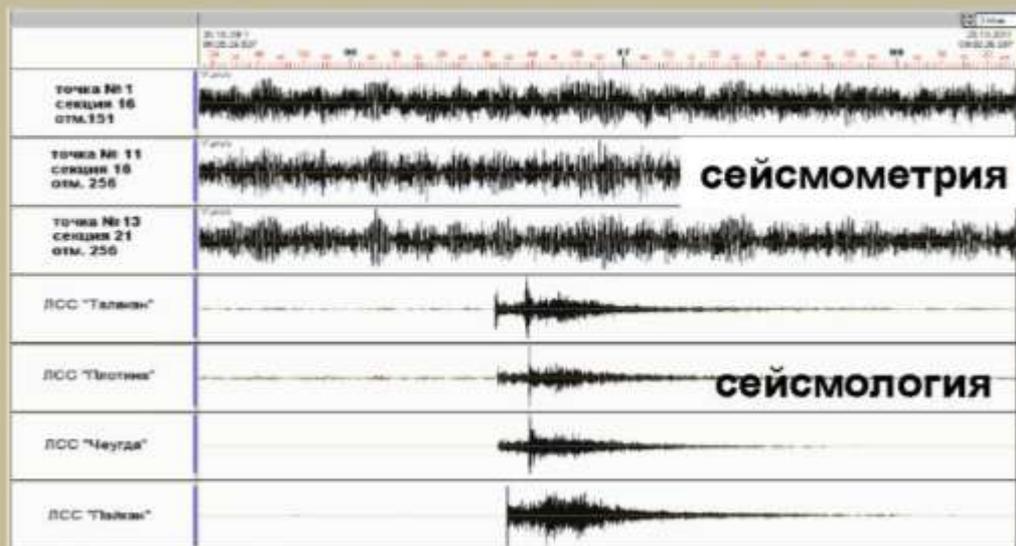
Бурейская ГЭС:  
сейсмометрия «не видит»  
землетрясения

Использование аппаратуры нового поколения позволяет создать систему двойного назначения – одновременно для сейсмологических и сейсмометрических наблюдений

