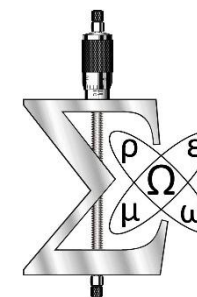
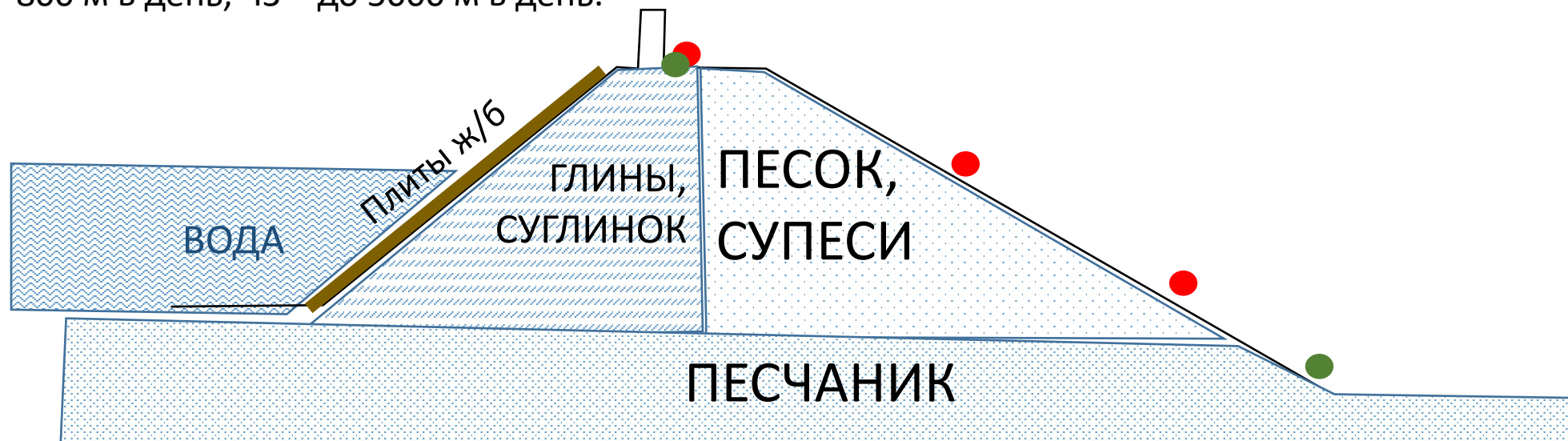


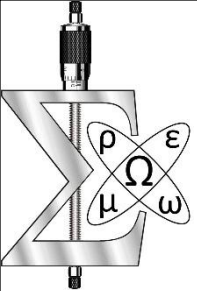
# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДИАГНОСТИКИ ГРУНТОВЫХ ДАМБ

*Манштейн Юрий Александрович*, кандидат технических наук,  
директор ООО «КБ Электрометрии» (Новосибирск), ООО БалтСибГео (Калининград)  
директор SiberGeo OU (Эстония)  
технический директор Landviser LLC (США)  
[manstein@sibergeo.com](mailto:manstein@sibergeo.com)  
+7 911 485 4071

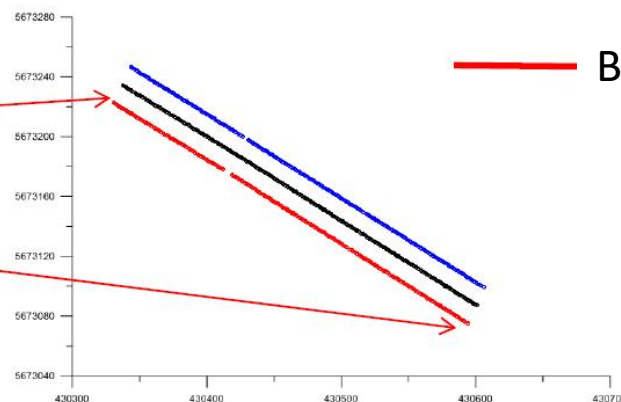
Комплексная электроразведочная методика, состоящая из двух методов: электромагнитное индукционное частотное зондирование (ЧЗ) с применением аппаратуры НЕМФИС (ЭМС) и трехмерной электротомографии аппаратурой СКАЛА-64 была применена для изучения грунтовых дамб общей протяженностью 21 км. ЧЗ проводилось по трем параллельным линиям (отмечены красными точками на рис.1), электротомография – билинейной установкой параллельными кабельными косами (отмечены зелеными точками на рис.1)

Обобщенный схематический разрез грунтовой дамбы с системой наблюдений показан на рис. 1. Со стороны водохранилища склон дамбы закрыт железобетонными плитами. Тело дамбы со стороны водохранилища состоит из суглинистой, электропроводной части, с противоположной стороны – из менее проводящего песка. Основание дамбы, песчаник, вероятно имеет самое высокое сопротивление из всех элементов ГТС. Таким образом, изучая распределение удельного электрического сопротивления в теле дамбы можно обнаружить песчаные сифоны и другие каналы фильтрации. Высота дамб составила от 5 до 35 м. Скорость измерений электротомографией – 500-800 м в день, ЧЗ – до 5000 м в день.



