

**Сейсмологический филиал**  
**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки**  
**Федеральный исследовательский центр**  
**«Единая геофизическая служба Российской академии наук»**  
**(СЕФ ФИЦ ЕГС РАН)**

**ОТЧЕТ**  
**О РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЙ**  
**ЗА 2021 ГОД**

**Директор**  
**к.г.-м.н. А.В. Лисейкин**

Проспект Ак. Коптюга, 3, 630090, г. Новосибирск, Россия

Тел. +7 (383) 3332021; Факс +7 (383) 3333228  
[www.sefgsr.ru](http://www.sefgsr.ru) [sef@gs.nsc.ru](mailto:sef@gs.nsc.ru)

## РЕФЕРАТ

Отчет 153 с., 130 рис., 19 табл., 22 источн., 1 прил.

### СЕЙСМИЧЕСКИЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МОНИТОРИНГ, МАЛОАМПЛИТУДНЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ, СТОЯЧИЕ ВОЛНЫ

Объектом исследования являются поля малоамплитудных сейсмических сигналов от таких источников как крупные промышленные установки, колеблющиеся на собственных частотах техногенные сооружения, электромагнитные поля в недрах Земли.

Цель работы – развитие и внедрение технологий, позволяющих исследовать опасные процессы, возникающие при техногенном воздействии на геологическую среду, устойчивость техногенных сооружений в связи с сейсмическим риском.

Основные научные результаты следующие:

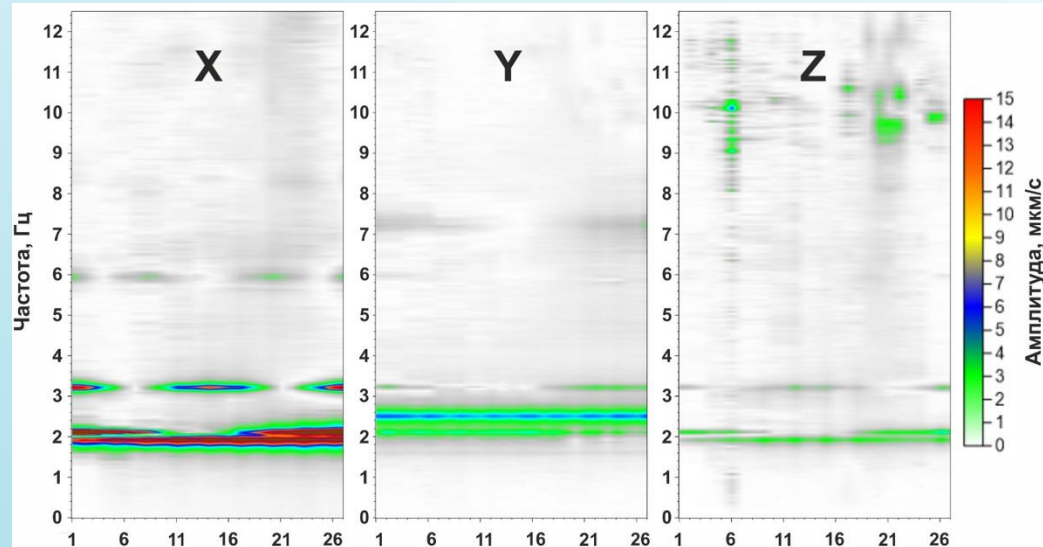
- 1) В г. Новосибирске (высотный дом) экспериментально зафиксировано, что при совпадении частоты источника (мощный компрессор) с собственной частотой здания, колебания верхней его части усиливаются более чем в 2 раза. Установлены значительные (до 15%) изменения собственных частот здания под влиянием температурных вариаций.
- 2) Для плотины Саяно-Шушенской ГЭС, обнаружены долговременные (с 2001 по 2021 гг.) интегральные увеличения значений частот 3-й и 4-й мод до 0.03 Гц, предположительно связанные с консолидацией плотины.
- 3) На примере Новосибирской ГЭС показана возможность отслеживания изменений режимов работы гидроагрегатов на удалении до 16 км от объекта.
- 4) Анализ сейсмологических записей со станций вблизи Колыванского месторождения антрацита (Новосибирская область), за период с 2017 г. по настоящее время, позволил доказать предположение о причине возникновения и развития оползня на Елбашинском отвале.
- 5) Разработаны программное обеспечение и аппаратная конфигурация мобильного комплекса, позволяющие проводить удаленную регистрацию сейсмических сигналов, установлено 8 комплектов оборудования в городах Новосибирск и Норильск, п. Каменушка Новосибирской области и г. Междуреченск (шахта «Распадская-Кокосовая»).
- 6) На Горном Алтае изучены вариации удельных электрических сопротивлений и коэффициентов анизотропии и прослежена их корреляция с сейсмическими событиями.
- 7) Выполнен профиль в юго-восточном борту Горловского прогиба Колывань-Томской складчатой зоны и сопряжённых с ней структурах. Выявлен контакт прибортовой части и самой впадины. Локализованы две структуры типа грабен.
- 8) Разработана технология электромагнитных зондирований (ЗС) с целью выявления и локализации угольных пластов.

# О влиянии температуры на собственные частоты зданий

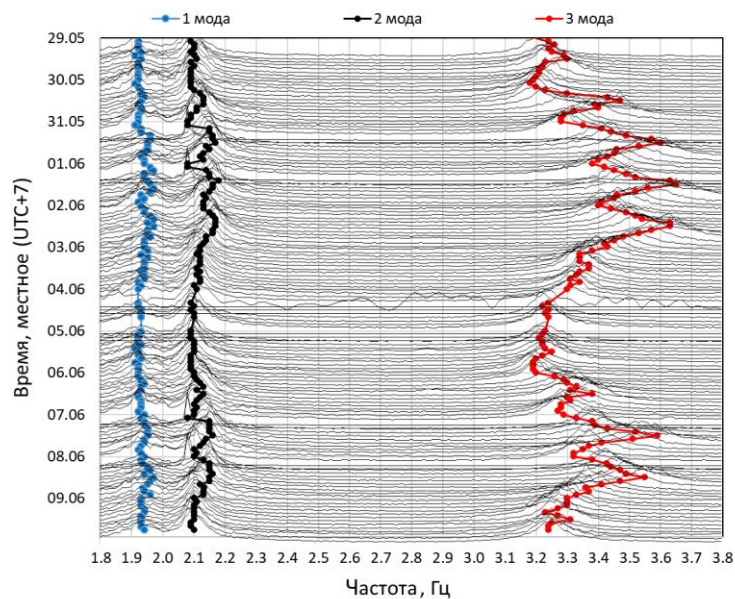
Панельный 10-этажный дом



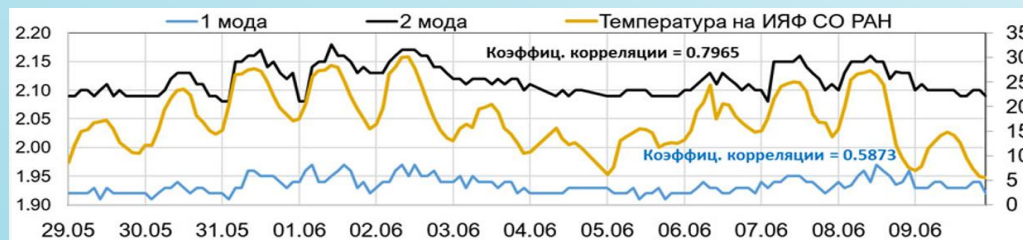
Спектральное представление стоячих волн вдоль профиля на крыше здания



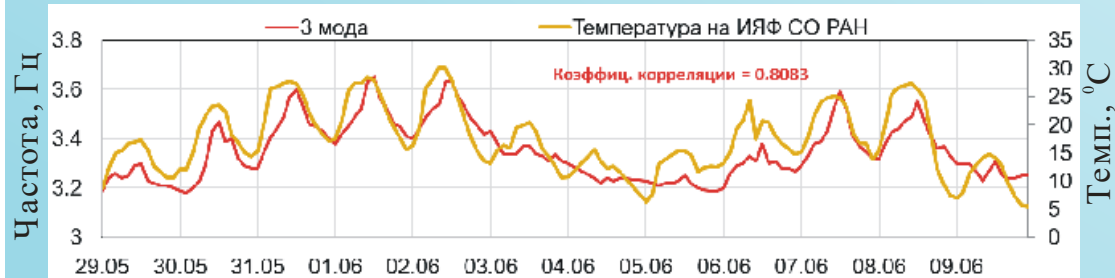
Усредненные амплитудные спектры поперечных колебаний 10-го этажа здания