Чиркейская ГЭС



# Пример совместной обработки данных сейсмометрической и сейсмологической сетей

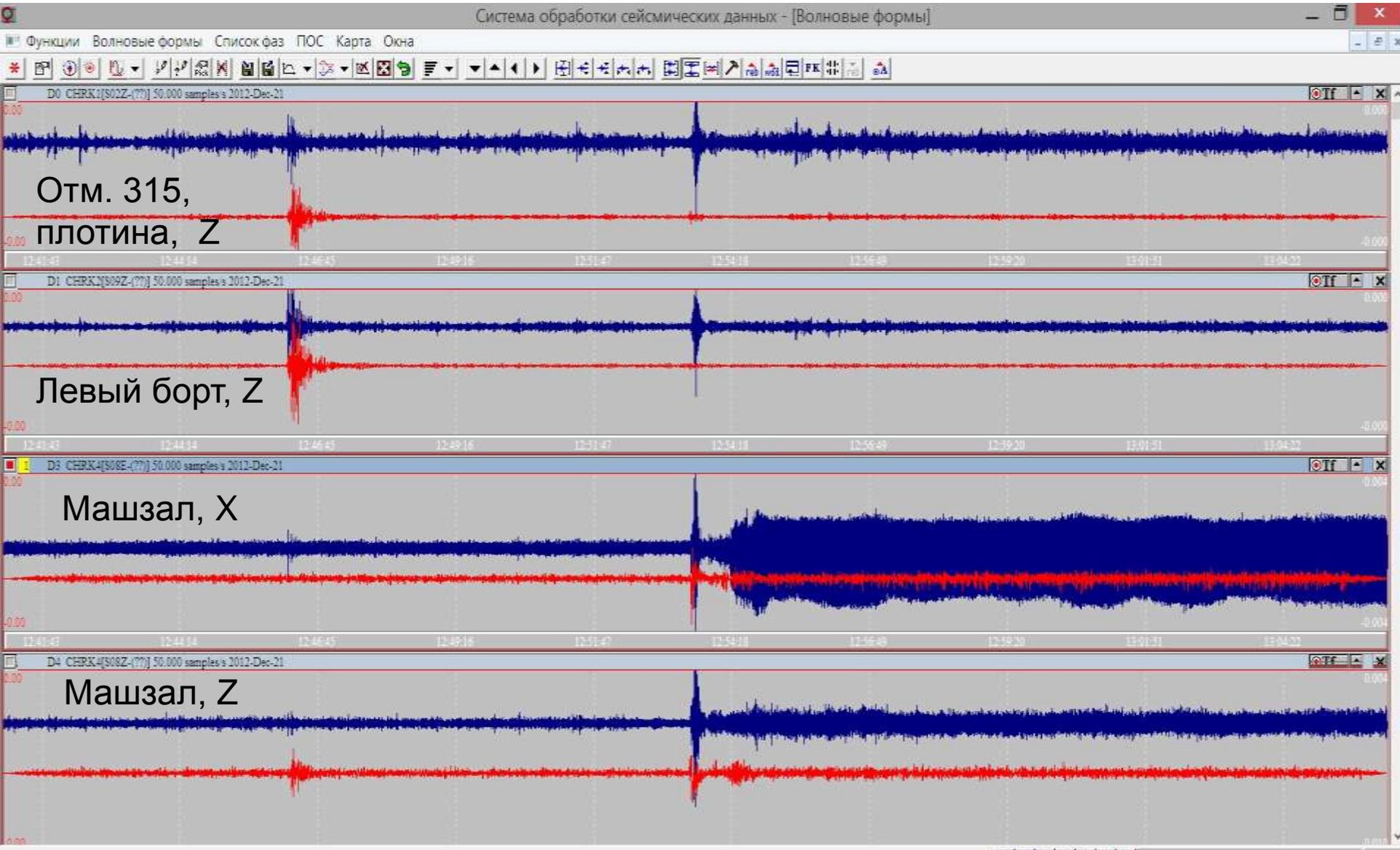


**СТО 70238424.27.140.032-2009**

Г.2.1 Измерительные устройства для инженерно-сейсмологических и инженерно-сейсмометрических наблюдений. **В силу единства природы регистрируемых параметров физических полей при выполнении этих двух видов наблюдений применяются принципиально одинаковые измерительные устройства.**

Отличие состоит в технических характеристиках, оно определяется различиями в масштабах измерений и в частотных диапазонах регистрируемых сигналов.

# Пример записей местного землетрясения и пуска





Машзал

# Программы сбора и обработки данных

## Программа сбора данных Dam Observer

The image displays the Dam Observer software interface, which is used for data collection and processing. The main window shows a list of stations on the left and three time-series plots of data. The top right window shows the main configuration panel, including the station name, date, and GPS settings. The bottom right window shows the STA/LTA settings for a specific station. The bottom left window shows the calibration settings for the data collection hardware. The bottom middle window shows a table of station data, including station ID, name, and coordinates. The bottom right window shows a status table for the data collection hardware, including the sensor, data, RTT, power, and battery status.

**Данные**  
Настройки Инструменты Имя Вид

Номер пункта	Число отсчетов	Запись в файл
1	153043	0
2	153041	0
3	153027	0
4	153038	0
5	152975	0
6	153020	32
7	153032	0
8	153030	0
9	153029	0
10	153027	0
11	153024	0

Результат операции: 10.12.2012 17:37:48 - ст. 1, кан. 0  
10.12.2012 20:54:07 - ст. 1, кан. 0  
10.12.2012 21:09:50 - ст. 1, кан. 0  
10.12.2012 21:30:38 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 01:11:45 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 02:41:16 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 04:24:15 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 04:41:22 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 04:50:55 - ст. 6, кан. 0  
11.12.2012 07:10:17 - ст. 1, кан. 0

Результат операции: 10.12.2012 17:37:48 - ст. 1, кан. 0  
10.12.2012 20:54:07 - ст. 1, кан. 0  
10.12.2012 21:09:50 - ст. 1, кан. 0  
10.12.2012 21:30:38 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 01:11:45 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 02:41:16 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 04:24:15 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 04:41:22 - ст. 1, кан. 0  
11.12.2012 04:50:55 - ст. 6, кан. 0  
11.12.2012 07:10:17 - ст. 1, кан. 0

TP мастер  UTC Tue Dec 11 09:51:22 2012  
Число спутников: 10  
Режим работы GPS: Valid, Autonomous  
Синхронизировать время компьютера

STA/LTA  
Станция: 1  
Длина LTA: 12.00, Длина STA: 0.50, Порог: 4.00  
8.00, 0.64, 8.00  
8.00, 0.64, 8.00  
Сохранить

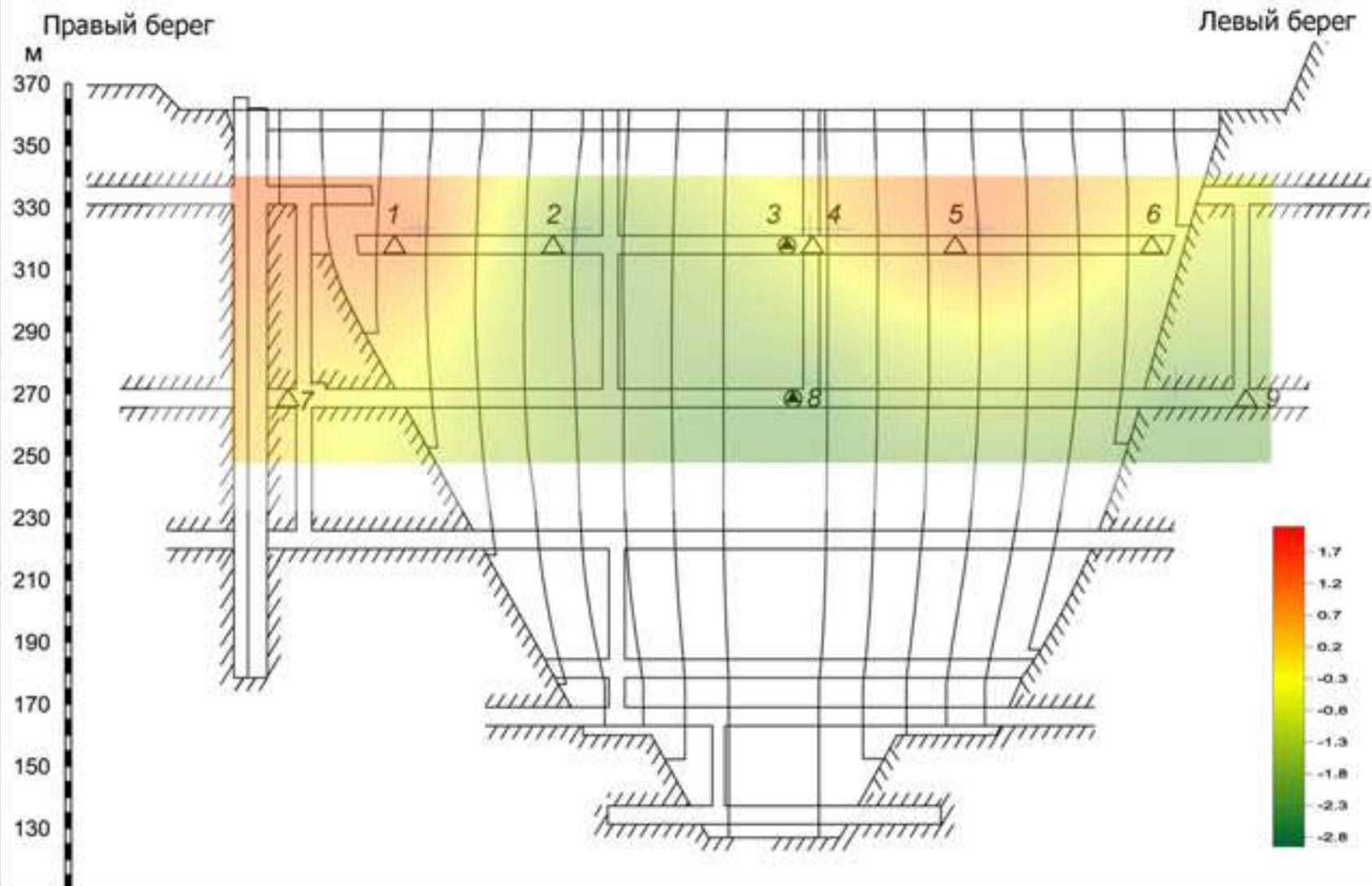
Калибратор  
Частота (Гц): 1.00  
Амплитуда (В): 2.500  
Мода: Синус  
Вкл / Откл