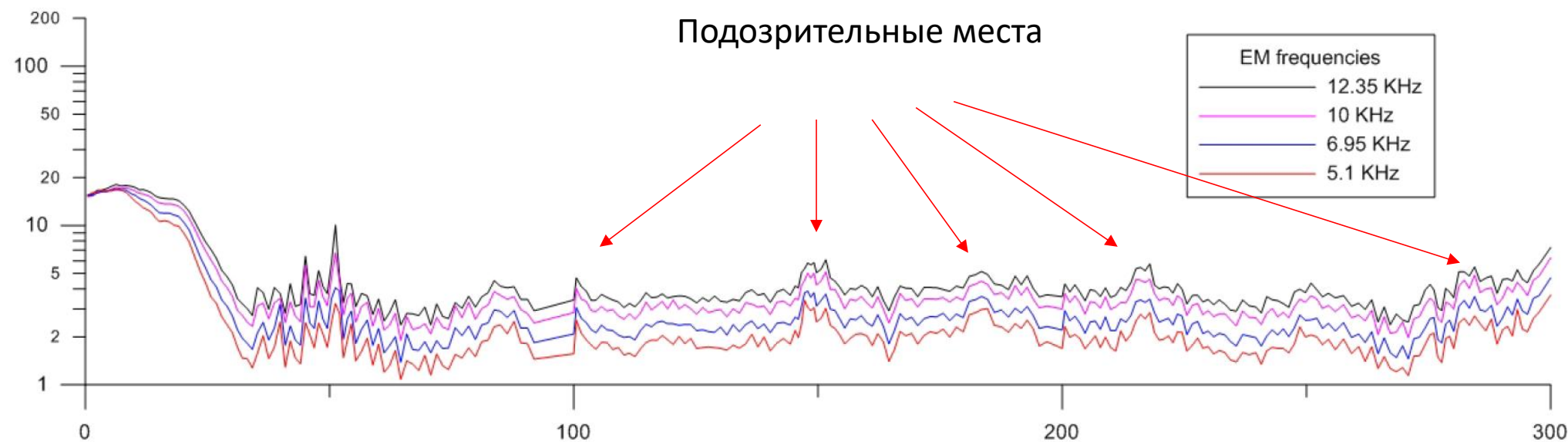


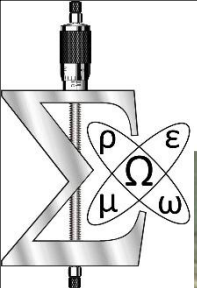
# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС



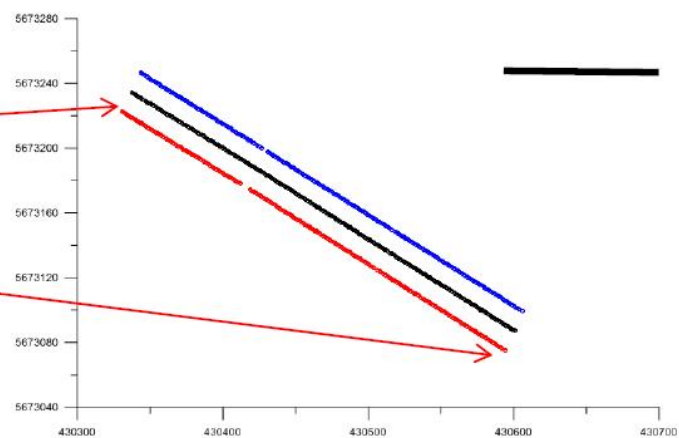
Верхний профиль ЧЗ

Верхний профиль ЧЗ  
показывает возможные  
нарушения глинистого слоя  
в верхней части дамбы на  
глубине 4-8 м



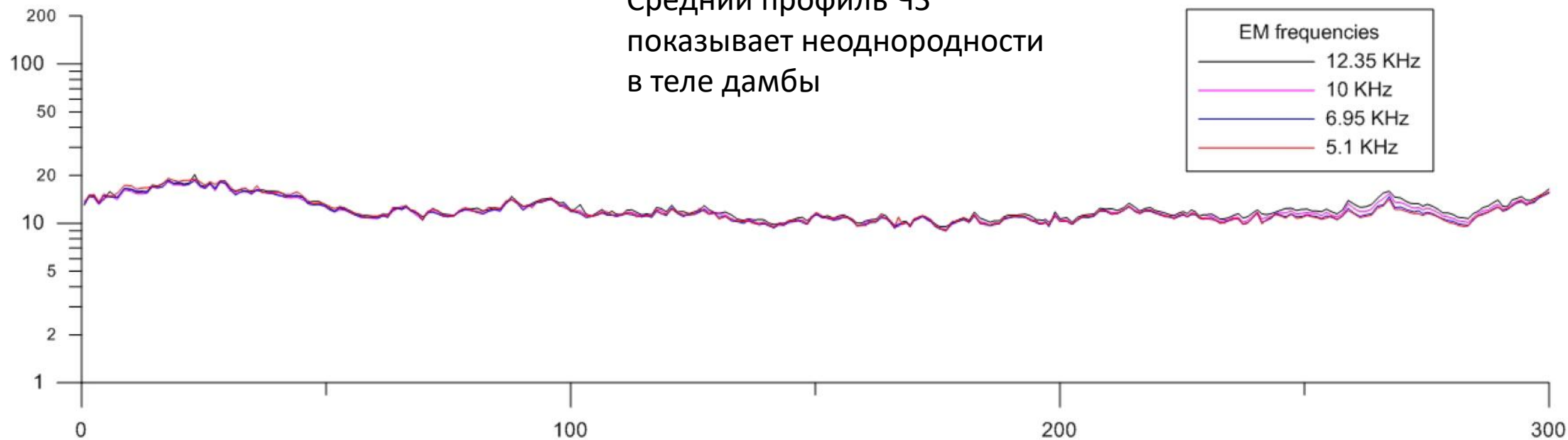


# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС

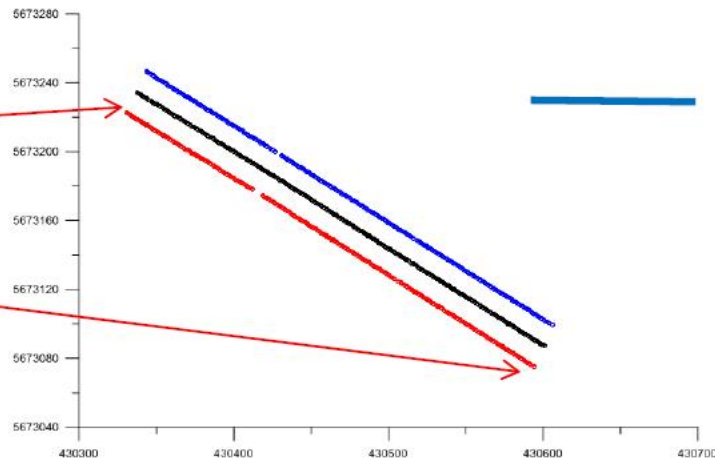
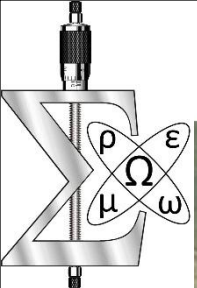