Изменения температуры и частот 1-й и 2-й моды



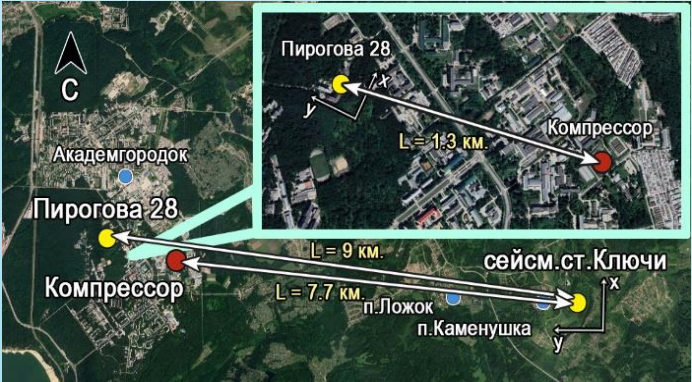
Изменения температуры и частоты 3-й моды





# О резонансном эффекте в здании от воздействия внешнего источника гармонических колебаний

## Схема наблюдений

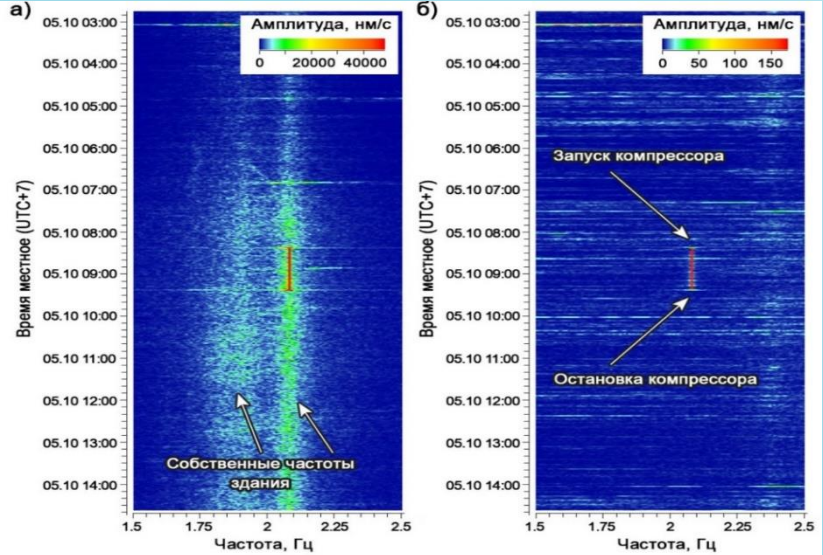


10-этажный дом

Компрессор

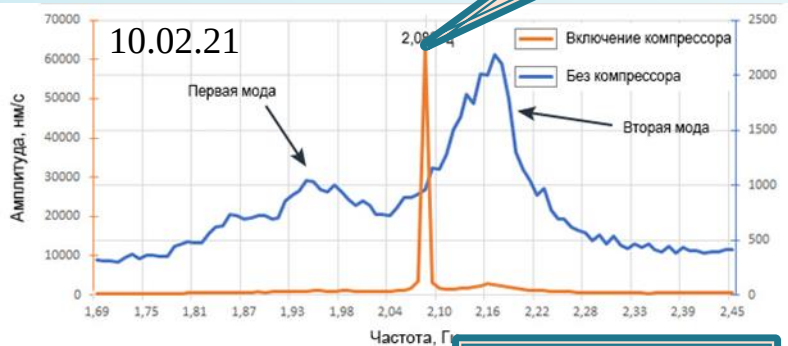


Спектрограммы сейсмических записей в здании (а) и на сеймостанции Ключи (б)



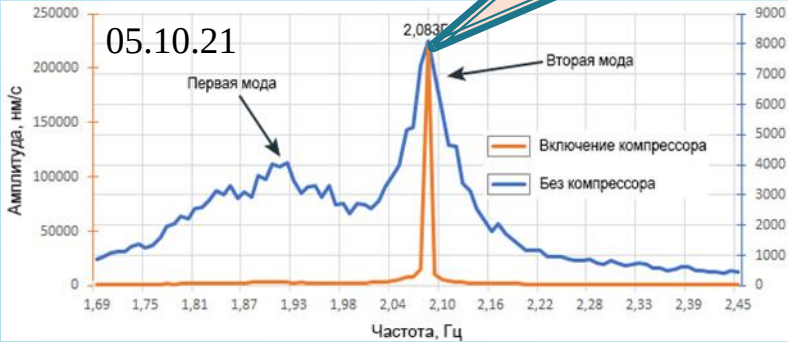
### 1. Частоты источника и собственная не совпадают

65 мкм/с



### 2. Частоты источника и собственная совпадают

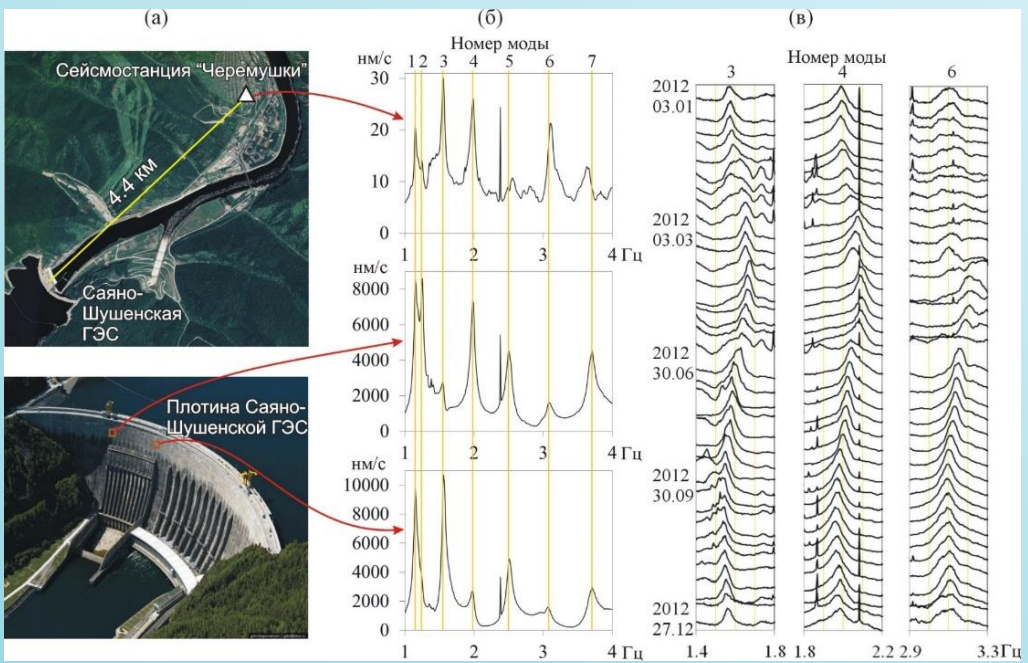
220 мкм/с



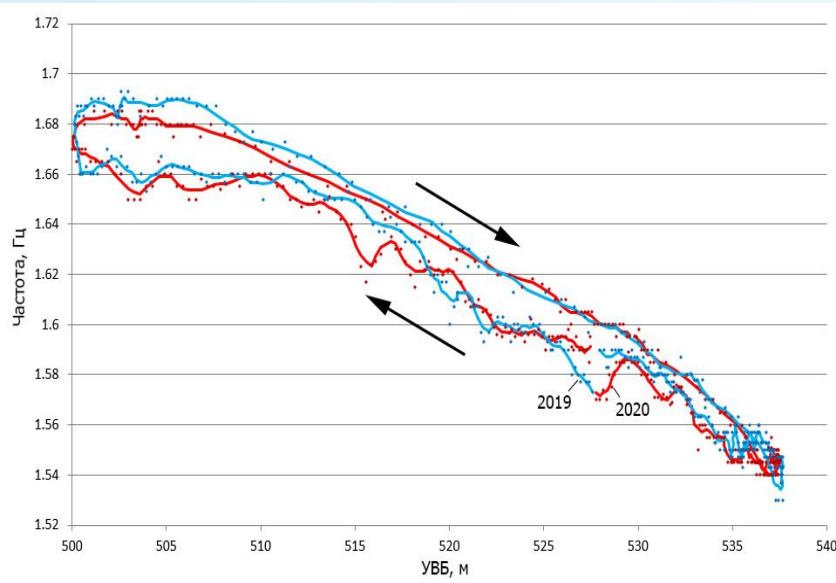
### Полученный результат

В г. Новосибирске (высотный дом) экспериментально зафиксировано, что при совпадении частоты источника (мощный компрессор) с собственной частотой здания, колебания верхней его части усиливаются более чем в 2 раза. Установлены значительные (до 15%) изменения собственных частот здания под влиянием температурных вариаций.