Станция	Имя	Секция	Координаты	Скорость	Ускорение
01	0	SM-3KB	отн. 315 секция 16	2.600E+03 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
01	1	SM-3	отн. 315 секция 16	6.900E+01 v/m/s	2.900E+00 m/s^2
01	2	SM-3	отн. 315 секция 16	6.500E+02 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
02	0	SM-3KB	отн. 315 секция 10	6.500E+01 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
02	1	SM-3	отн. 315 секция 10	6.500E+01 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
02	2	SM-3	отн. 315 секция 10	6.500E+01 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
03	0	SM-3KB	отн. 315 секция 7	2.600E+03 v/m/s	1.000E+01 m/s^2
03	1	SM-2	отн. 315 секция 7	2.600E+02 v/m/s	1.000E+01 m/s^2
03	2	SM-3	отн. 315 секция 7	2.600E+02 v/m/s	1.000E+01 m/s^2
04	0	SM-3KB	отн. 315 секция 15	5.200E+02 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
04	1	SM-3	отн. 315 секция 15	5.200E+01 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
04	2	SM-3	отн. 315 секция 15	5.200E+01 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
05	0	SM3-5T	отн. 315 секция 1	2.055E+01 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
05	1	SM3-5T	отн. 315 секция 1	2.041E+01 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
05	2	SM3-5T	отн. 315 секция 1	2.012E+01 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
06	0	SM3-5T	наштал 1	2.036E+00 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
06	1	SM3-5T	наштал 1	2.036E+00 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
06	2	SM3-5T	наштал 1	2.032E+00 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
07	0	SM3-5T	отн. 265 секция 1	2.037E+01 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
07	1	SM3-5T	отн. 265 секция 1	2.027E+01 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
07	2	SM3-5T	отн. 265 секция 1	2.018E+01 v/m/s^2	2.500E+00 m/s^2
08	0	SM3-5T	наштал 2	2.042E+00 v/m/s^2	1.000E+01 m/s^2
08	1	SM3-5T	наштал 2	2.042E+00 v/m/s^2	1.000E+01 m/s^2
08	2	SM3-5T	наштал 2	2.030E+00 v/m/s^2	1.000E+01 m/s^2
09	0	SM-3	отн. 265 правый берег	1.300E+01 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
09	1	SM-3	отн. 265 правый берег	1.300E+01 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
09	2	SM-3	отн. 265 правый берег	1.300E+01 v/m/s	2.500E+00 m/s^2
10	0	SM-3	отн. 265 левый берег	5.200E+01 v/m/s	1.000E+01 m/s^2

Датчик	Данные	RTT	Питание	Батарея
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