— Средний профиль ЧЗ

Средний профиль ЧЗ  
показывает неоднородности  
в теле дамбы

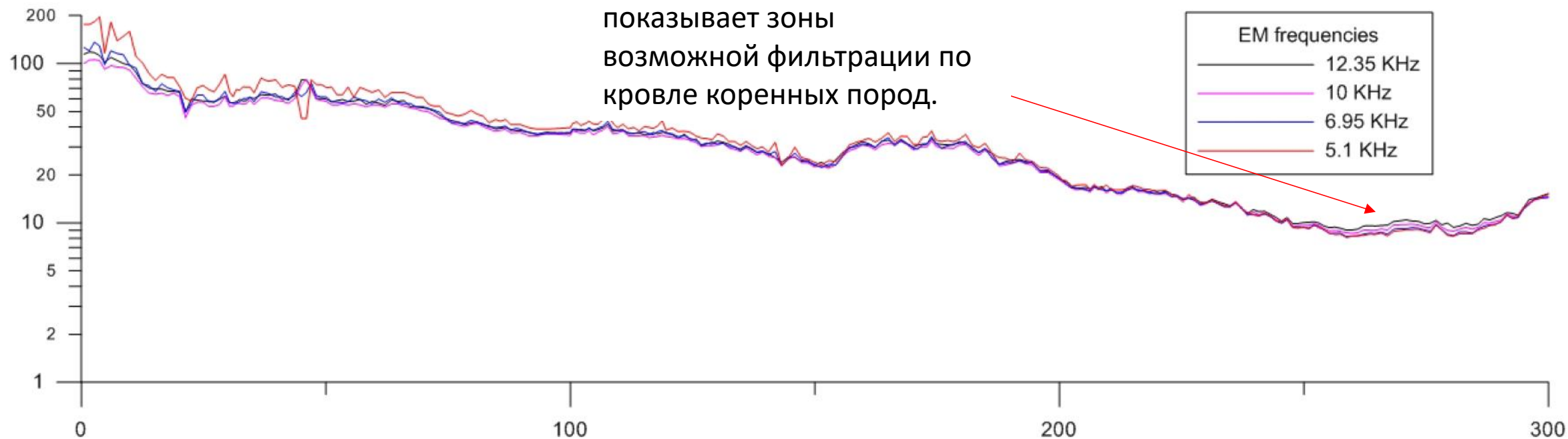


# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС

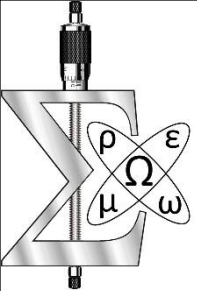


Нижний профиль ЧЗ

Нижний профиль ЧЗ  
показывает зоны  
возможной фильтрации по  
кровле коренных пород.





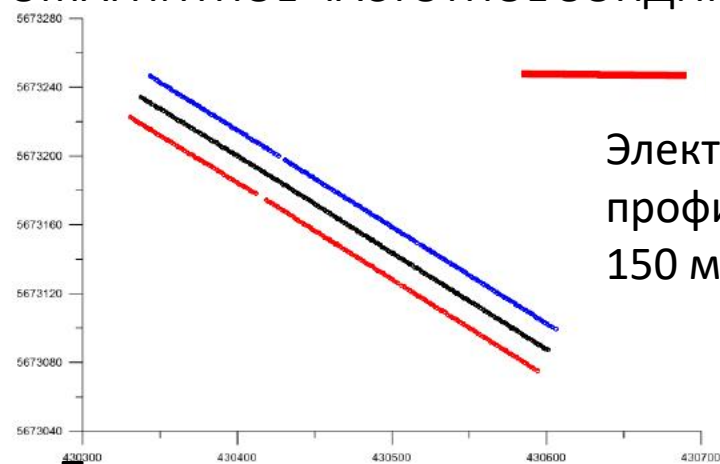


# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС

Top profile

Верхний профиль ЧЗ

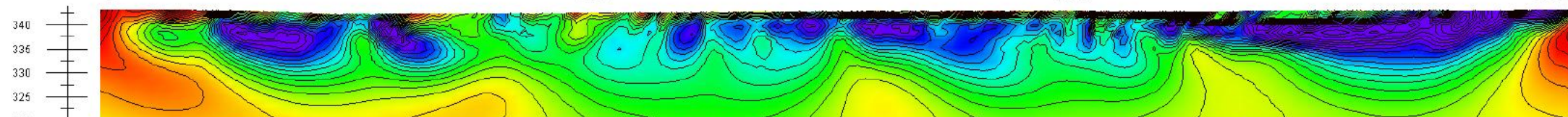
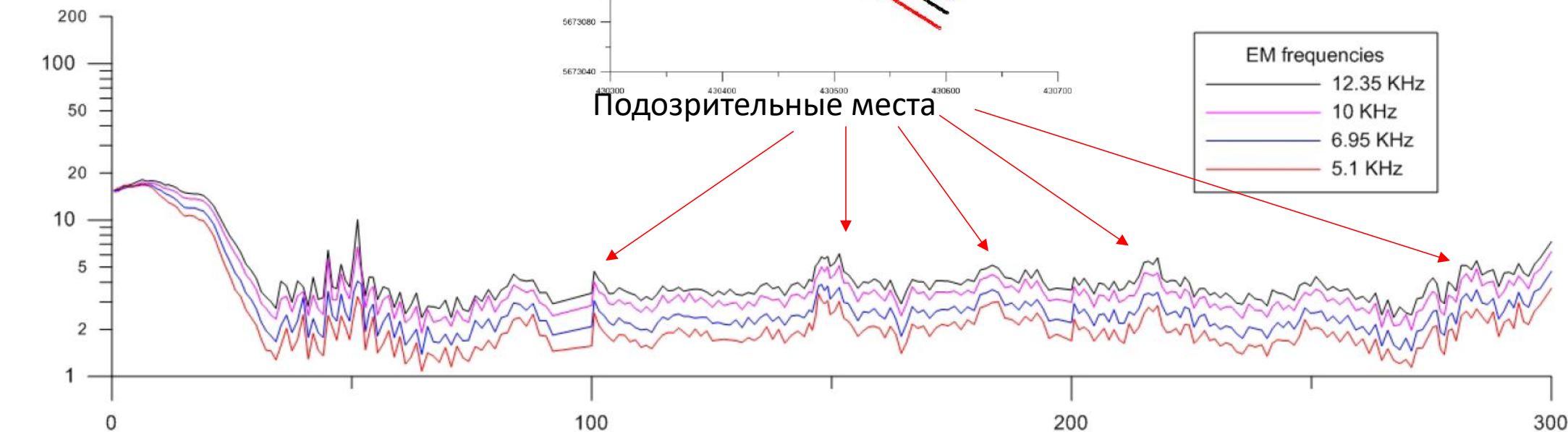
Электротомографический разрез по верхнему профилю ЧЗ. Аномалии на пикетах 100 м и 150 м похожи на песчаные сифоны.