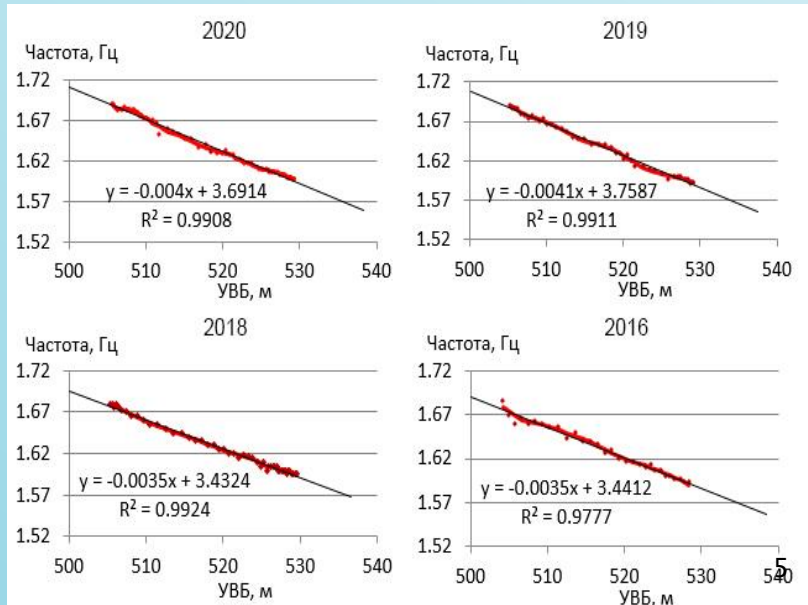
**Способ дистанционного мониторинга собственных частот сооружения**  
 (а) – схемы сейсмических наблюдений в окрестности и в плотине Саяно-Шушенской ГЭС; (б) – усредненные спектры одновременных записей; (в) – фрагменты усредненных спектров суточных записей сеймостанции «Черемушки» за 2012 г.



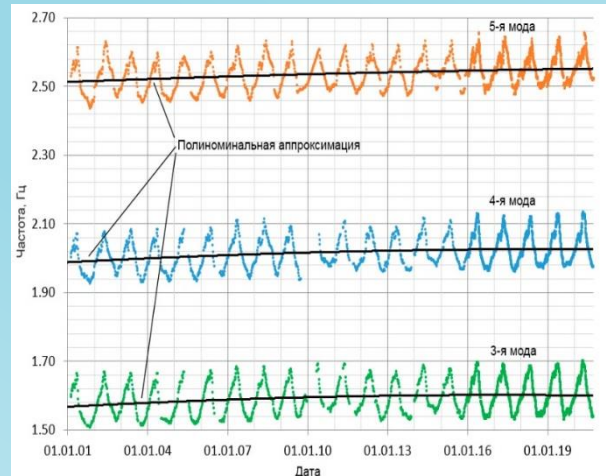
**Зависимость собственных частот колебаний  
 плотины (на примере 3-й моды) от УВБ**



**Линейная аппроксимация кривой зависимости 3-й моды от УВБ со сдвигом 3 суток**



**Изменения частот собственных колебаний плотины  
 и их полиномиальная аппроксимация**





## Сравнение изменений частоты 4-й моды с радиальными перемещениями гребня плотины Саяно-Шушенской ГЭС



### Приведенные радиальные перемещения гребня плотины

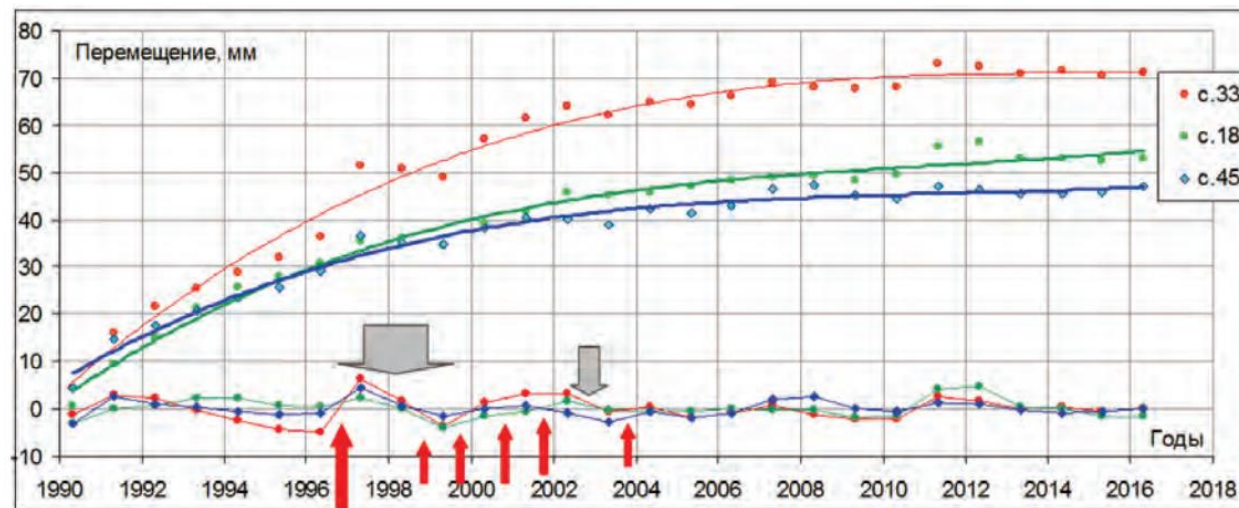


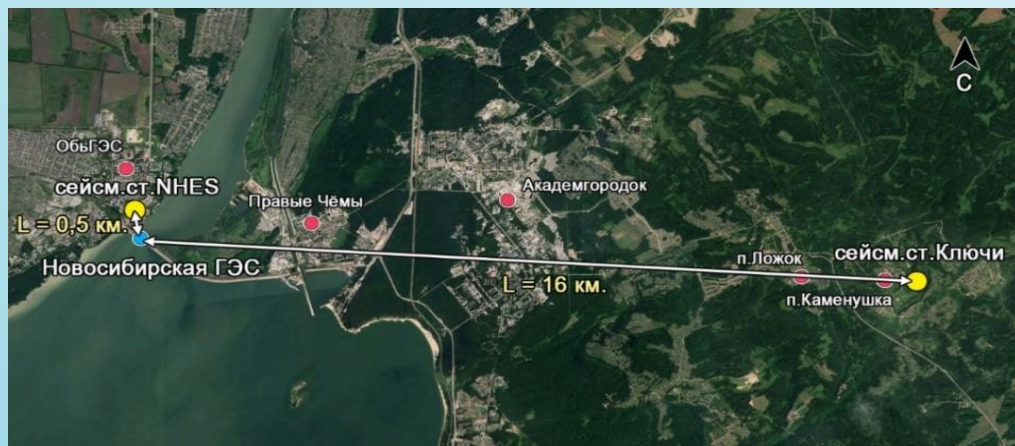
Рис. 1. Рост  $X$  в секциях 18, 33 и 45 при минимальном УВБ, и отклонения  $X$  от аппроксимирующей линии (в нижней части диаграммы)

### Полученный результат

Для плотины Саяно-Шушенской ГЭС обнаружены долговременные (с 2001 по 2021 гг.) интегральные увеличения значений частот 3-й и 4-й мод до 0.03 Гц, предположительно связанные с консолидацией плотины.