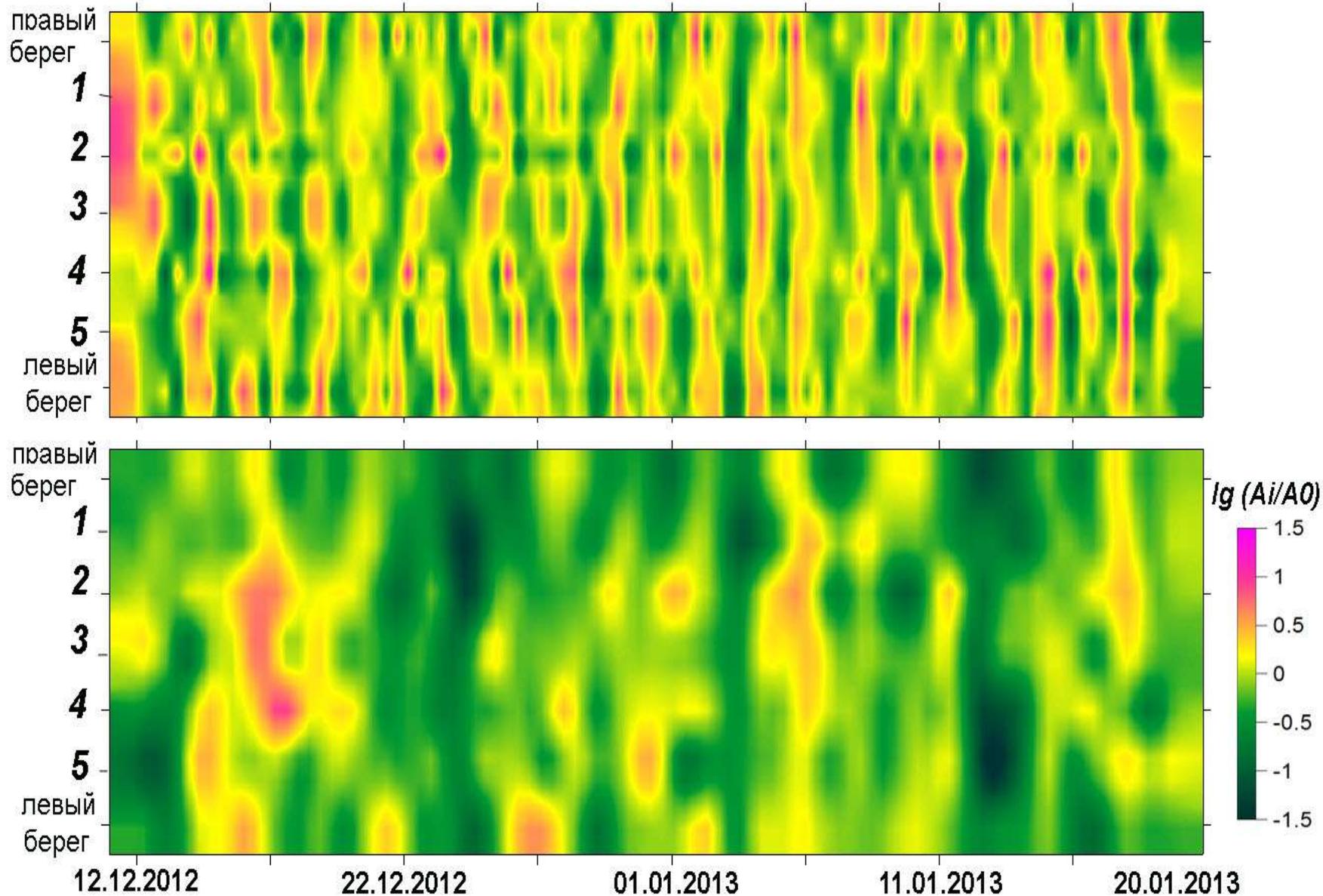
# Пример просвечивания плотины с использованием вибраций агрегатов ЧГЭС