Подозрительные места

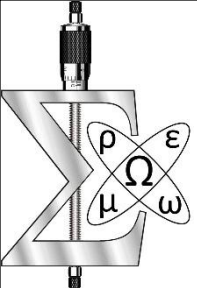
EM frequencies

12.35 KHz  
10 KHz  
6.95 KHz  
5.1 KHz



Resistivity - Ohm.m



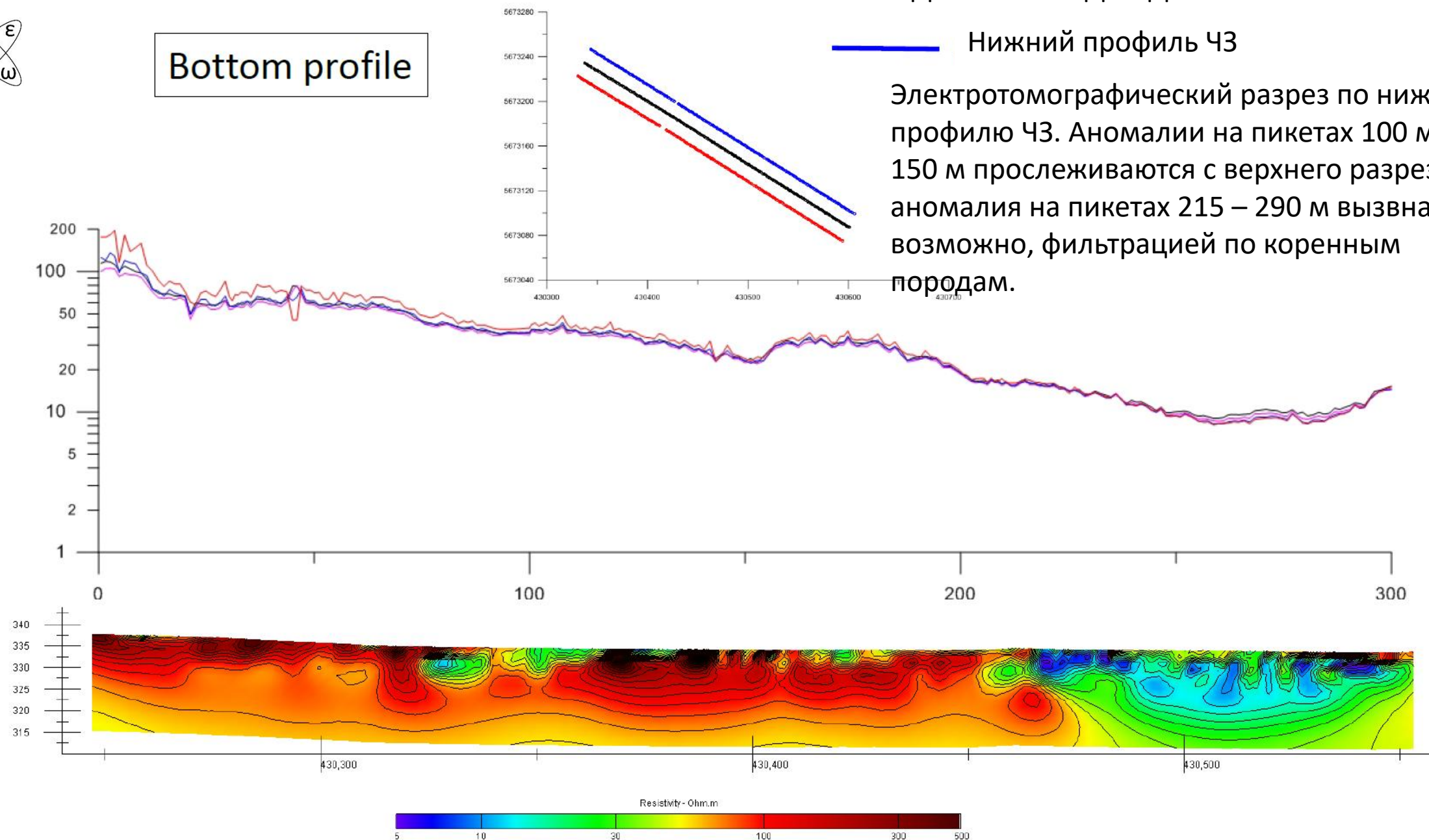


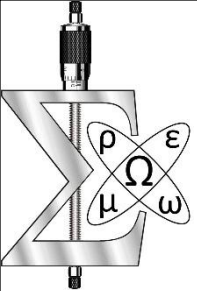
# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС

Bottom profile

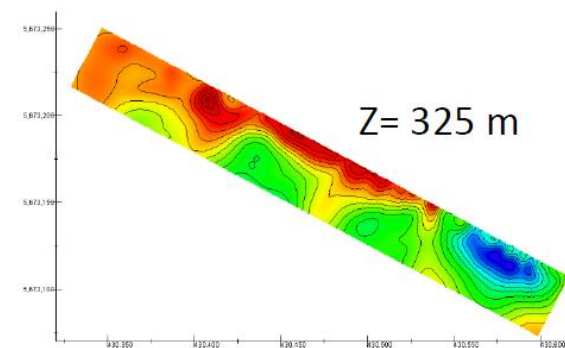
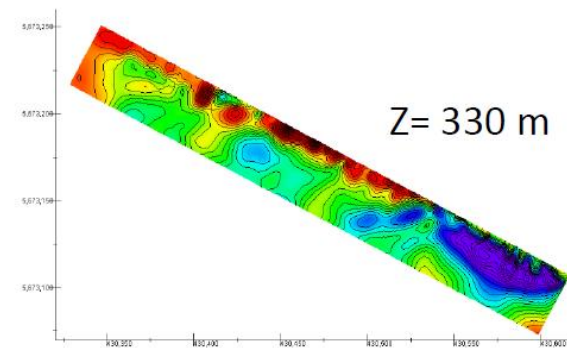
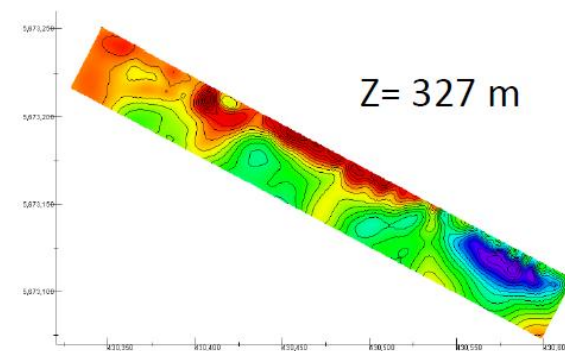
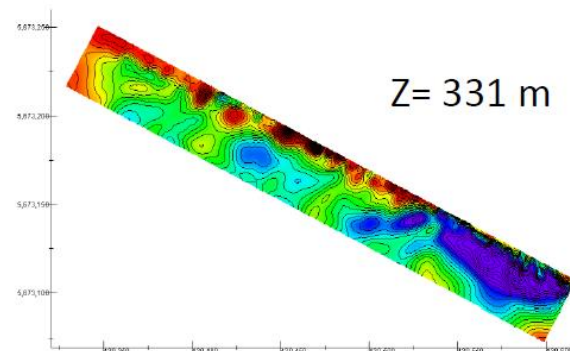
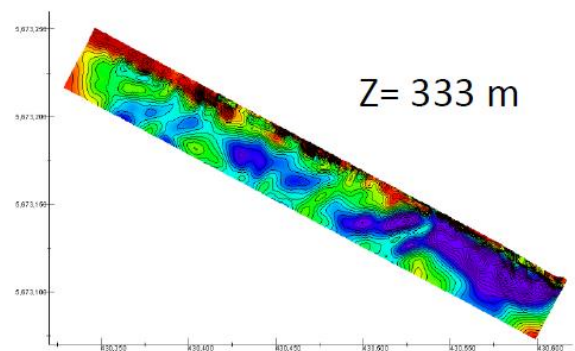
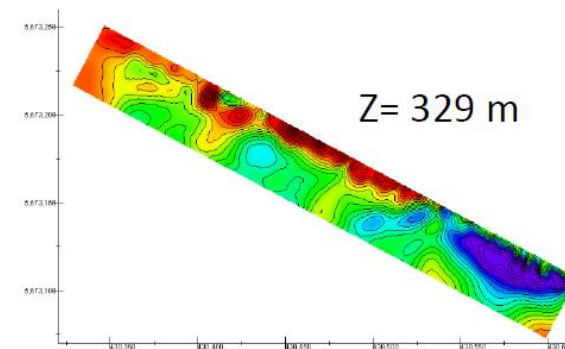
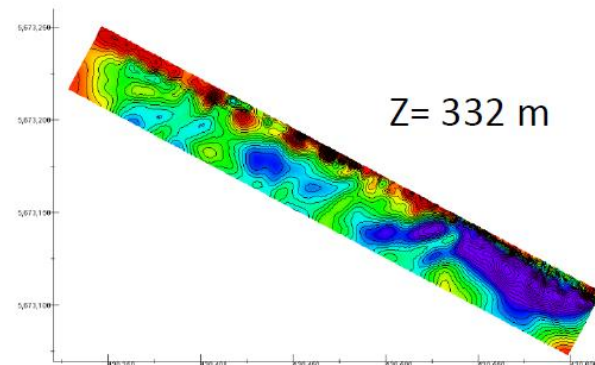
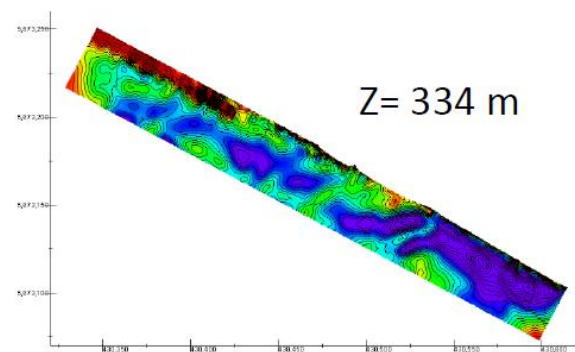
— Нижний профиль ЧЗ

Электротомографический разрез по нижнему профилю ЧЗ. Аномалии на пикетах 100 м и 150 м прослеживаются с верхнего разреза; аномалия на пикетах 215 – 290 м вызвана, возможно, фильтрацией по коренным породам.

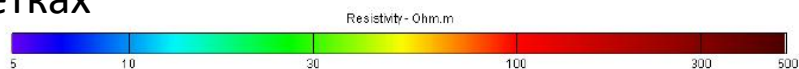




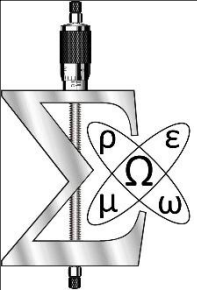
# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС



Данные трехмерной  
электротомографии в виде  
горизонтальных срезов (карт)  
распределения УЭС на различных абс  
отметках