# Анализ колебаний от Новосибирской ГЭС на больших расстояниях

## Схема расположения сеймостанций



Графики изменения амплитуд колебаний на частоте 5.2 Гц на сеймостанциях НГЭС (синий) и Ключи (оранжевый)



Усредненные амплитудные спектры сейсмической записи на сеймостанциях НГЭС (а) и Ключи (б). Z-компонента

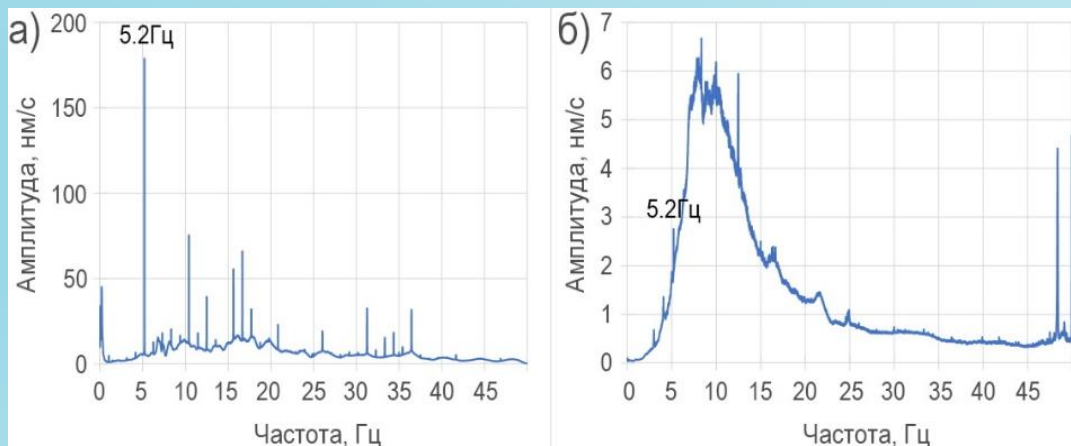


График разности амплитуд колебаний исследуемого сигнала (5.2 Гц) и фона (на частоте 5.1 Гц) на сеймостанциях НГЭС (синий) и Ключи (оранжевый)



## Полученный результат

На примере Новосибирской ГЭС показана возможность отслеживания изменений режимов работы гидроагрегатов на удалении до 16 км от объекта.



# Колебания отвала Колыванского месторождения антрацита (Новосибирская область)

## Схема сейсмологических наблюдений

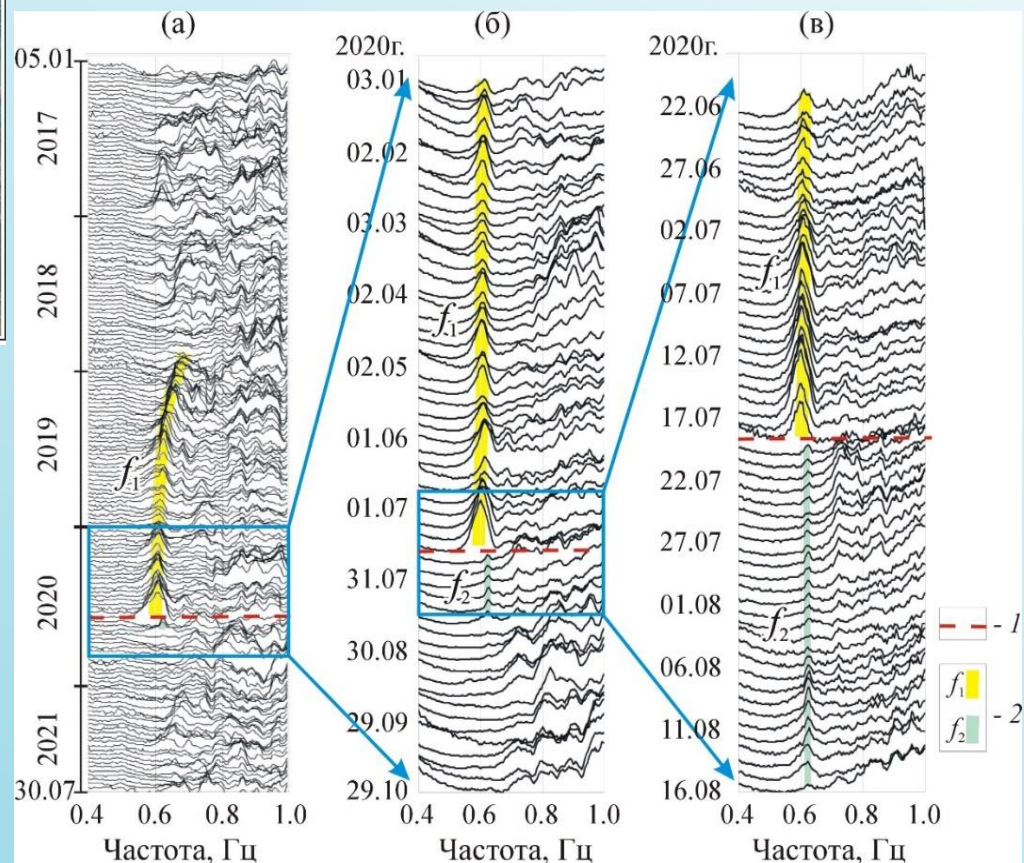


## Стоп-кадры видеосъемки после схода оползня [https://youtu.be/KhXGpzuzPCU]



## Изменения колебаний отвала по данным Е-компоненты сейсмостанции «Харино»

(а, б, в) – ряды усредненных амплитудных спектров десяти, пяти и односуточных записей, соответственно. 1 – отметка времени оползня; 2 – выделенные колебания отвала

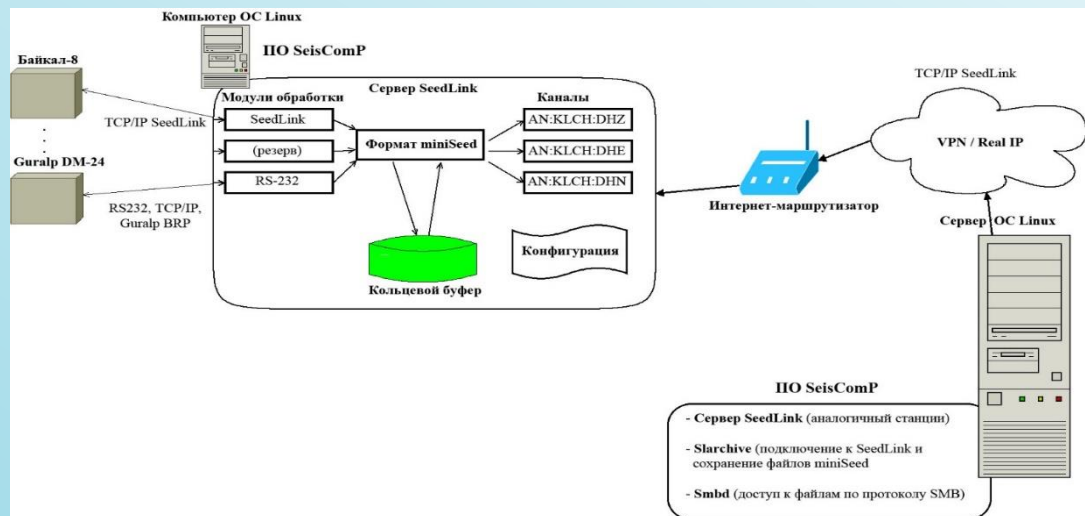


## Полученный результат

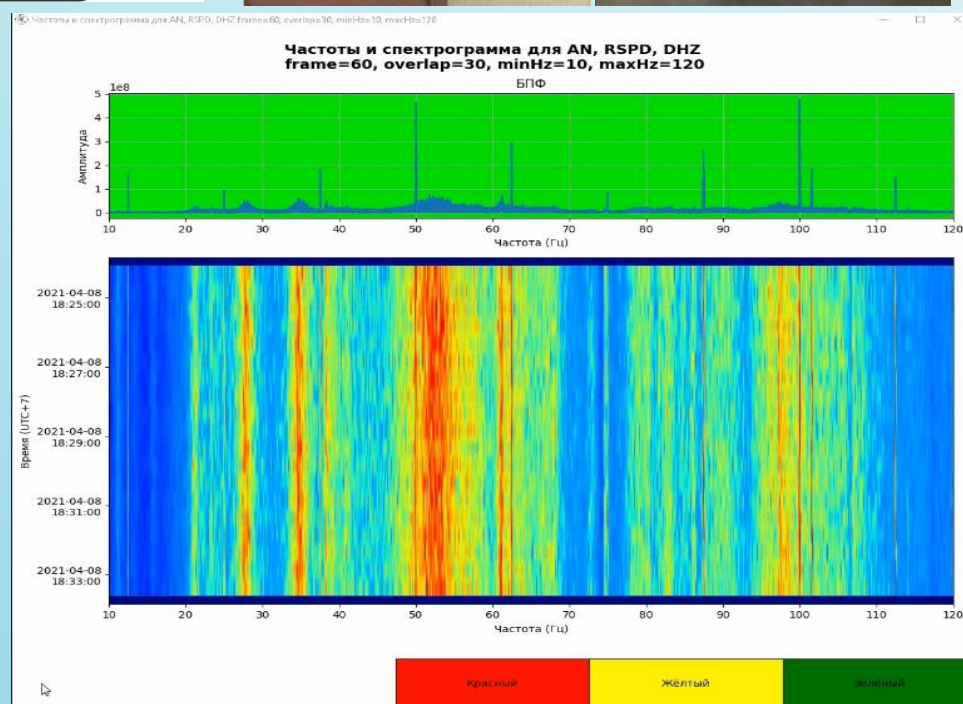
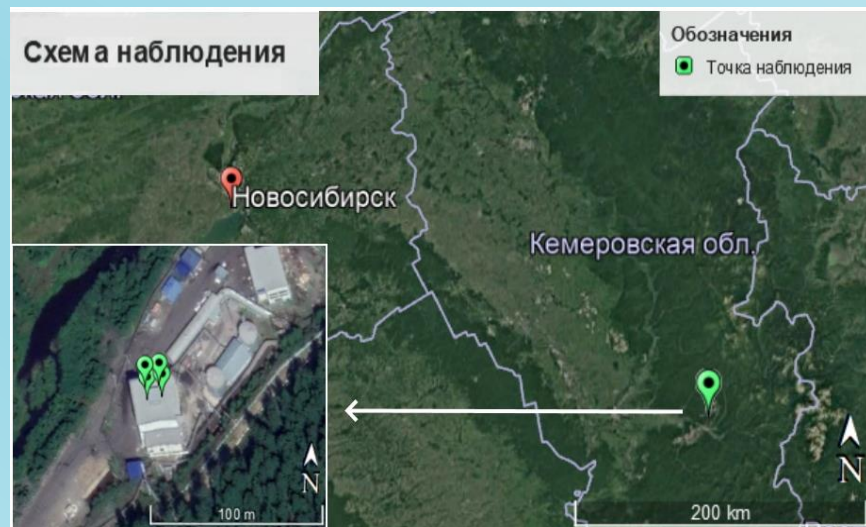
Анализ сейсмологических записей со станций вблизи Колыванского месторождения антрацита (Новосибирская область), за период с 2017 г. по настоящее время, позволил доказать предположение о причине возникновения и развития оползня на Елбашинском отвале.