## НДС

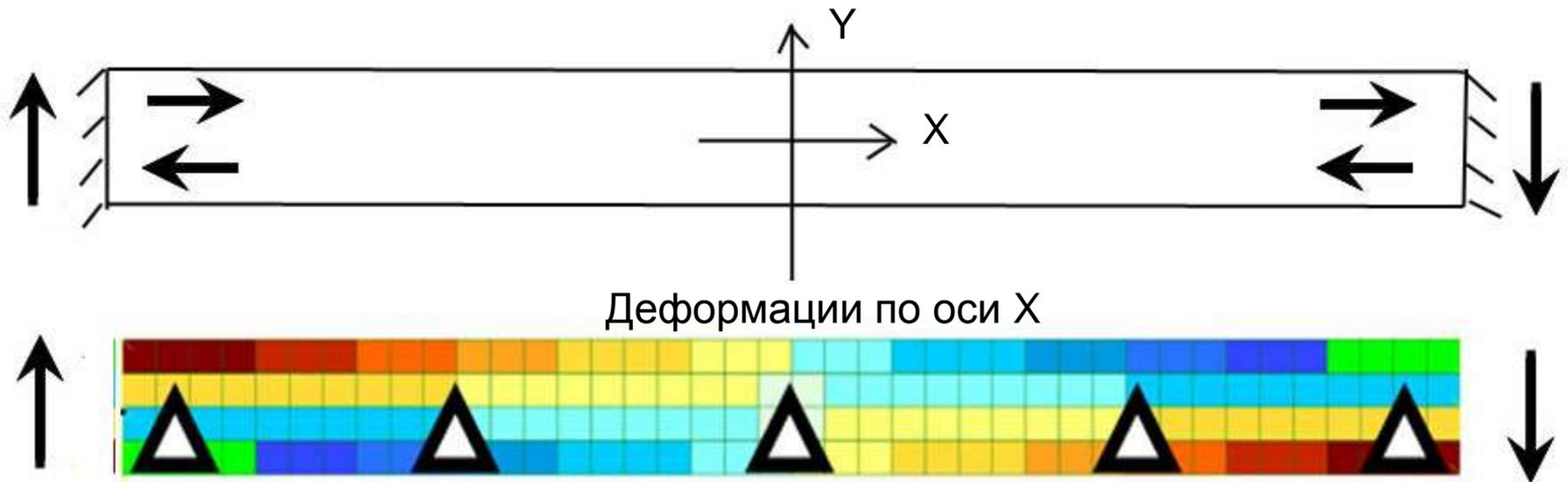


# Изменение во времени НДС плотности

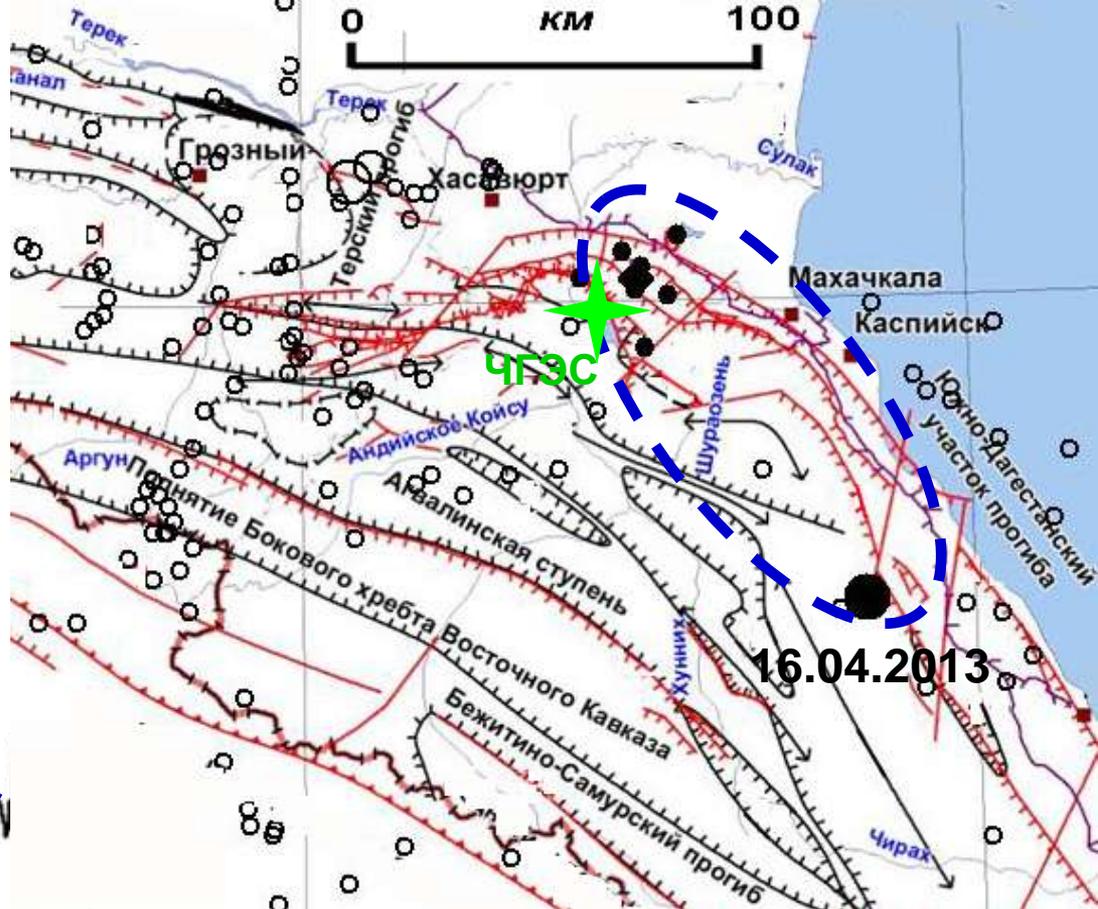
вдоль галереи от правого до левого берегов



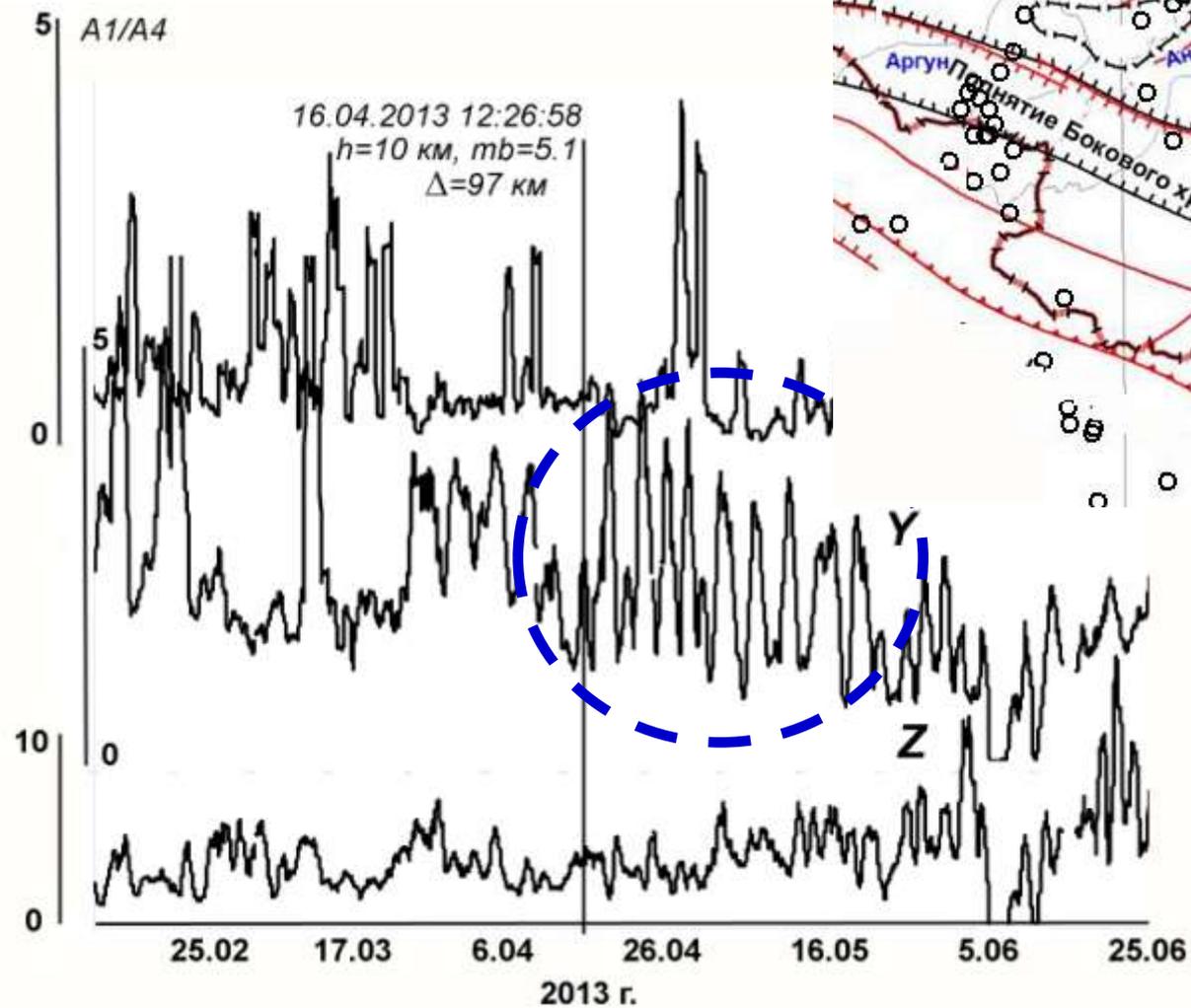
# Схема знакопеременного деформирования балки