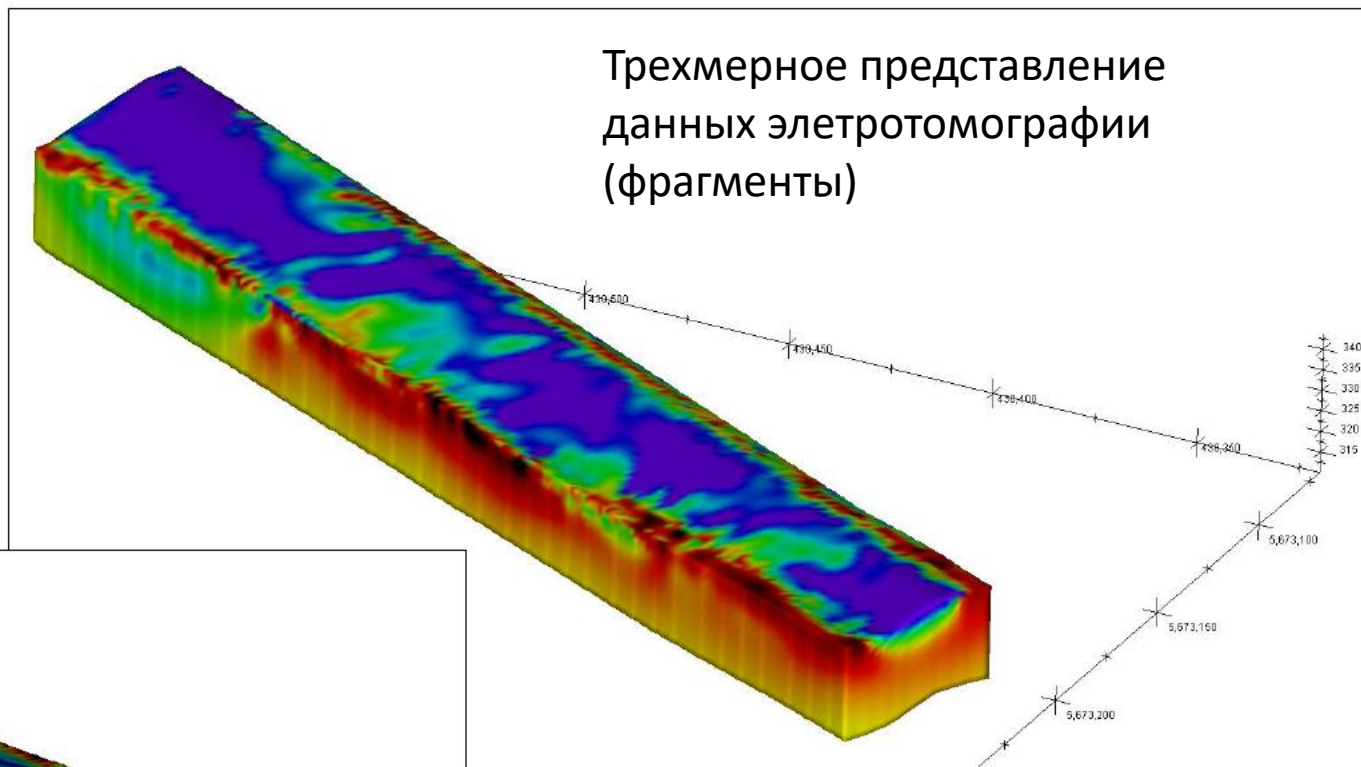
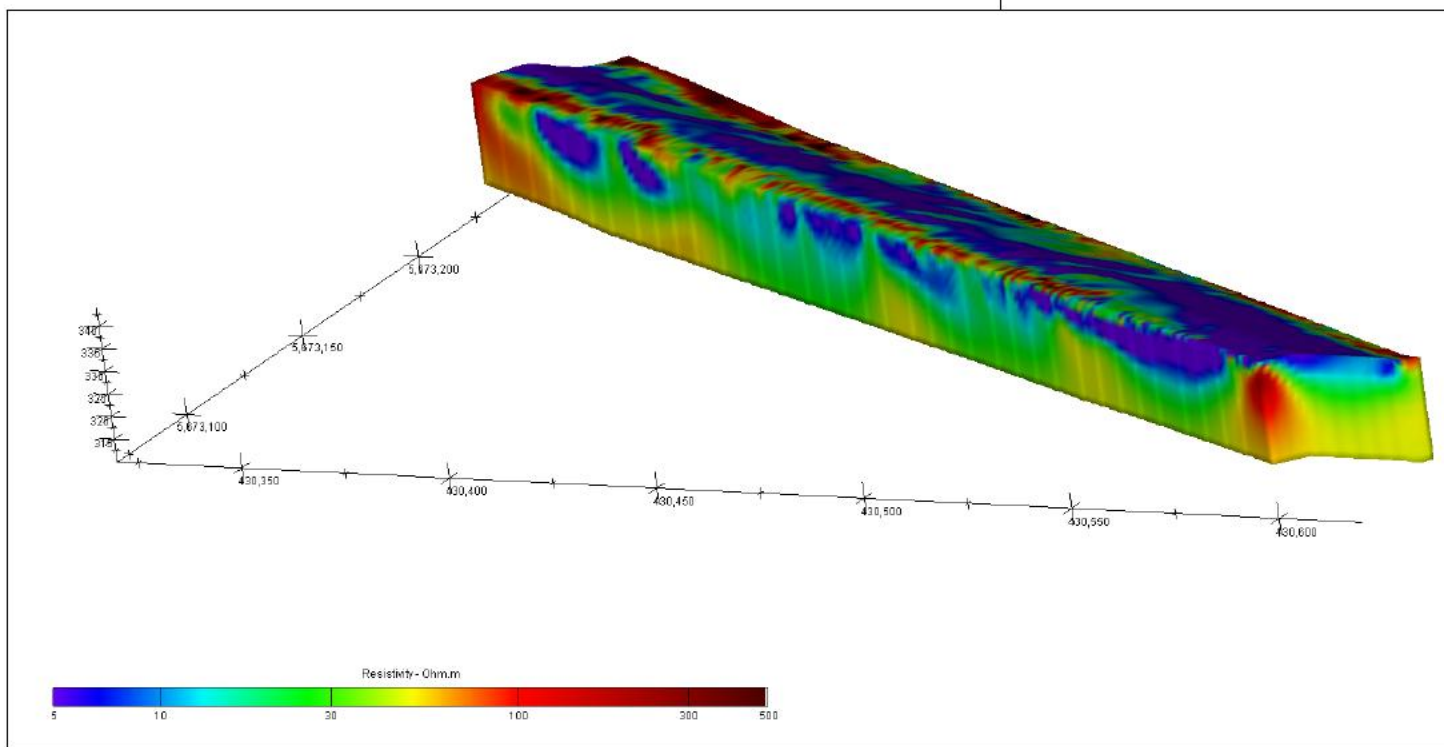