# Мобильный аппаратно-программный комплекс регистрации и передачи в реальном времени сейсмических данных Комплекс в сборе



## Схема сейсмических наблюдений на вентиляторе главного проветривания (ВГП) шахты «Распадская-Коксовая»

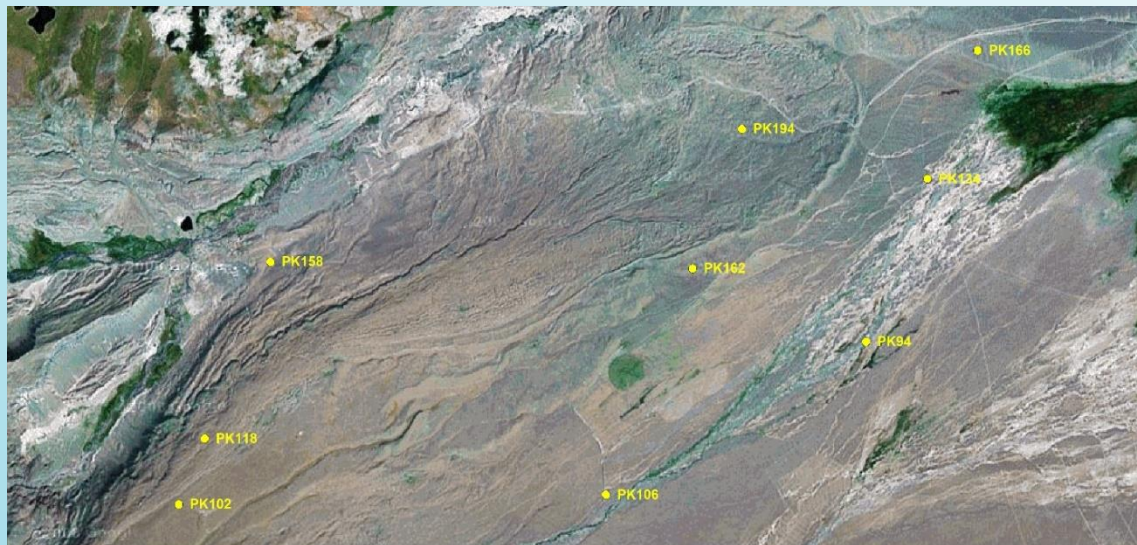


## Полученный результат

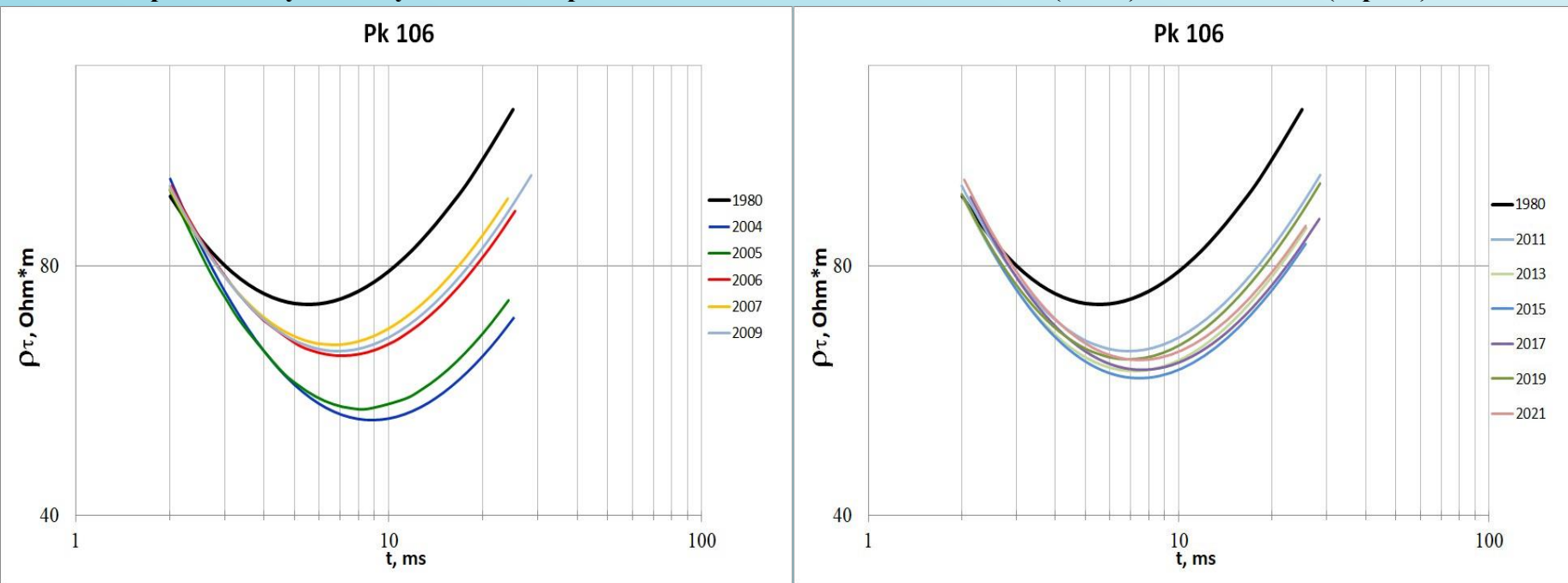
Разработаны программное обеспечение и аппаратная конфигурация мобильного комплекса, позволяющие проводить удаленную регистрацию сейсмических сигналов, установлено 8 комплектов оборудования в городах Новосибирск и Норильск, п. Каменушка Новосибирской области и г. Междуреченск (шахта «Распадская-Кокосовая»).

# Электромагнитный мониторинг в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 2003 г

## Схема размещения режимных пунктов в Чуйской впадине Горного Алтая



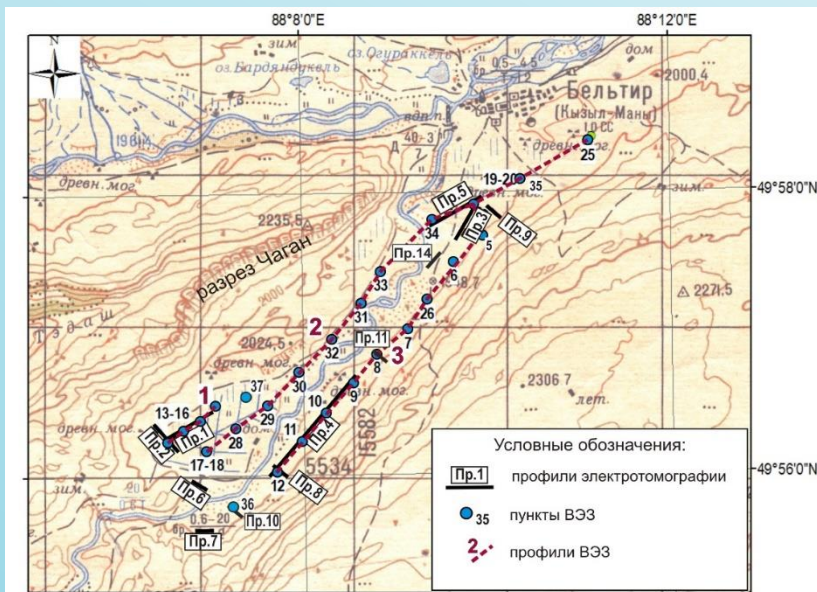
Кривые кажущегося удельного сопротивления для ЗС 106 за 2004-2009 гг (слева) и 2011-2021 гг (справа)



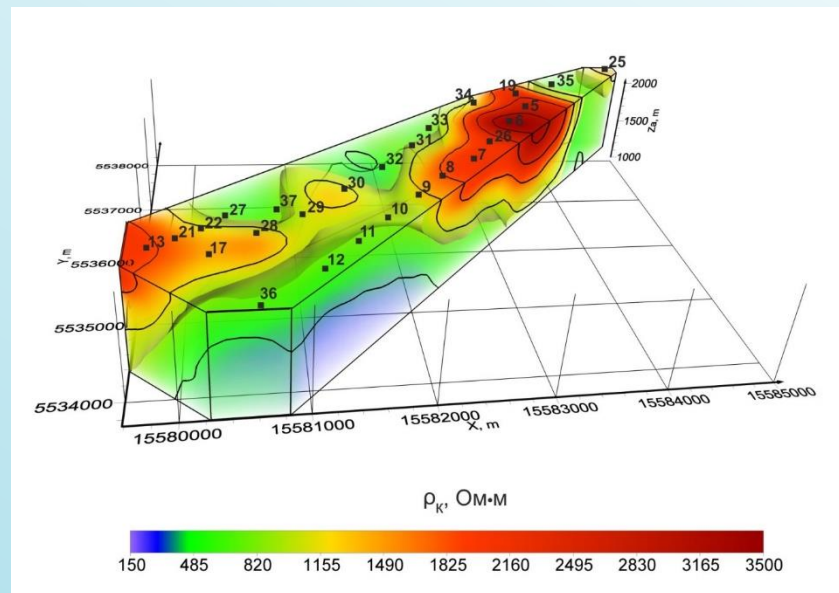


# Электромагнитный мониторинг в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 2003 г

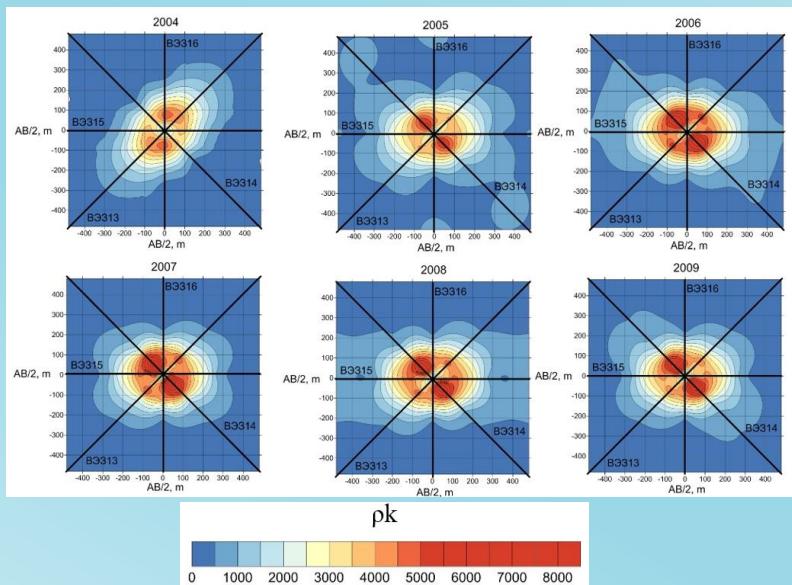
## Схема размещения пунктов ВЭЗ и профилей ЭТ в районе села Бельтир



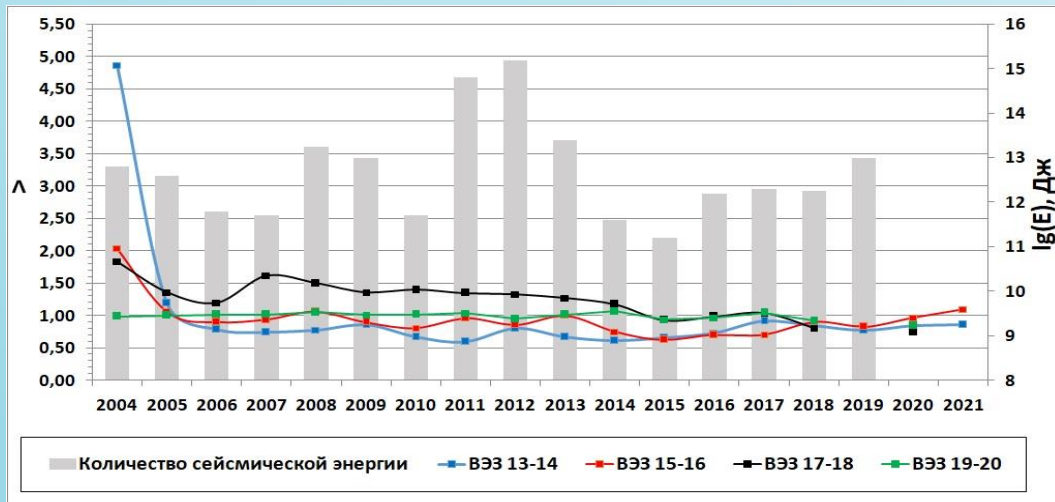
## Трехмерная геоэлектрическая модель по данным ВЭЗ в долине р. Чаган



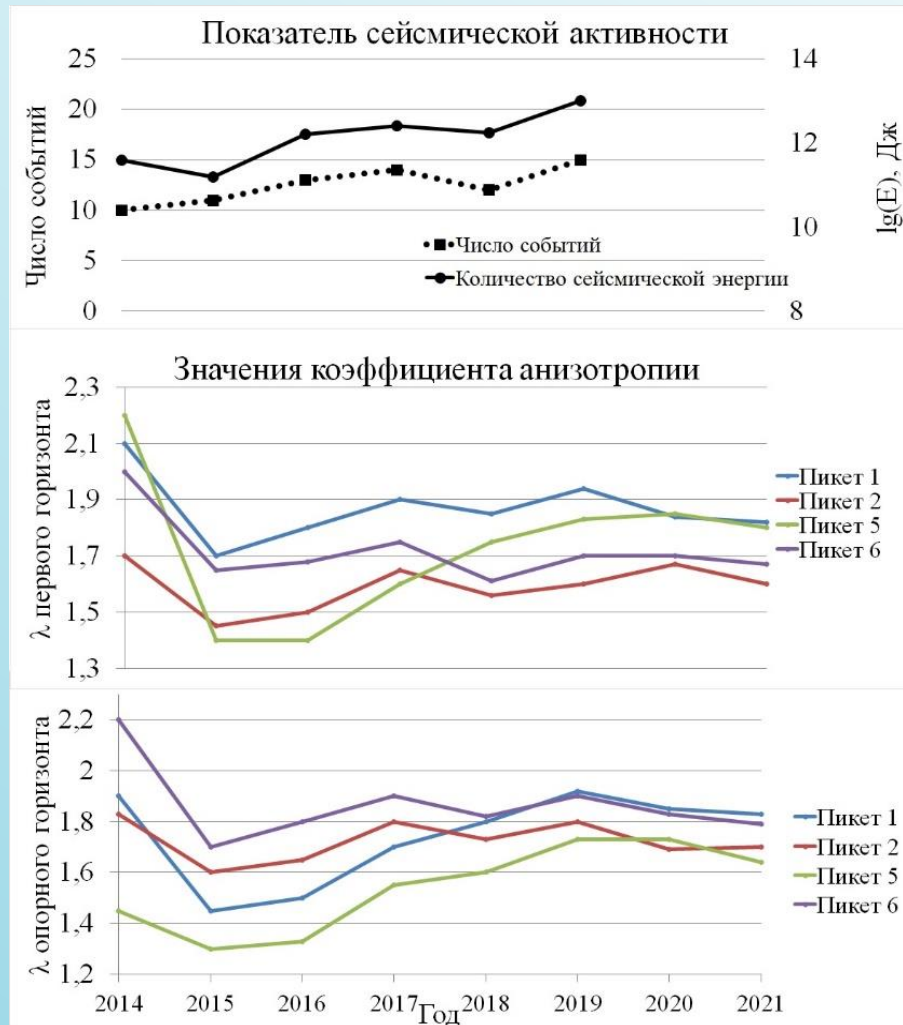
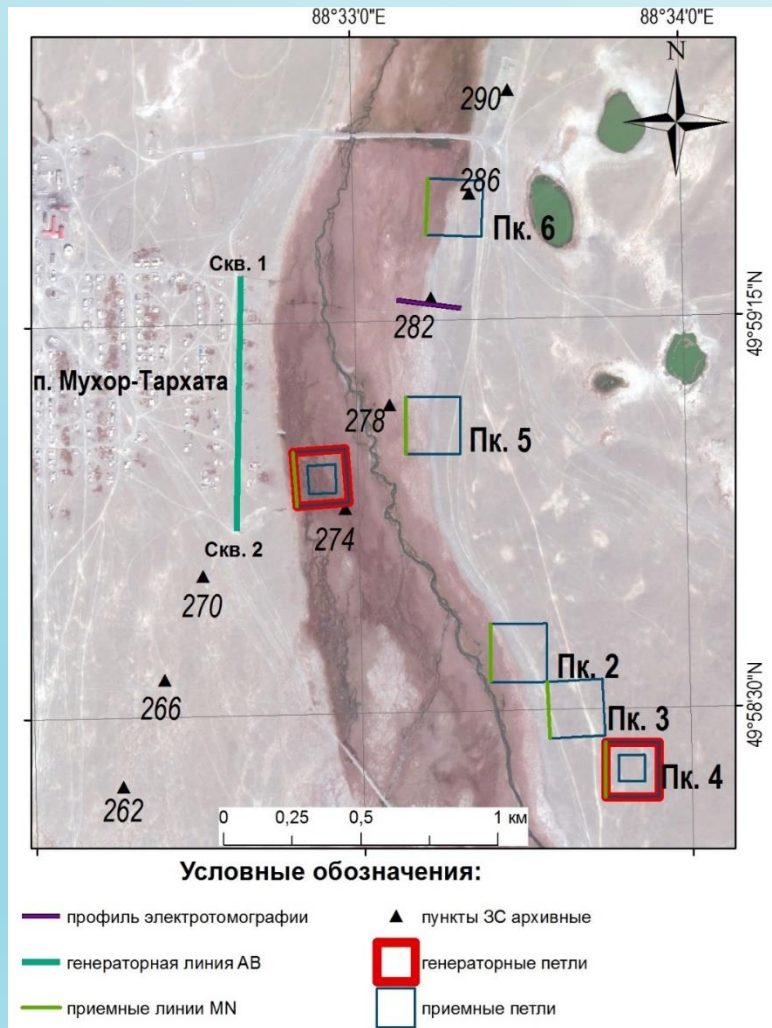
## Контурные диаграммы для кругового ВЭЗ в зоне видимых трещин



## Графики значений $\Lambda$ за все годы измерений



# Электромагнитный мониторинг в эпицентральной зоне Чуйского землетрясения 2003 г

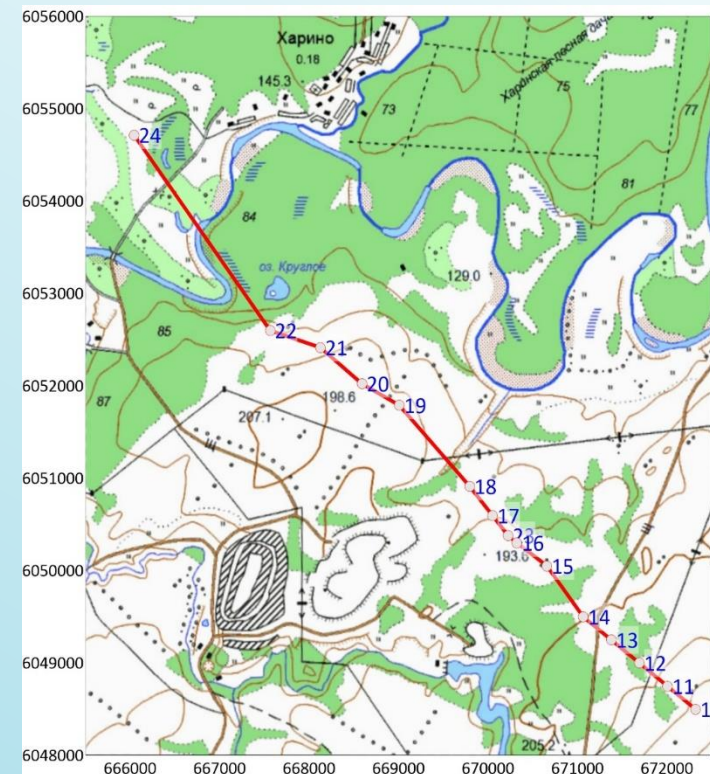


## Полученный результат

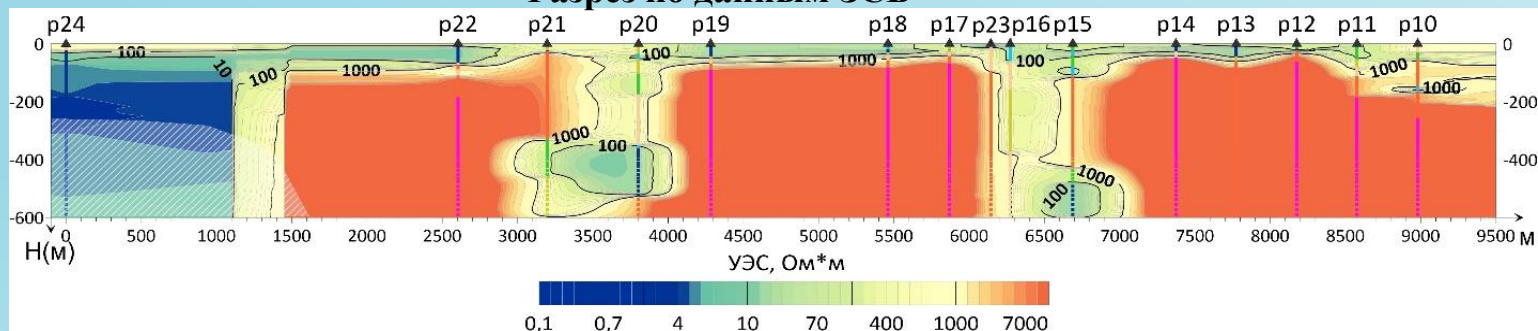
На Горном Алтае изучены вариации удельных электрических сопротивлений и коэффициентов анизотропии и прослежена их корреляция с сейсмическими событиями.



### Схема участка работ 2021 г



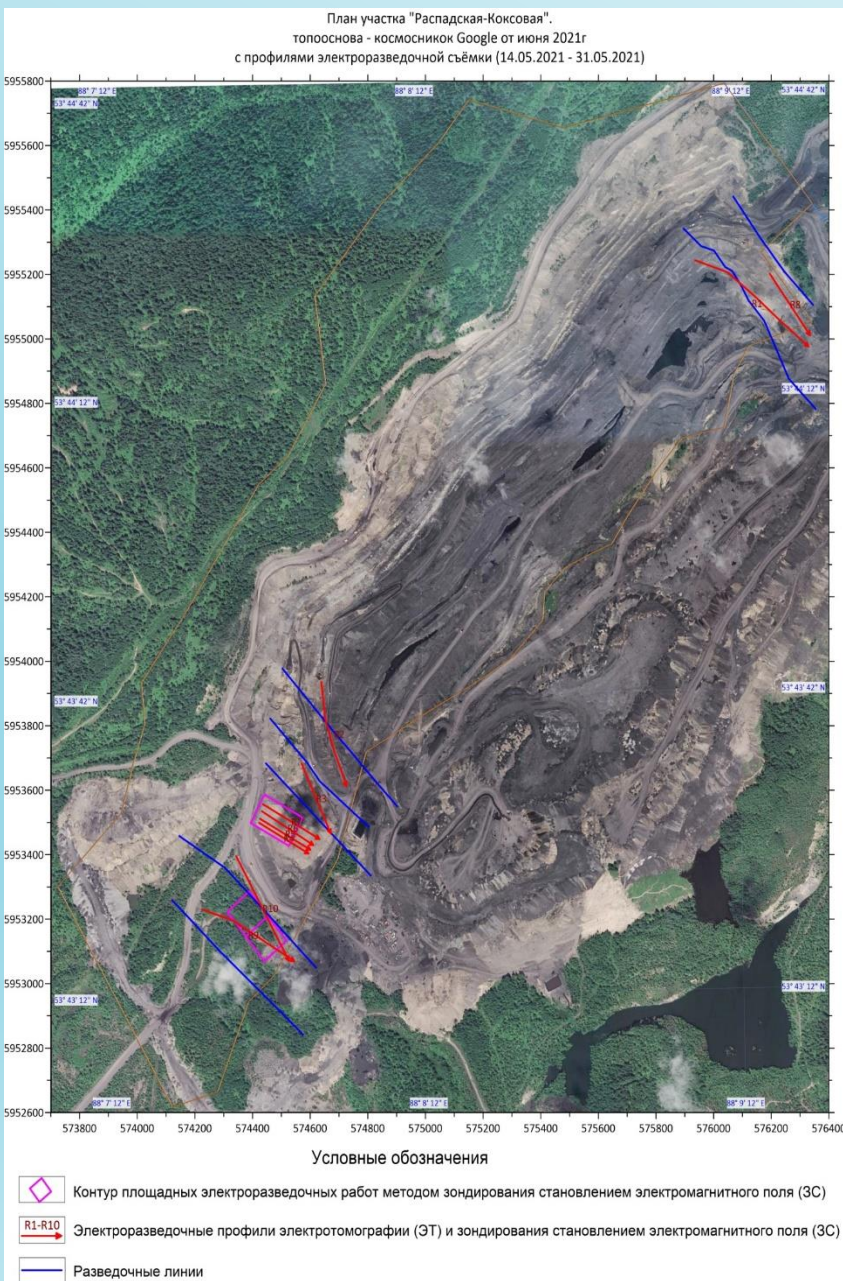
## Разрез по данным ЗСБ



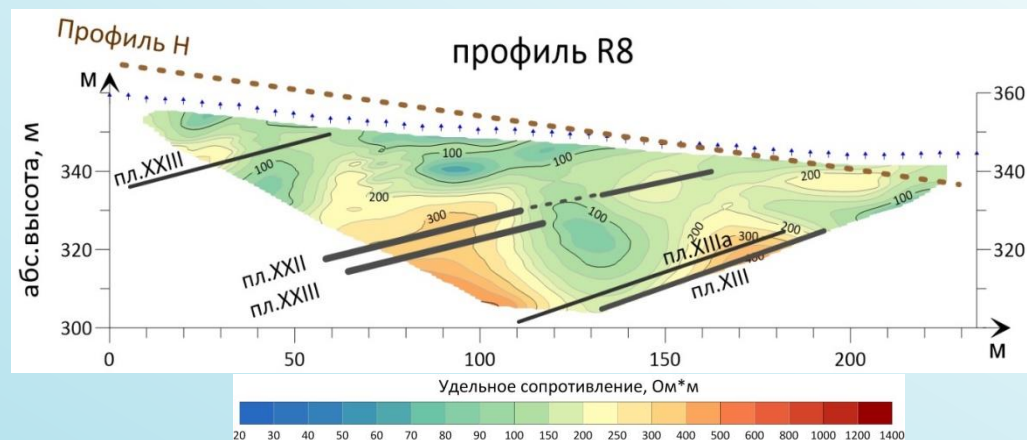
## 13



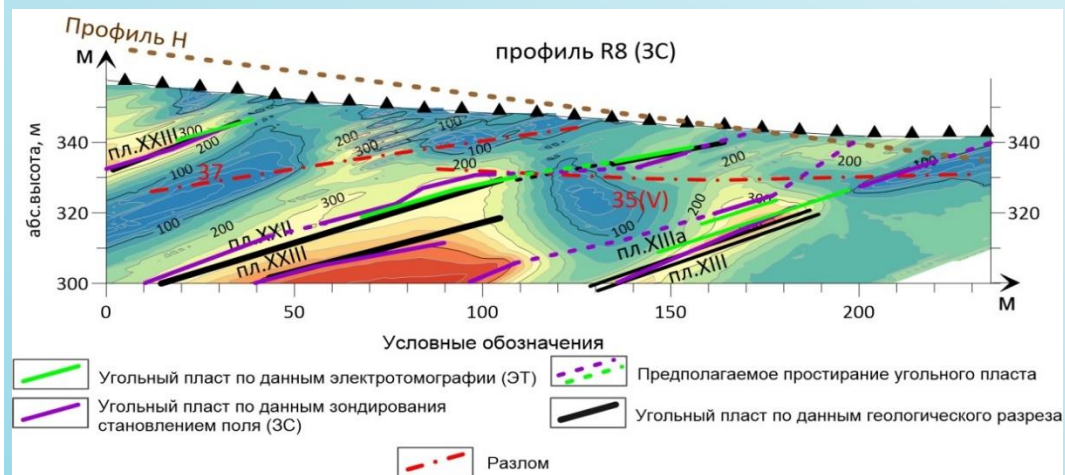
# Опытнo-методические работы по разработке технологии электромагнитных зондирований (ЗС) и электротомографии для выявления и локализации угольных пластов



## Интерпретация результатов электротомографии



## Совместная интерпретация результатов зондирования становлением поля (ЗС) и электротомографии (ЭТ)



## Полученный результат

Разработана технология электромагнитных зондирований (ЗС) с целью выявления и локализации угольных пластов.



## Публикации сотрудников СЕФ ФИЦ ЕГС РАН в 2021 году

| Индикатор                                                                                     | Единица измерения | 2021 г. |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------|------------------------|
|                                                                                               |                   | План    | Фактическое исполнение |
| Количество научных публикаций в журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus | единиц            | 1       | 3                      |
| Количество научных публикаций в журналах, индексируемых в ядре РИНЦ                           | единиц            | 3       | 4                      |
| Количество докладов на международных конференциях                                             | единиц            | 3       | 15                     |

Научные публикации в журналах, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science, Scopus, Ядро РИНЦ:

1. Yu.I. Kolesnikov, K.V. Fedin, L. Ngomayezwe, On the influence of seasonal changes in the resonant properties of surface soils on seismic safety of structures, Journal of Applied Geophysics, Volume 193, 2021, 104412, ISSN 0926-9851, <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2021.104412>.
2. Seleznev V.S., Liseikin A.V., Emanov A.F., Solov'ev V.M. Seismological observations during a landslide on the dump at the Kolyvan anthracite deposit (Novosibirsk region) // Doklady Earth Sciences. – 2021. – V. 499, N 1. – P. 585-589. DOI: 10.1134/S1028334X21070126
3. Nevedrova N.N., Sanchaa A.M., Shaparenko I.O. Geoelectrical structure and monitoring in fault zones of Uimon depression in Gorny Altai region using electromagnetic methods // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, "VIII International Symposium "Problems of Geodynamics and Geoecology of Intracontinental Orogens"". – 2021. – С. 012025. DOI: 10.1088/1755-1315/929/1/012025
4. Санчаа А.М., Неведрова Н.Н., Штабель Н.В. Глубинное строение разломной зоны на участке Мухор-Тархата Чуйской впадины по данным нестационарных электромагнитных зондирований с использованием трехмерного моделирования // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2021. – № 2 (46). – С. 67-73. DOI: 10.20403/2078-0575-2021-2-67-73.

# Финансирование 2021 г.

| Источники финансирования                                                                                                                                                   |                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Субсидия на выполнение государственного задания                                                                                                                            | 24 425,0 тыс. руб.          |
| Целевая субсидия                                                                                                                                                           | 0                           |
| Средства от приносящей доход деятельности                                                                                                                                  | 10 111,3 тыс. руб.          |
| Средняя заработанная плата научных сотрудников (200% к средней по региону 37,06 рублей письмо Минэкономразвития России от 03.12.2020 № Д14и-40312)                         | 74,27 тыс. руб.             |
| Справочно:<br>Численность сотрудников филиала на конец 2021 г.<br>Численность научных сотрудников на конец 2021 г.<br>Численность научных сотрудников в возрасте до 39 лет | 44 чел.<br>7 чел.<br>4 чел. |
| Средний возраст научных сотрудников                                                                                                                                        | 42,8 года                   |



**Спасибо за внимание!**

*Директор*

***СЕФ ФИЦ ЕГС РАН, к.г.-м.н.  
Алексей Владимирович Лисейкин***

***Тел. +7 (383) 333-20-21  
avl@gs.nsc.ru***