# Изменение во времени относительных деформаций по осям X, Y, Z



16.04.2013 12:26:58  
 $h=10$  км,  $m_b=5.1$   
 $\Delta=97$  км



## Перспективы расширения системы мониторинга ЧГЭС в Дагестане

Станции сейсмологического мониторинга:

-  - Геофизической службы
-  - Существующая на Чиркейской ГЭС
-  - Проектируемые на Миатлинской, Ирганайской, Чирюртских ГЭС

Линии высокоскоростной оптоволоконной связи:

-  - Существующие
-  - Проектируемые

Создание единой системы сейсмологического мониторинга каскада ГЭС в Дагестане с рациональным использованием средств и имеющихся ресурсов

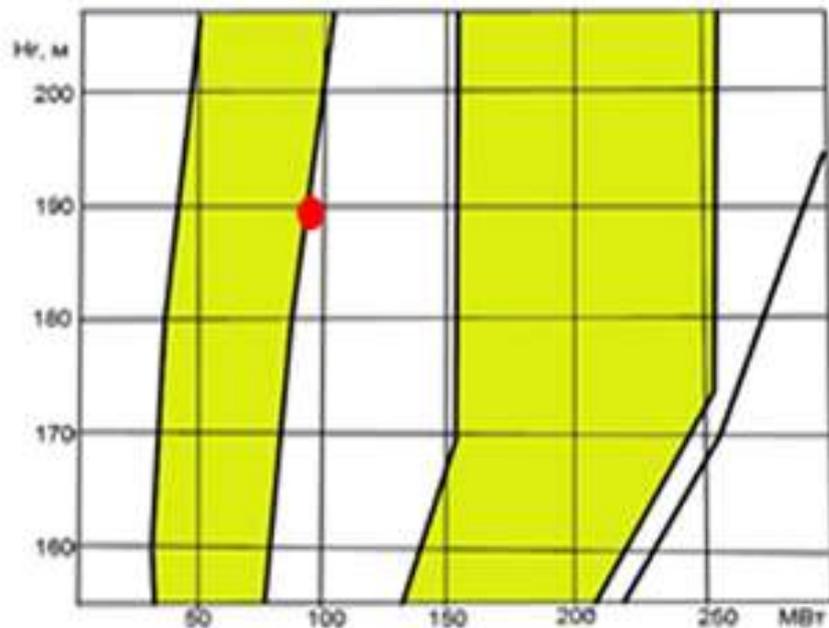
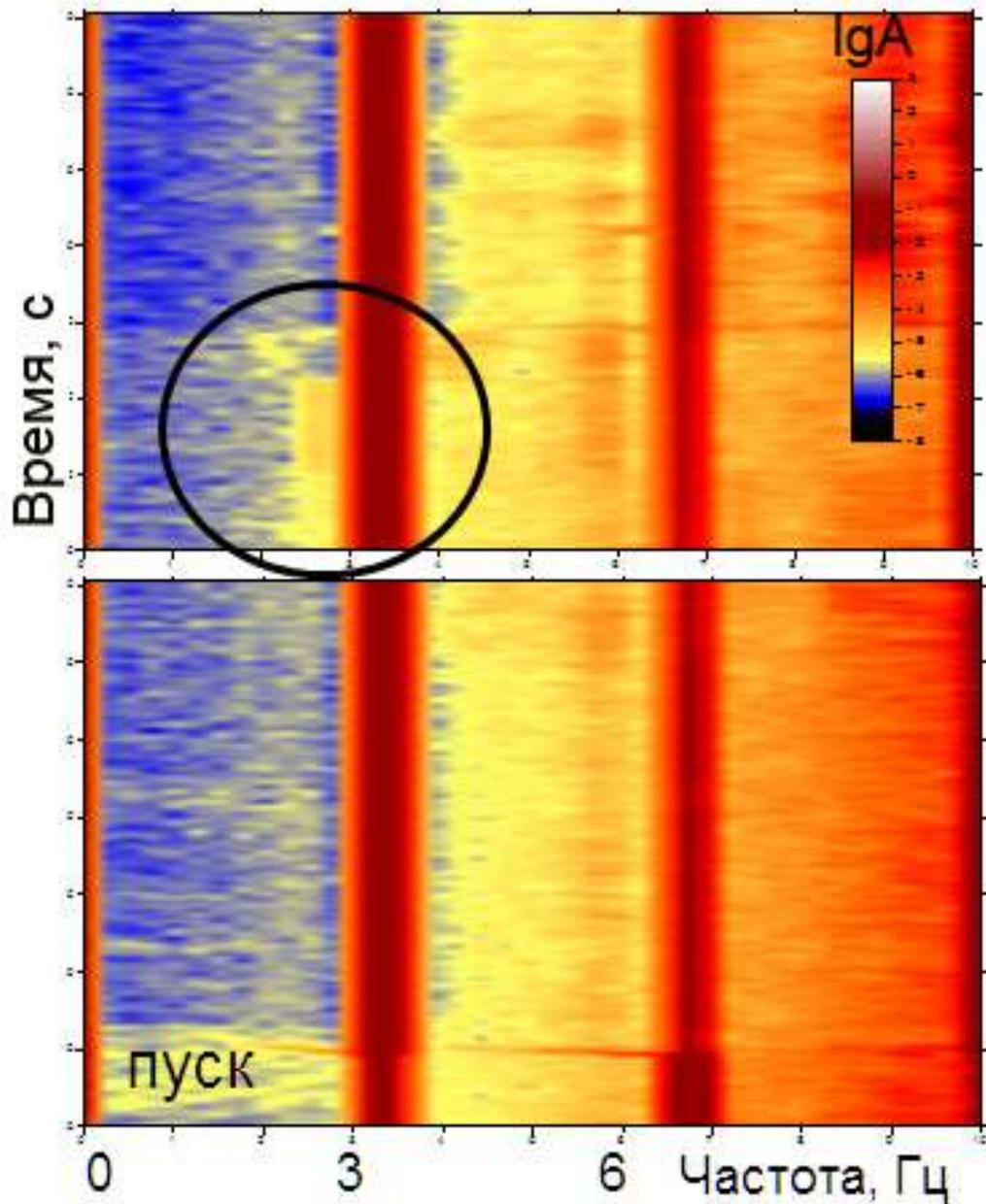