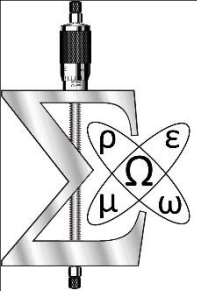




# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС

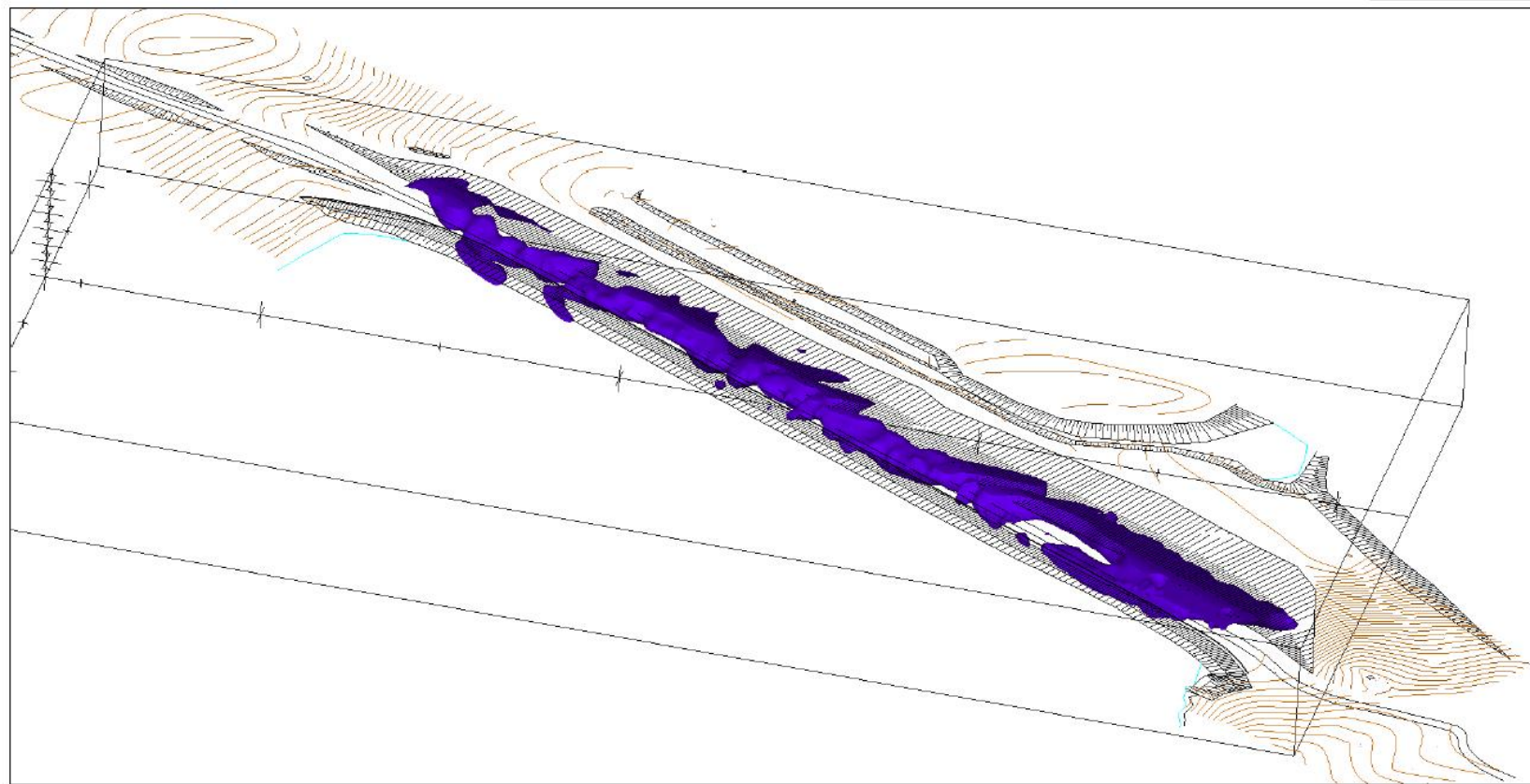
Трехмерное представление  
данных элетротомографии  
(фрагменты)

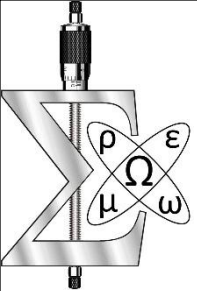




# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС

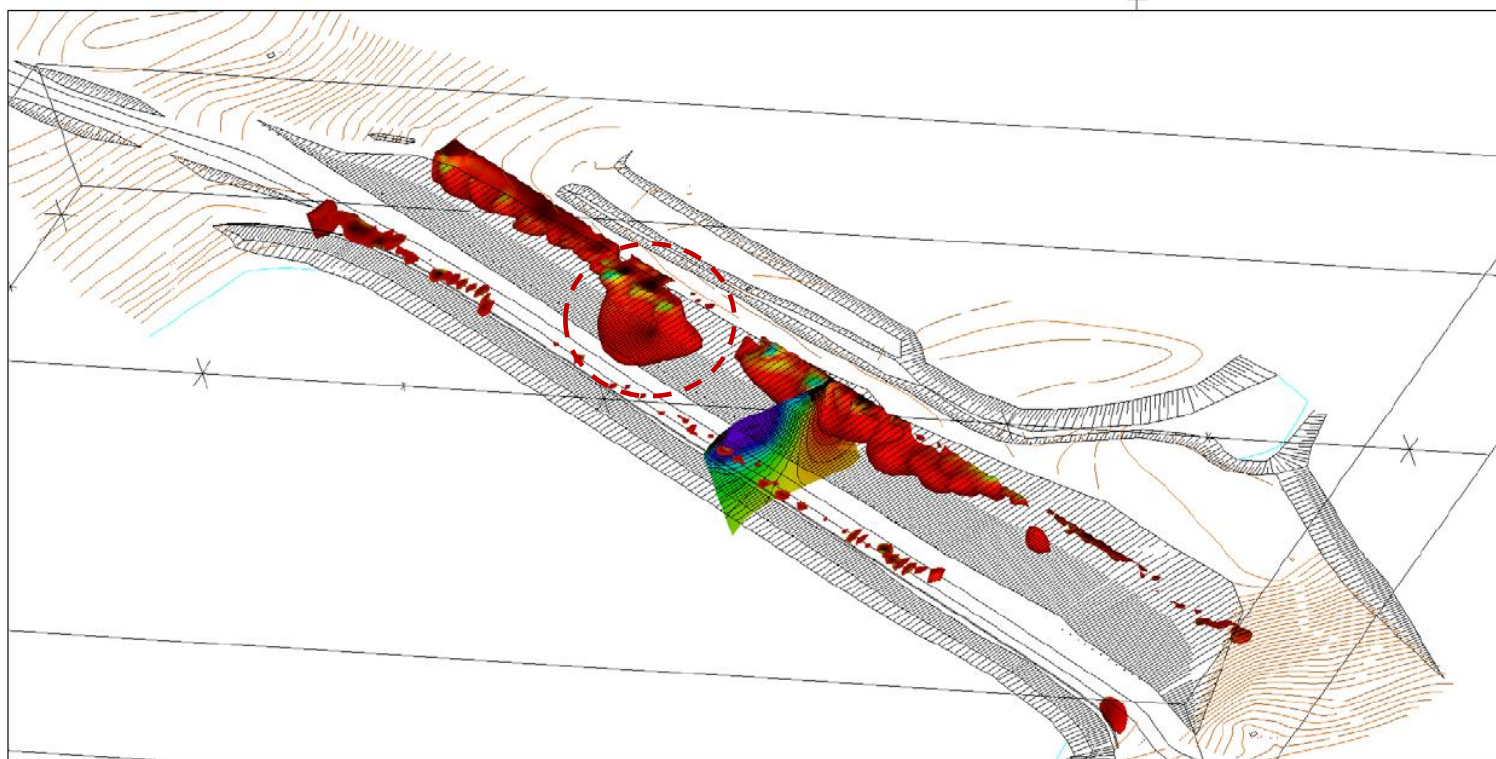
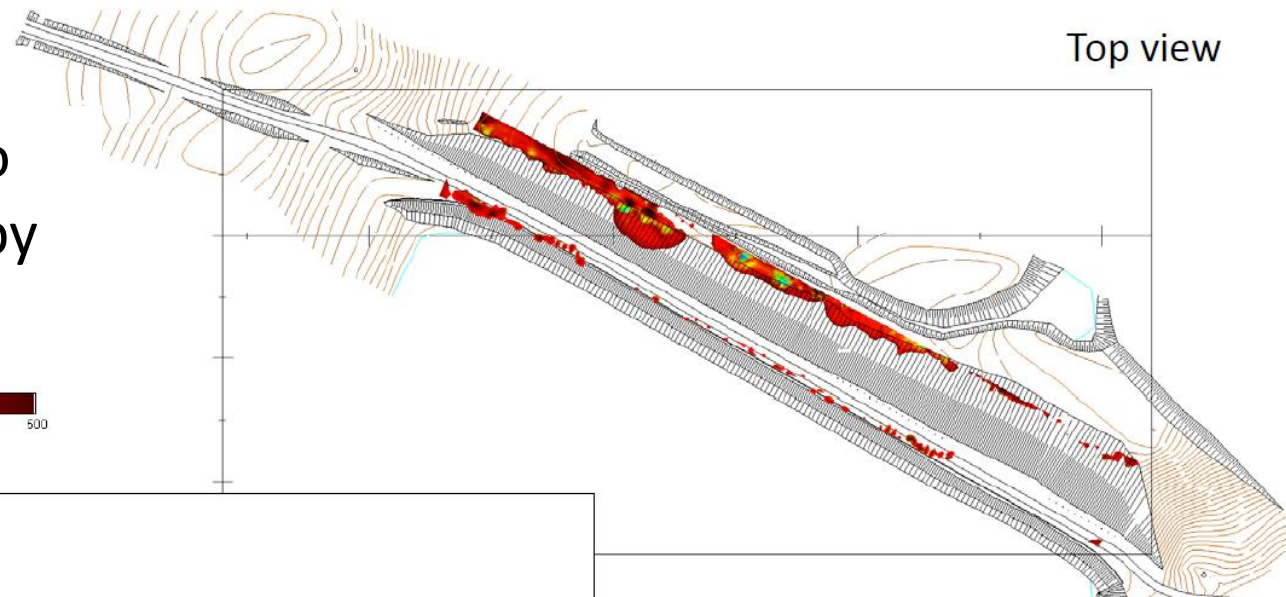
Изоповерхность по значению  
10 Ом, описывает структуру  
суглинков и глин.





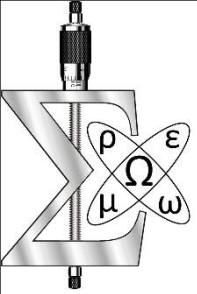
# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС

Изоповерхность по значению  
100 Ом, описывает структуру  
супесей и песков.



Зона наибольшей  
вероятности фильтрации  
обведена пунктиром





# ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИЯ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЧАСТОТНОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГТС

## ВЫВОДЫ

Показано, что ЧЗ является эффективным и быстрым методом для поиска подозрительных мест в теле плотины. Глубинность зондирования 8 м в большинстве случаев является достаточной.

Электротомография – очень информативный метод, позволяющий детально анализировать участки, имеющие аномалии по данным ЧЗ.

Для разработки рекомендаций по реконструкции дамбы необходимо провести бурение по точкам, определенным по результатам интерпретации данных электротомографии. Количество таких точек может быть ограничено количеством различных по интенсивности и геометрическим характеристикам аномалий удельного электрического сопротивления.

*Манштейн Юрий Александрович*, кандидат технических наук,  
директор ООО «КБ Электрометрии» (Новосибирск), ООО БалтСибГео (Калининград)  
директор SiberGeo OU (Эстония)  
технический директор Landviser LLC (США)  
[manstein@sibergeo.com](mailto:manstein@sibergeo.com)  
+7 911 485 4071