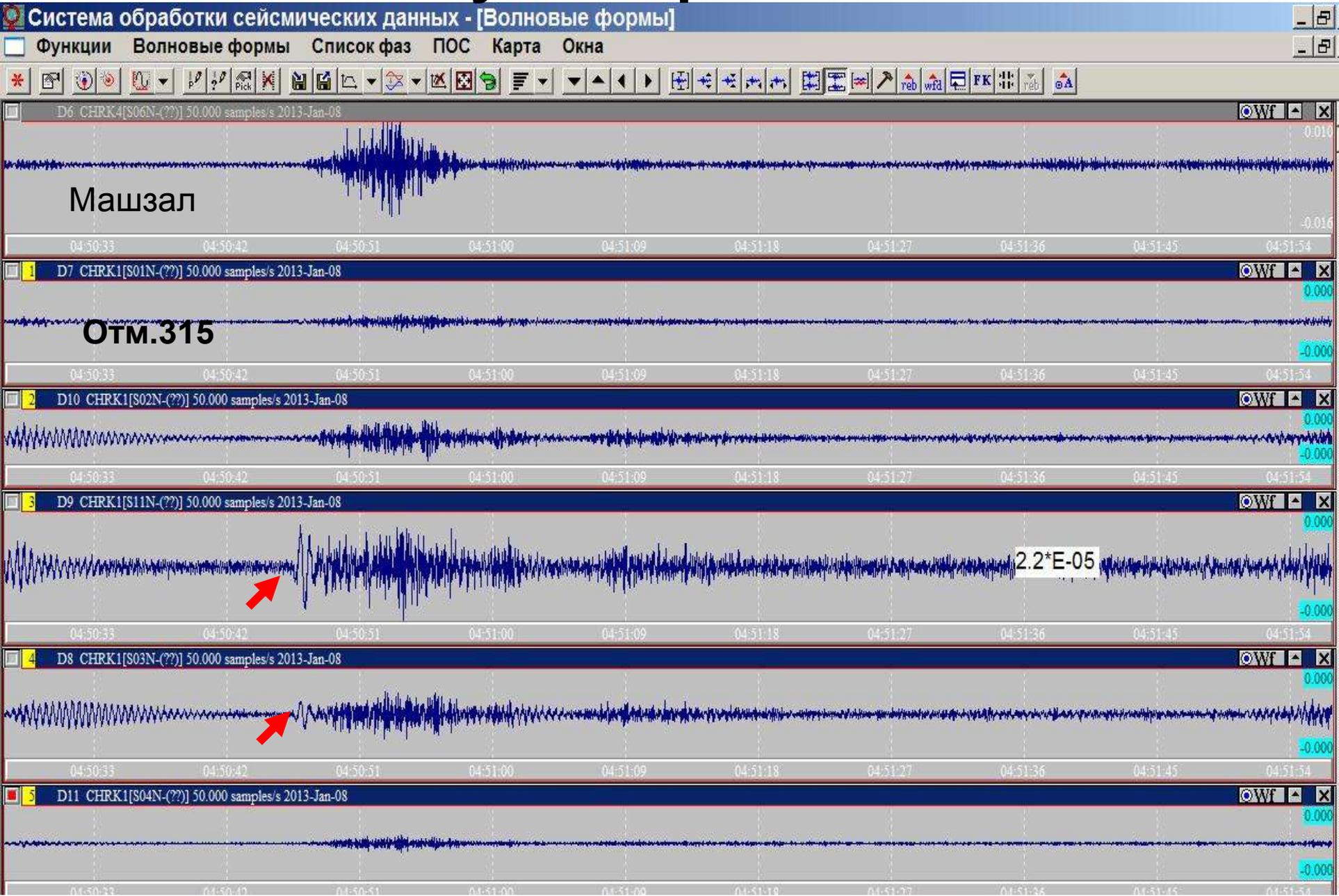
**РАН располагает опробованными  
инновационными решениями  
для систем мониторинга ответственных объектов.  
Задача – внедрение разработок  
в производство**

**Благодарю за внимание**

# Сейсмомониторинг возникновения кавитационного жгута



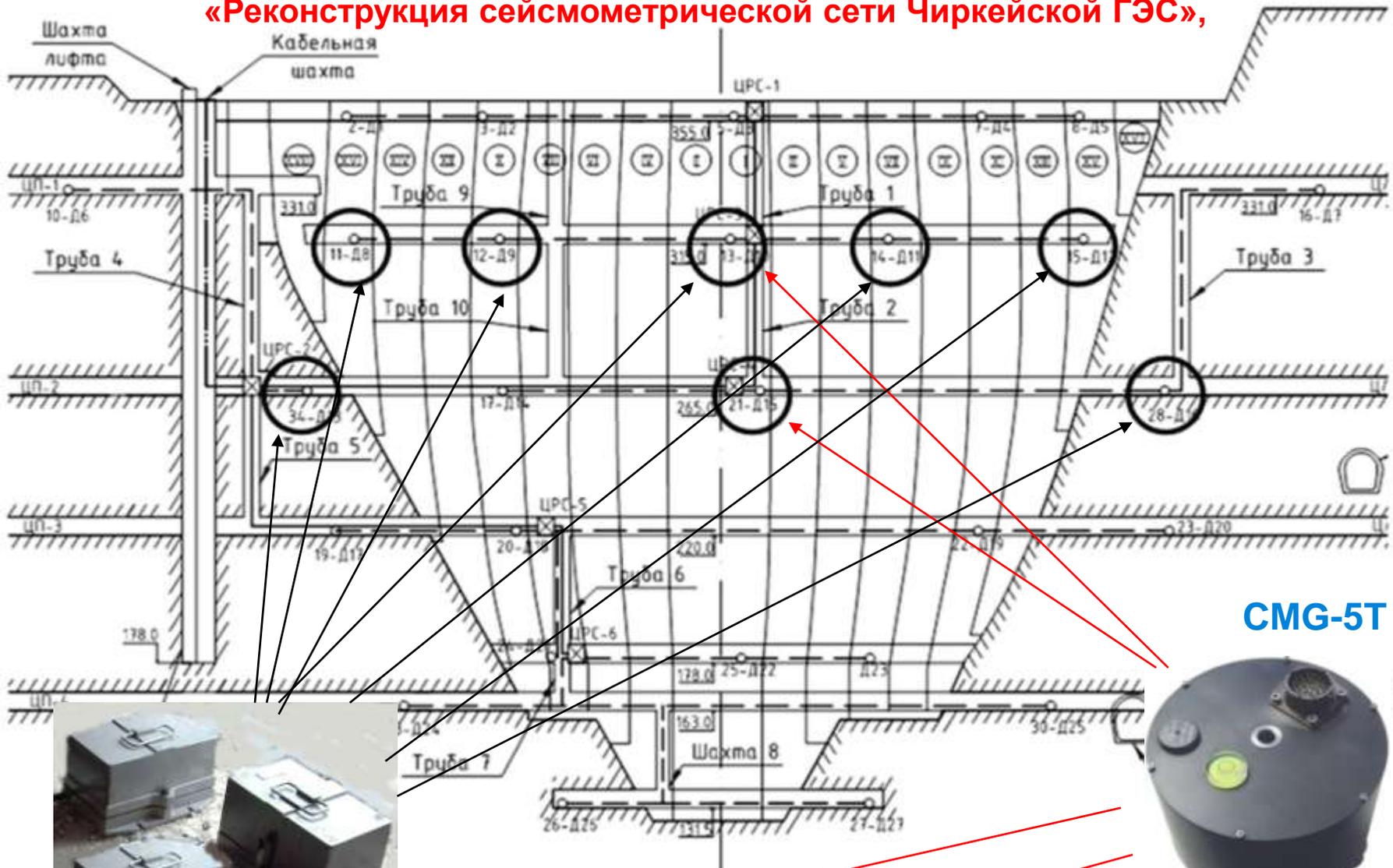
# Пуски агрегатов



Правый берег

Левый берег

### Этап 3. Доработка проекта № 1-7/ДГ-100 «Реконструкция сейсмометрической сети Чиркейской ГЭС»,



**CM-3**

Машзал №1  
Машзал №2



**CMG-5T**

# Инновационная система сейсмологического мониторинга ЧГЭС

непрерывный сбор данных, автоматизированное выделение событий

## Основные методики:

