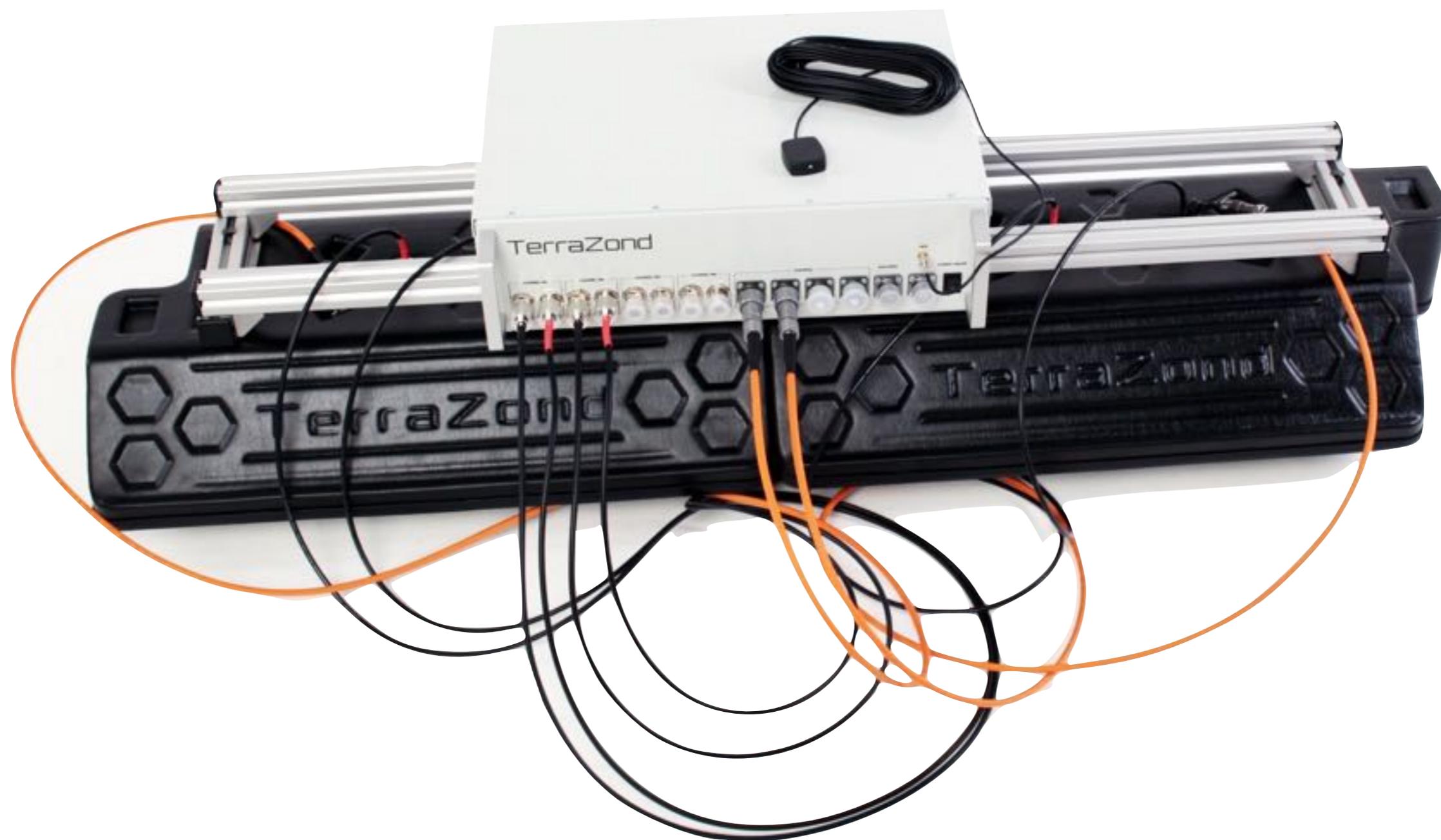


# Многокурсовая геоадиолокация

НПО "Терразонд"



# Многокурсная георадиолокация (георадиотомограф)



# Многочурсная георадиолокация (георадиотомограф)

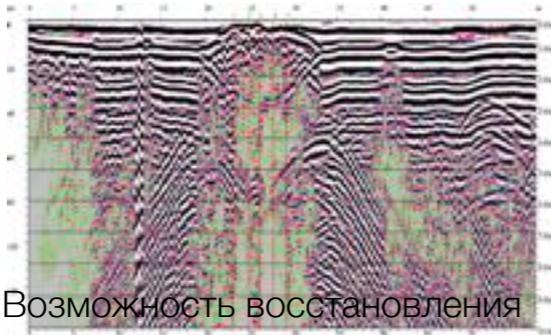


<b>Частотный диапазон</b>	<b>0.5-3 ГГц</b>
<b>Количество антенн</b>	<b>от 8 до 32</b>
<b>Кол-во точек по глубине</b>	<b>512/1024/+</b>
<b>Возможность непрерывного зондирования на скорости</b>	<b>свыше 90 км/ч</b>
<b>Разрешение сканирования вдоль антенной линейки</b>	<b>до 7.5 см</b>

# Сравнение данных моноимпульсного георадара и георадиотомографа ГРТ-22 за один проезд

## Стандартный моноимпульсный георадар

Одна радарограмма за одно сканирование



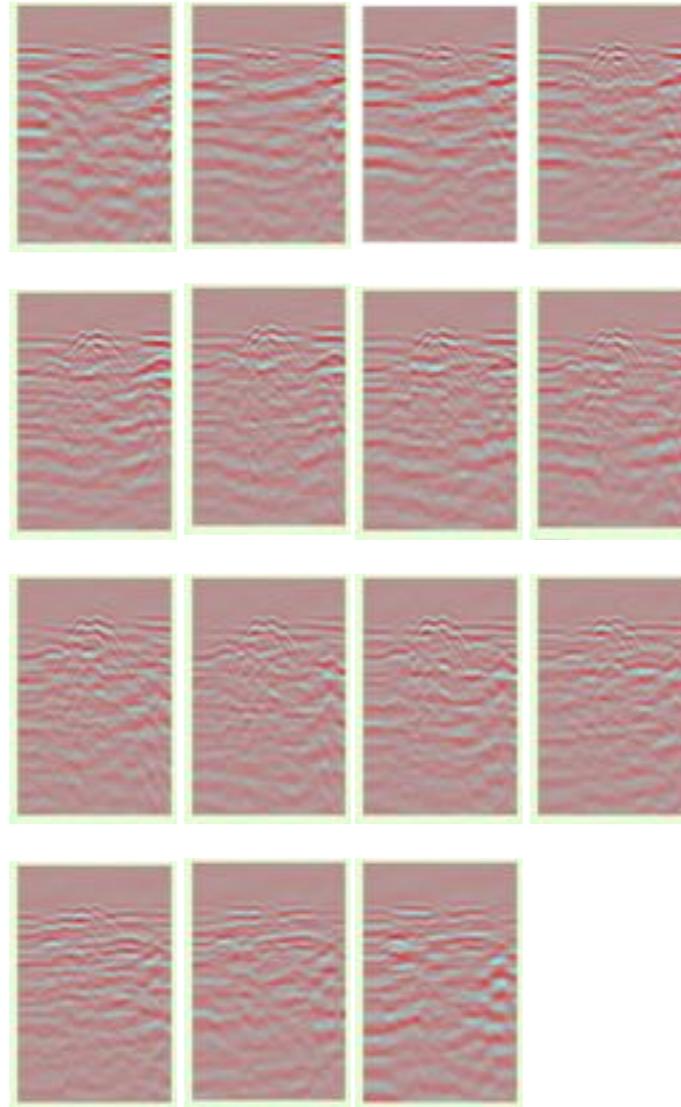
Возможность восстановления томографического радиоизображения, схожего с георадиотомографом, у стандартного моночастотного георадара отсутствует.

Дополнительные сканирования стандартным георадаром для накопления нескольких параллельных разрезов, позволяют построить псевдо-трехмерные изображения, резко уступающие по надежности и информативности радиоизображению георадиотомографа.

## Аппаратура георадиотомографии ГРТ-22

15-ть радарограмм за одно сканирование

Временное представление с выделением области 14 нс



Результат восстановленного радиоизображения с использованием принципа фокусировки

Z = 0.04

Тестовыми объектами являлись две параллельно лежащих металлических трубы диаметром 3 см

направления движения

ширина захвата антенной линейки  
1,3м

# Ближайшие аналоги георадиотомографа ГРТ-XX

Наименование	Страна производитель	Краткое сравнение с ГРТ-XX	Цена	Сервис в России
<b>3d-radar</b> <a href="http://www.3d-radar.com">www.3d-radar.com</a>	Норвегия	В приборах 3D-radar используется технология, при которой генератор работает в режиме ступенчатого изменения частоты сигнала в диапазоне 0.3-3ГГц с шагом 15МГц; блок обработки имеет высокую пропускную способность, что обеспечивает непрерывное зондирование на больших скоростях (до 160 км/ч).	~10+ млн руб. + расходы на импорт в Россию	нет
<b>MALÅ MIRA</b> <a href="http://www.guidelinegeo.com">www.guidelinegeo.com</a>	Швеция	Многоканальные георадары MALÅ MIRA используют классический метод формирования СШП сигнала с определенной центральной частотой.	~12+ млн руб. + расходы на импорт в Россию	нет
<b>RIS Hi-BrigHT</b> <a href="http://www.idsgeoradar.com">www.idsgeoradar.com</a>	Италия	Многоканальные георадары IDS используют классический метод формирования СШП сигнала с конкретной центральной частотой.	~8+ млн руб. с учётом расходов на импорт в Россию	нет



3d-radar (Норвегия)



MALÅ MIRA (Швеция)

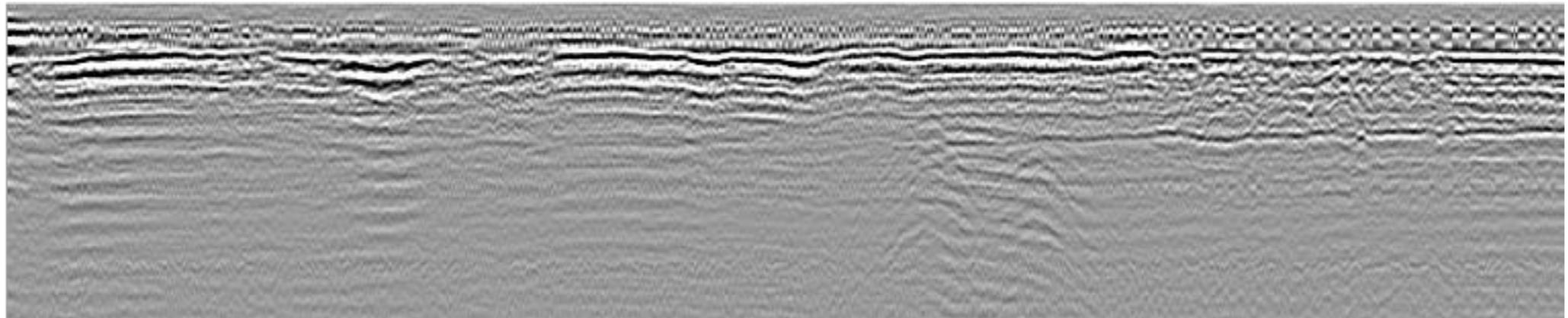


RIS HI-BRIGHT (Италия)

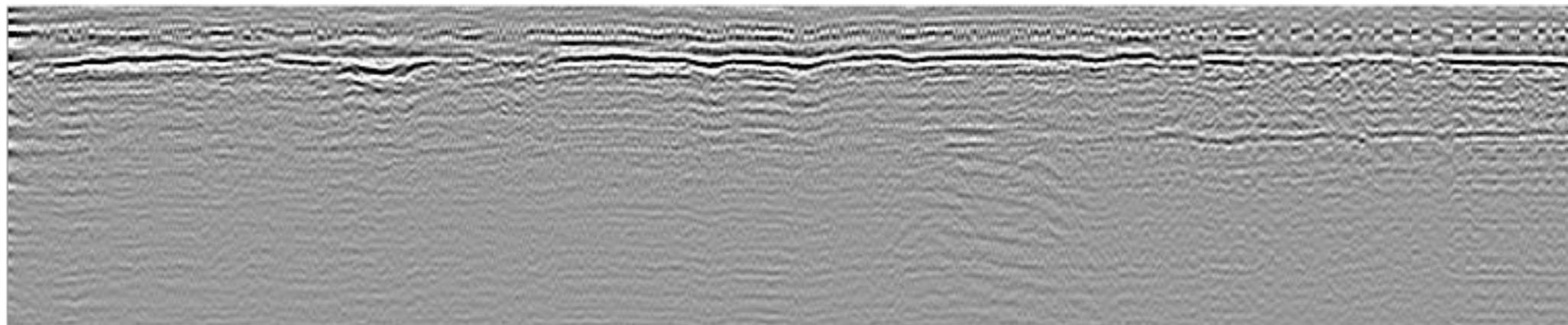


Георадиотомограф "ГРТ-2Х" (Россия)

# Применение калибровки и формирование АФ

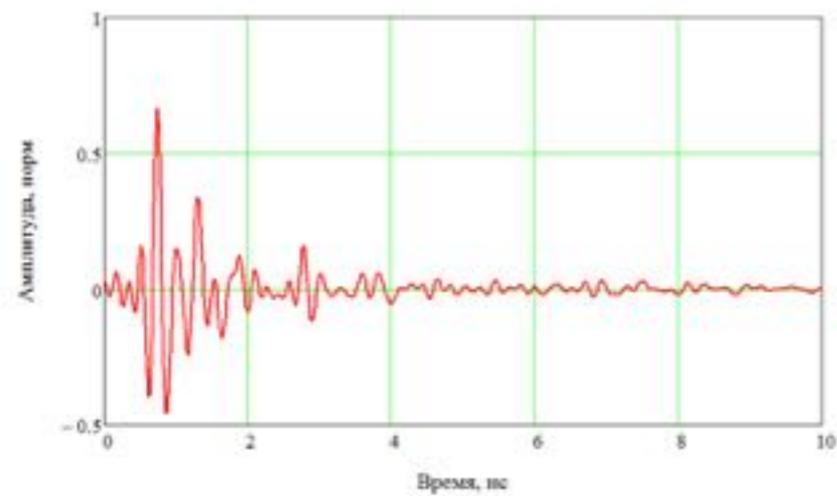


Исходная радарограмма

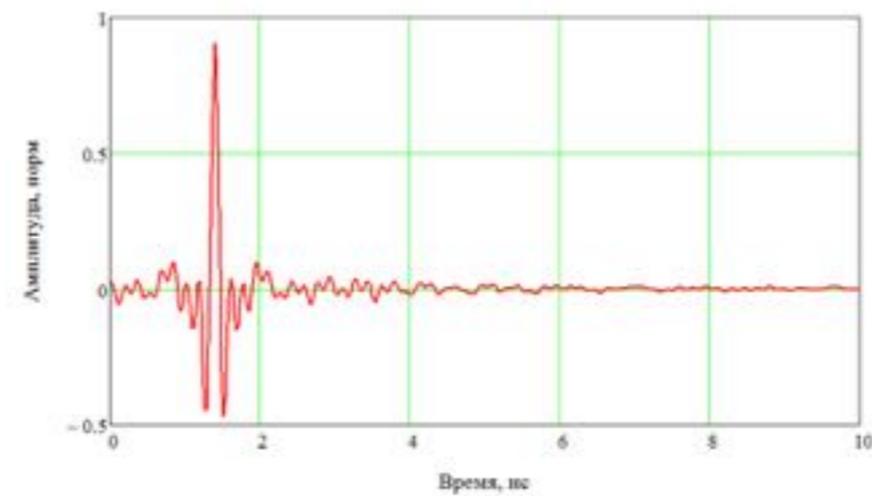


Радарограмма после применения аппаратной функции

## Отражение от металлического листа



Сигнал до калибровки



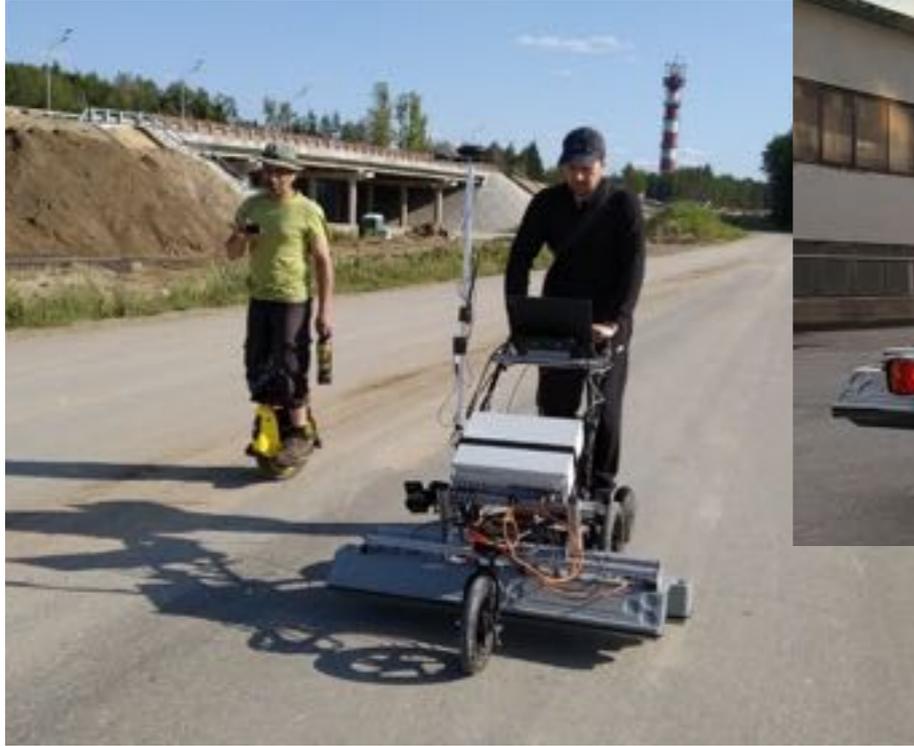
Сигнал после калибровки

# Тесты на разрешающую способность





# Варианты установки аппаратуры



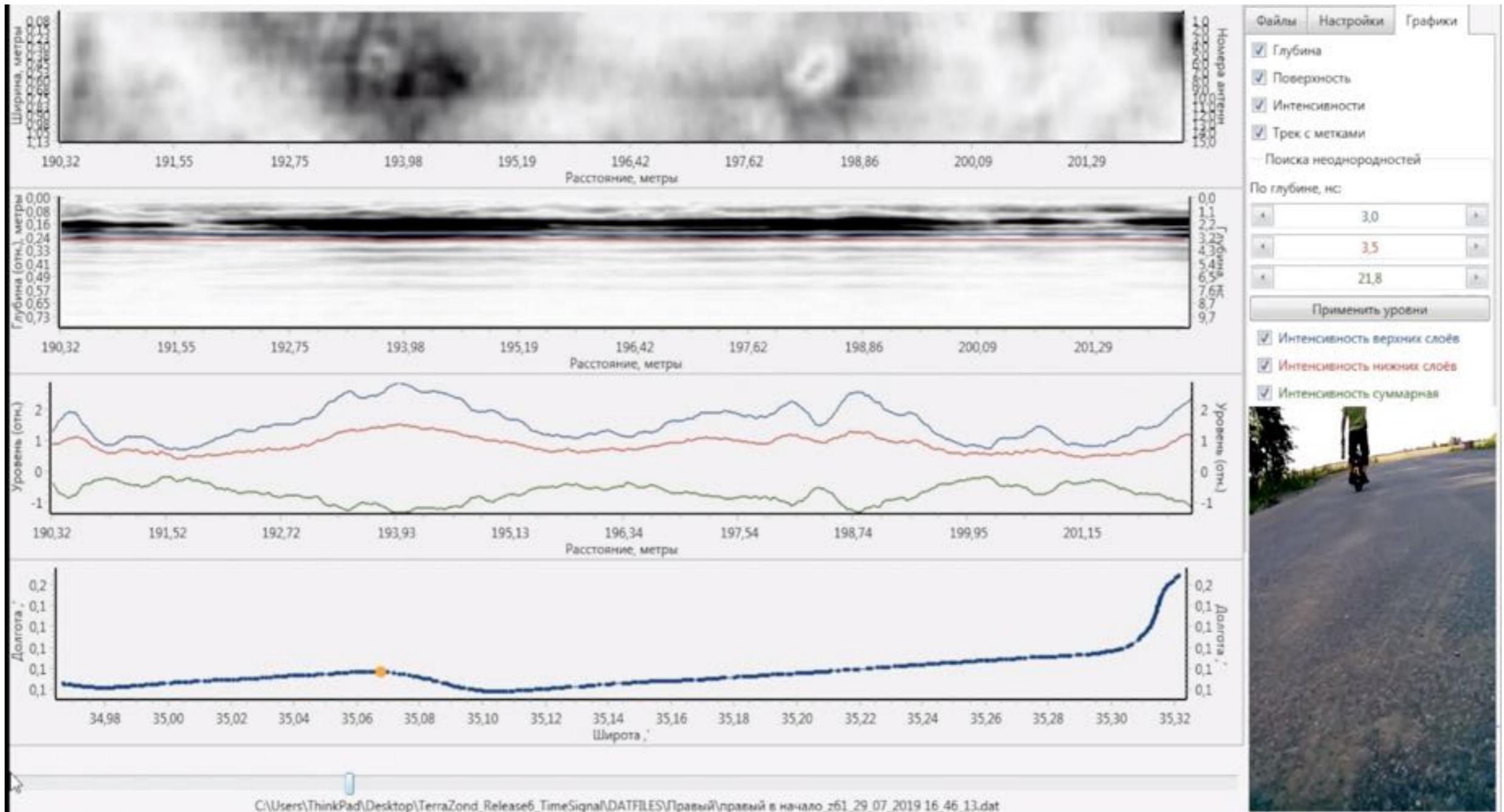
# Автоматизация сбора данных на больших площадях



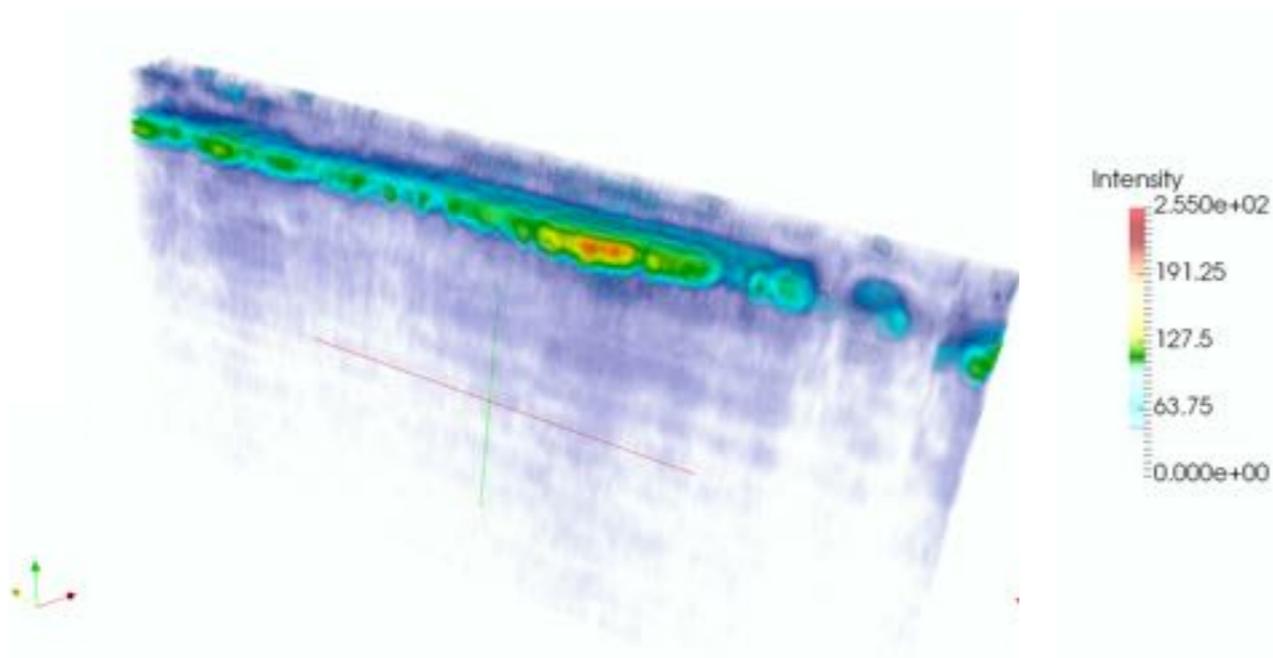
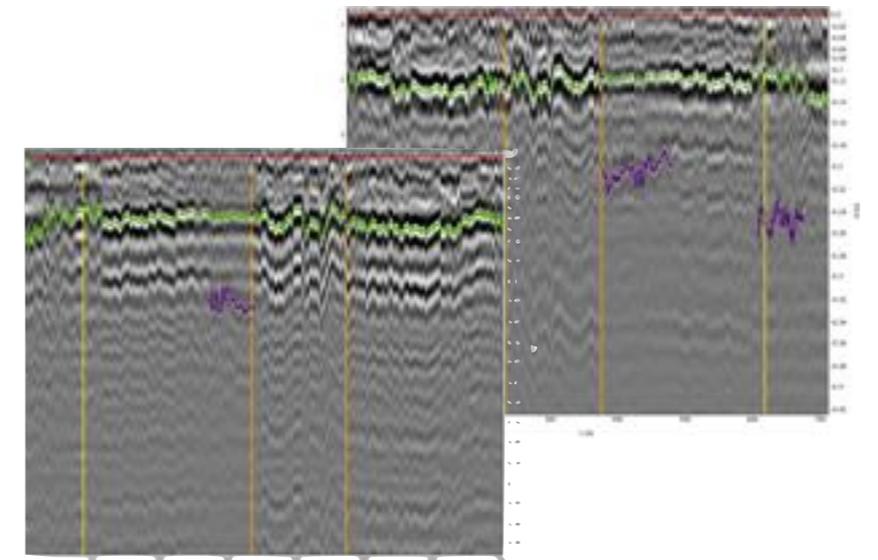
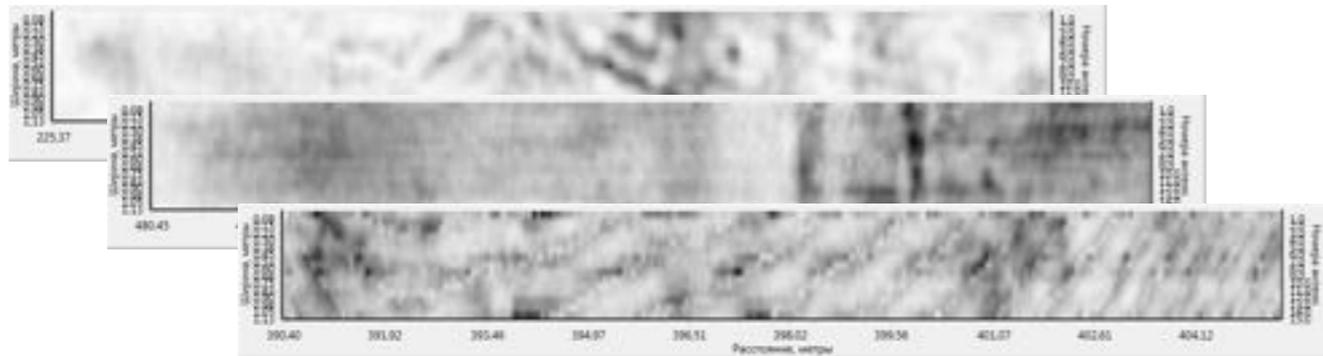
# Автоматизация сбора данных на больших площадях



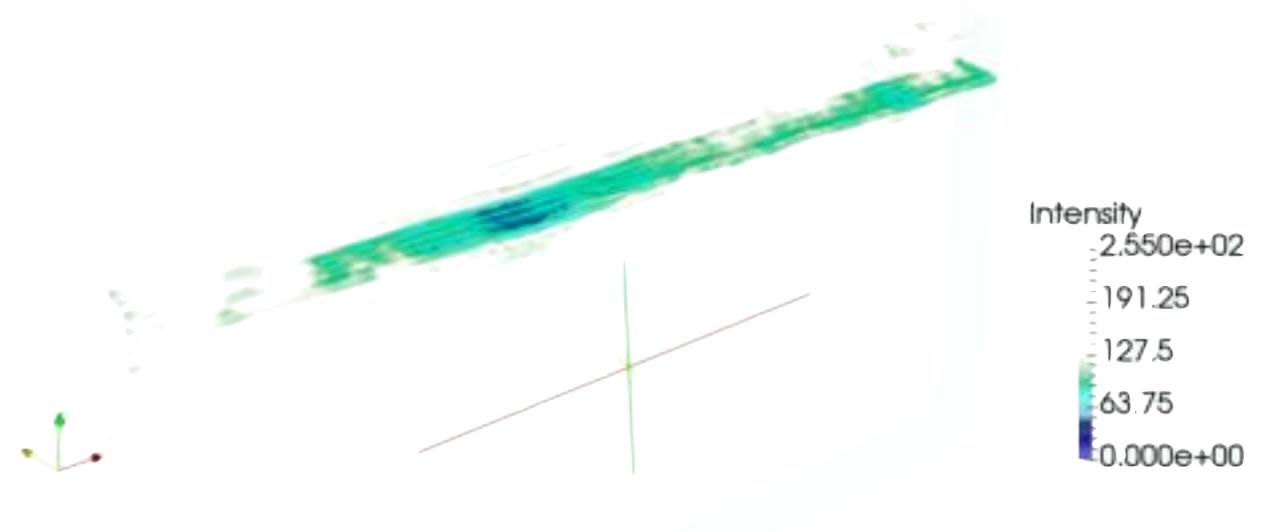
# Пример визуализации результата сканирования дороги



# Представление данных в виде дорожных карт по ширине сканирования, глубинных радарограмм, а также трехмерного массива данных (облако точек)



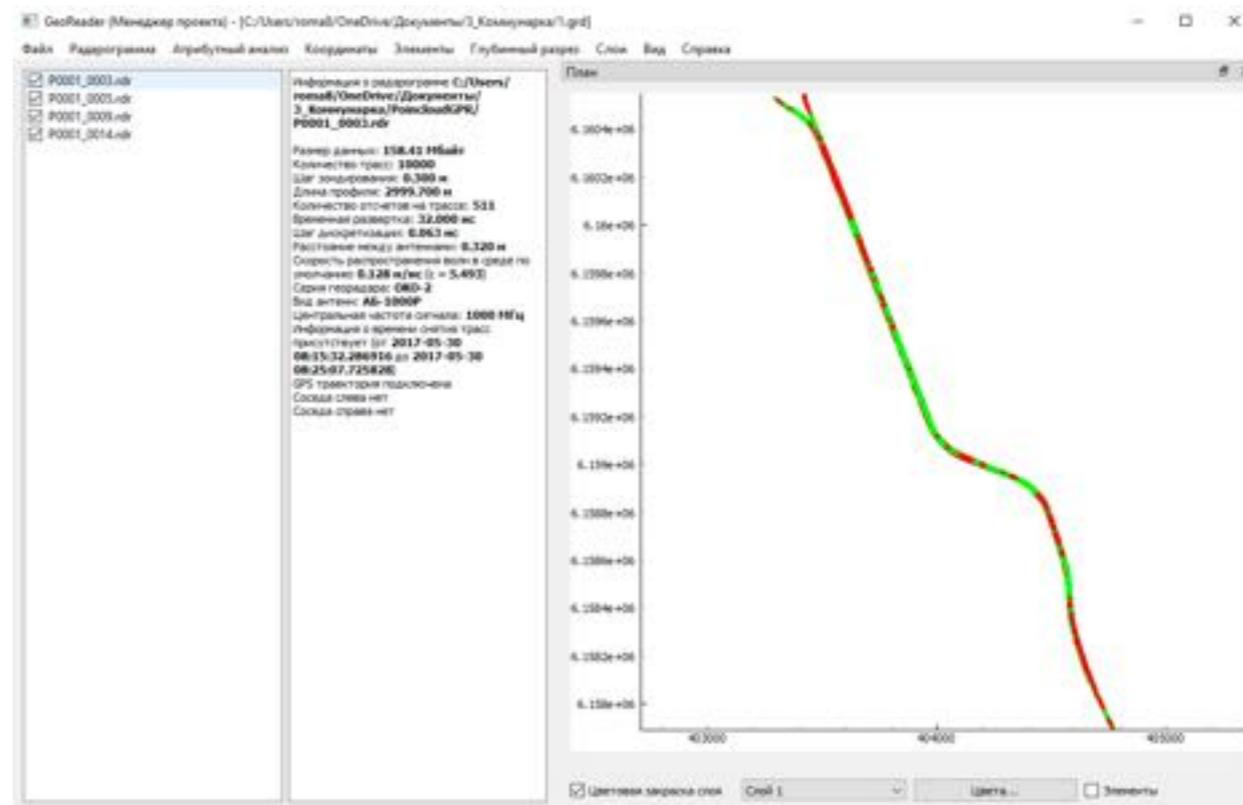
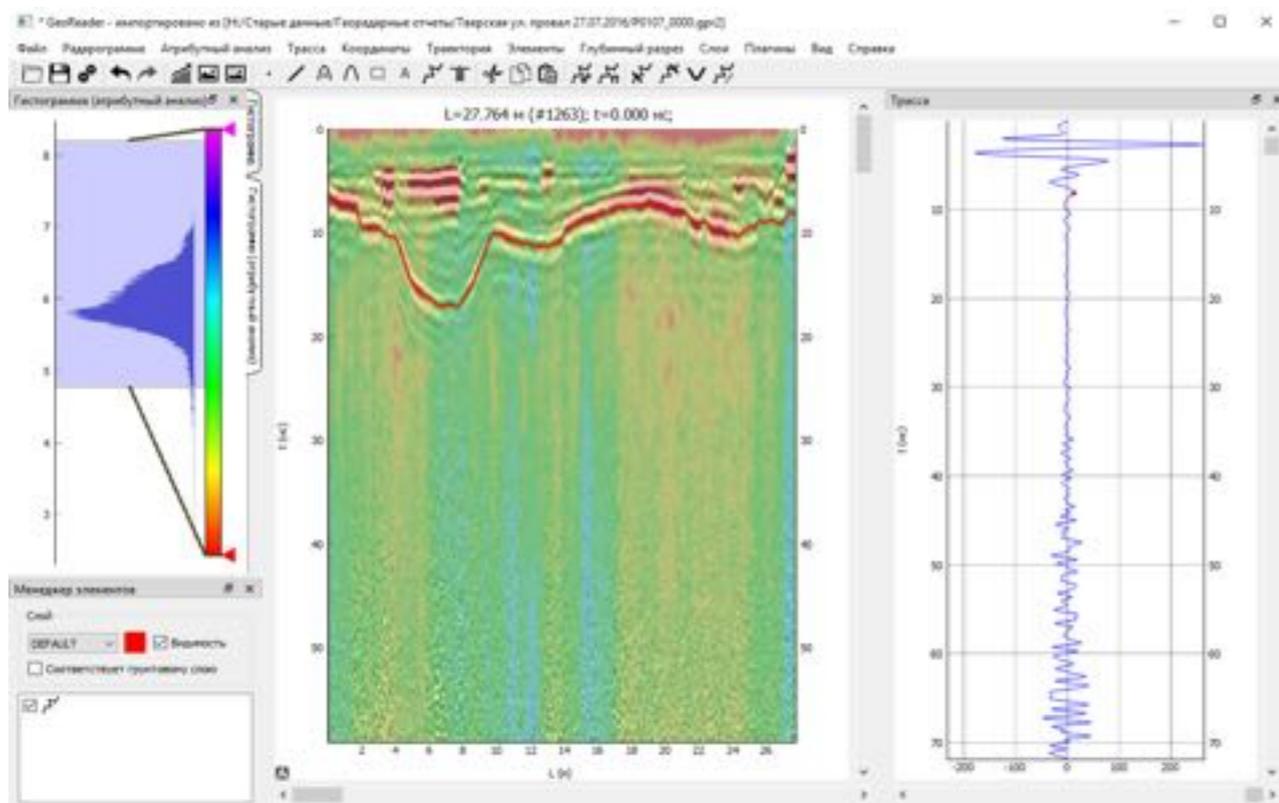
применение алгоритма радиоволнового томосинтеза



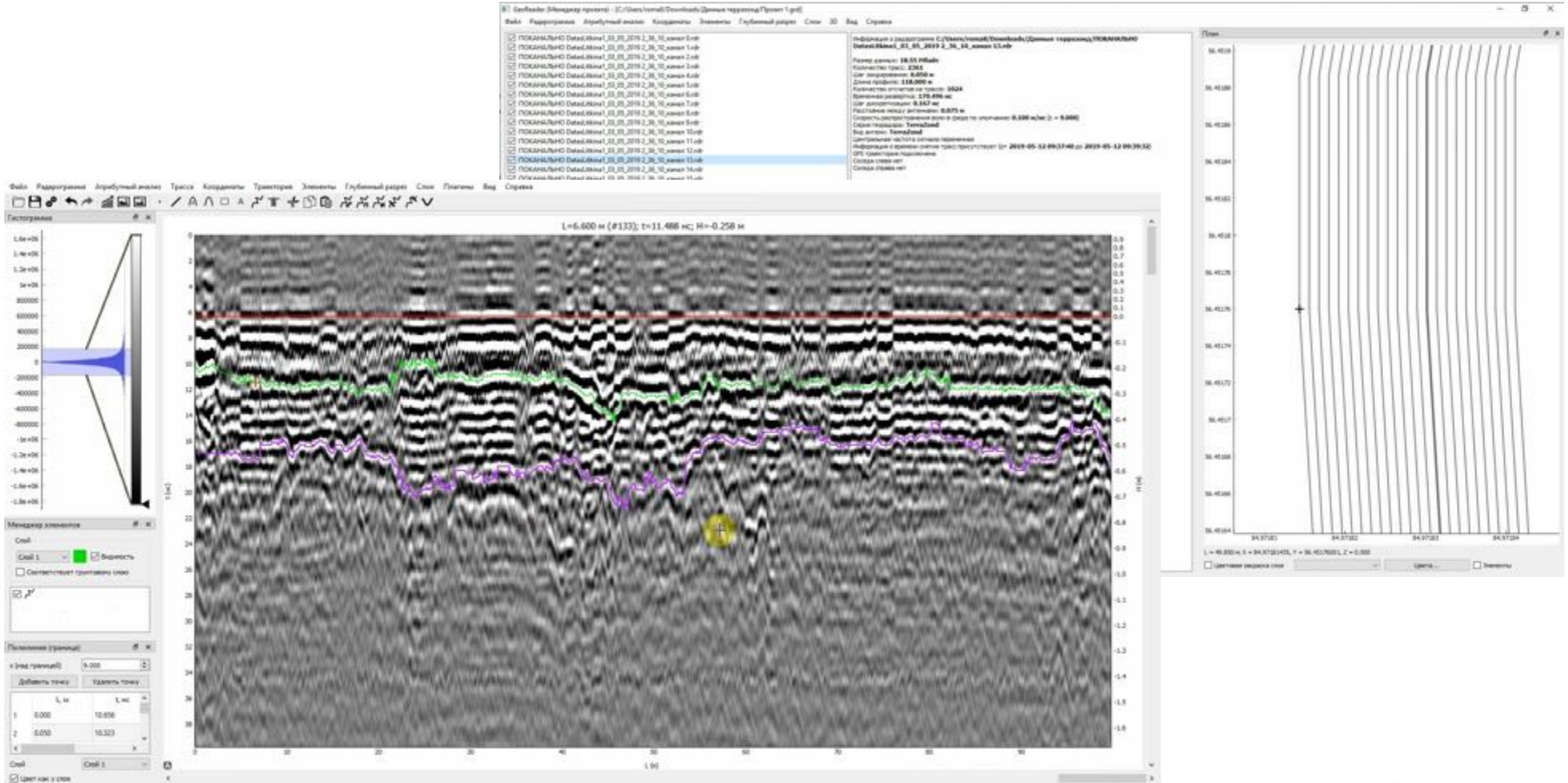
Выделение границы основания асфальтобетона

# Автоматизированное выявление нарушений программным комплексом GeoReader

## Автопоиск просадок и отображение их на карте



# Пакетная обработка радарограмм георадиотомографа ГРТ-2Х



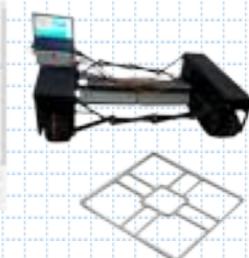
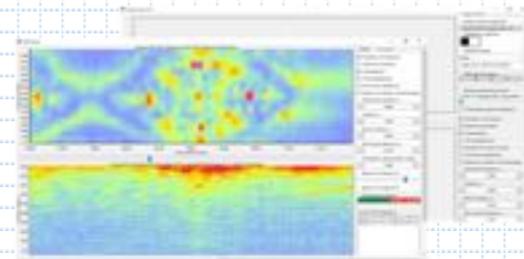
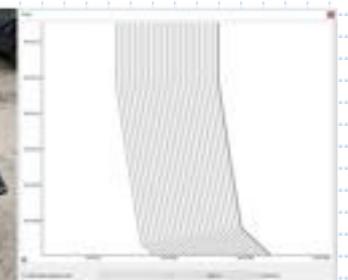
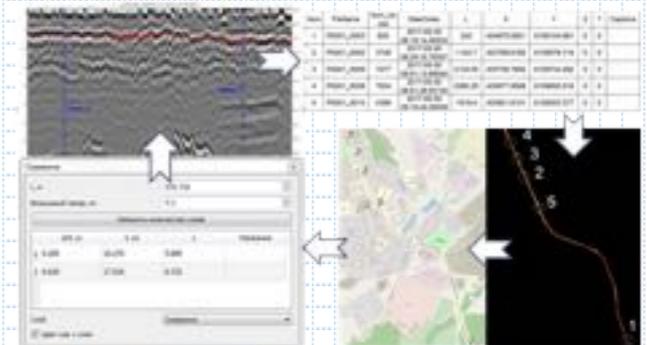
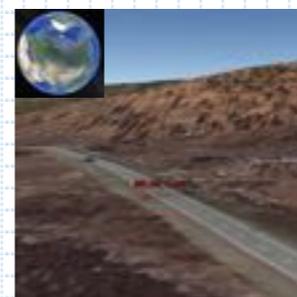
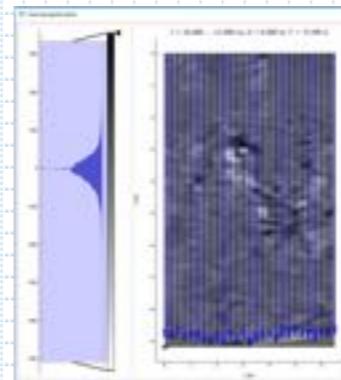
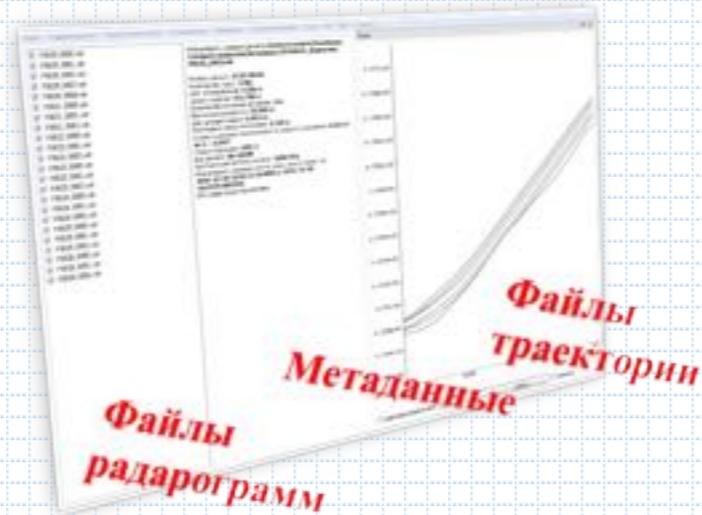
# GeoReader

Программа для автоматизированной обработки больших объемов георадарных данных

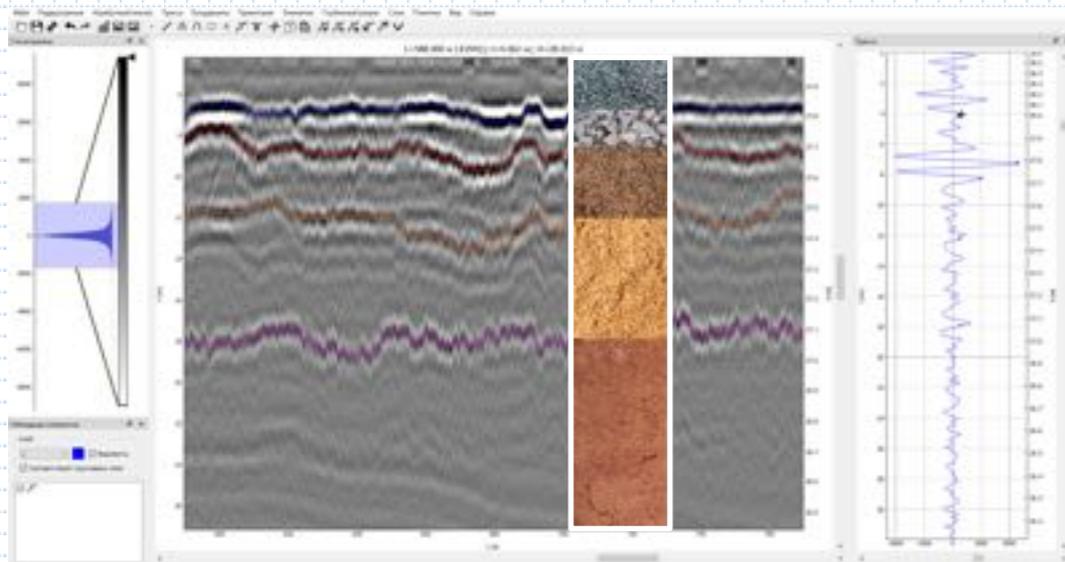
## Ключевые особенности

- ❖ Поддержка данных различных георадаров
- ❖ Повышение автоматизации процесса обработки
- ❖ Повышение качества интерпретации путем анализа избыточной информации
- ❖ Открытость данных и свободный обмен с другим ПО
- ❖ Обеспечение геопространственной привязки в системе координат проекта
- ❖ Обеспечение решения прикладных инженерных задач на основании геофизического метода непрофильными специалистами

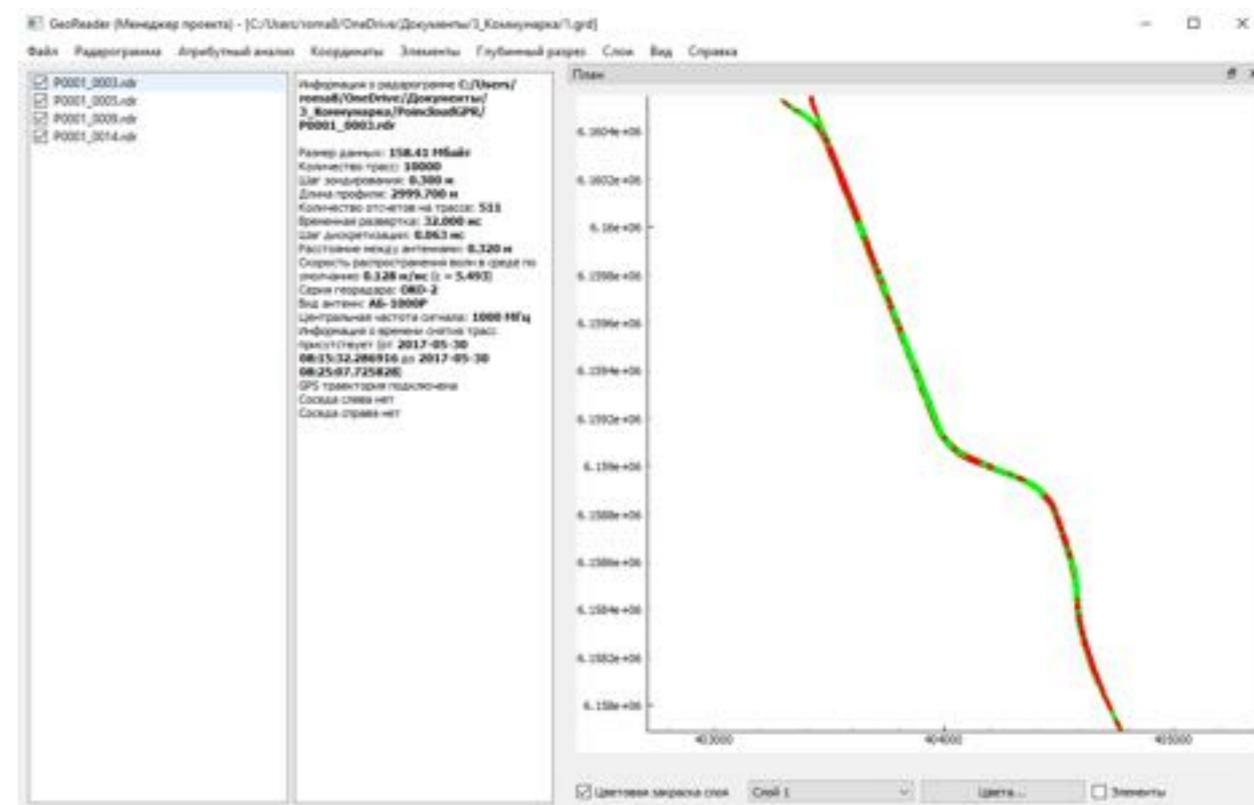
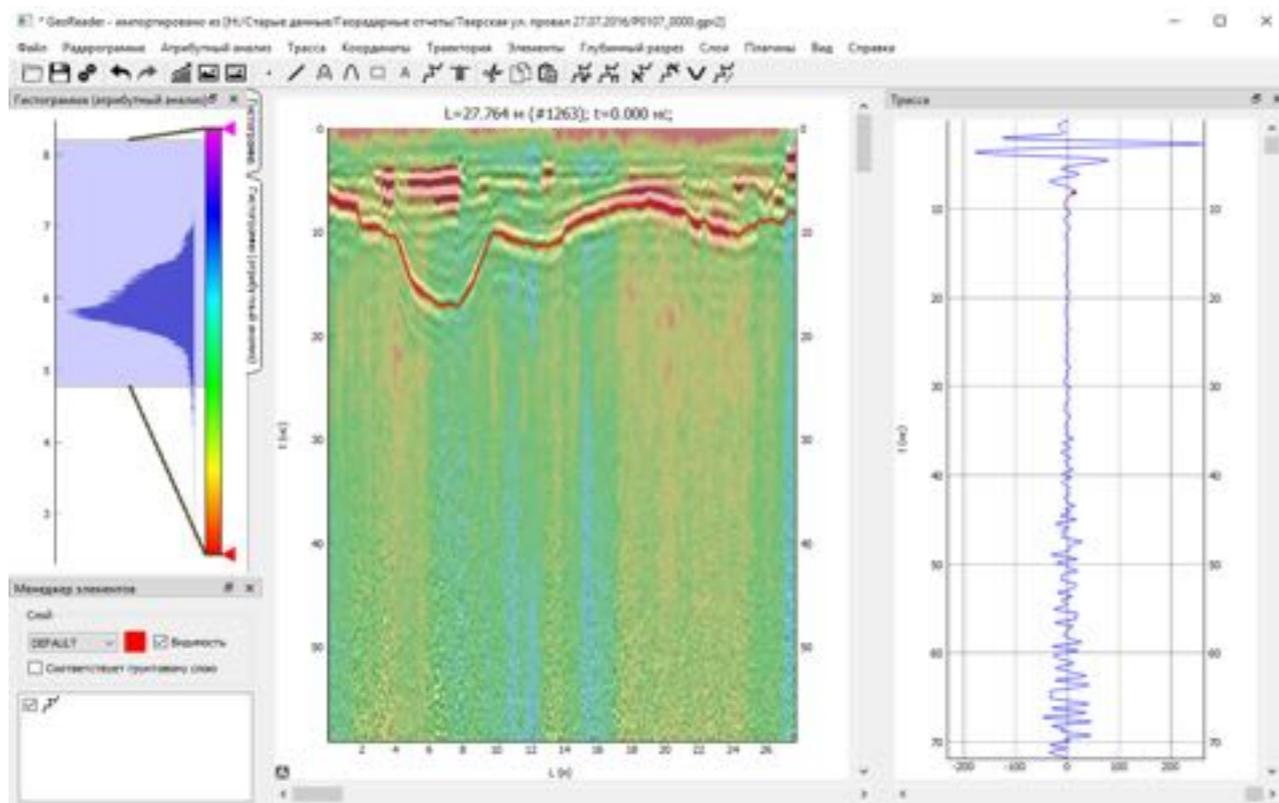
## Модуль GeoReader Project



GeoReaderProject Менеджер проекта	GeoReader	Поддерживаемые производители
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Импорт/экспорт данных</li> <li>✓ Пакетная работа с файлами</li> <li>✓ Геодезическая привязка данных</li> <li>✓ Построение 3D-радарограмм</li> <li>✓ Визуализация плана с распределением толщин вдоль трека</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Создание модели слоев</li> <li>✓ Автоматизированное определение толщины асфальтобетона</li> <li>✓ Атрибутный анализ</li> <li>✓ Создание модели скважин</li> <li>✓ Экспорт в САПР и ГИС</li> <li>✓ Метод ОГТ (ОСТ)</li> </ul>	<p>Отечественные</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ВНИИСМИ (txt)</li> <li>✓ ЛОГИС-ГЕОТЕХ (GPR, GPR2)</li> <li>✓ Терразонд (TRZ)</li> </ul> <p>Зарубежные</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ GSSI (DZR)</li> <li>✓ Sensors&amp;Software (DT1)</li> <li>✓ Mala (RD3)</li> <li>✓ Radar systems (SGY)</li> </ul>

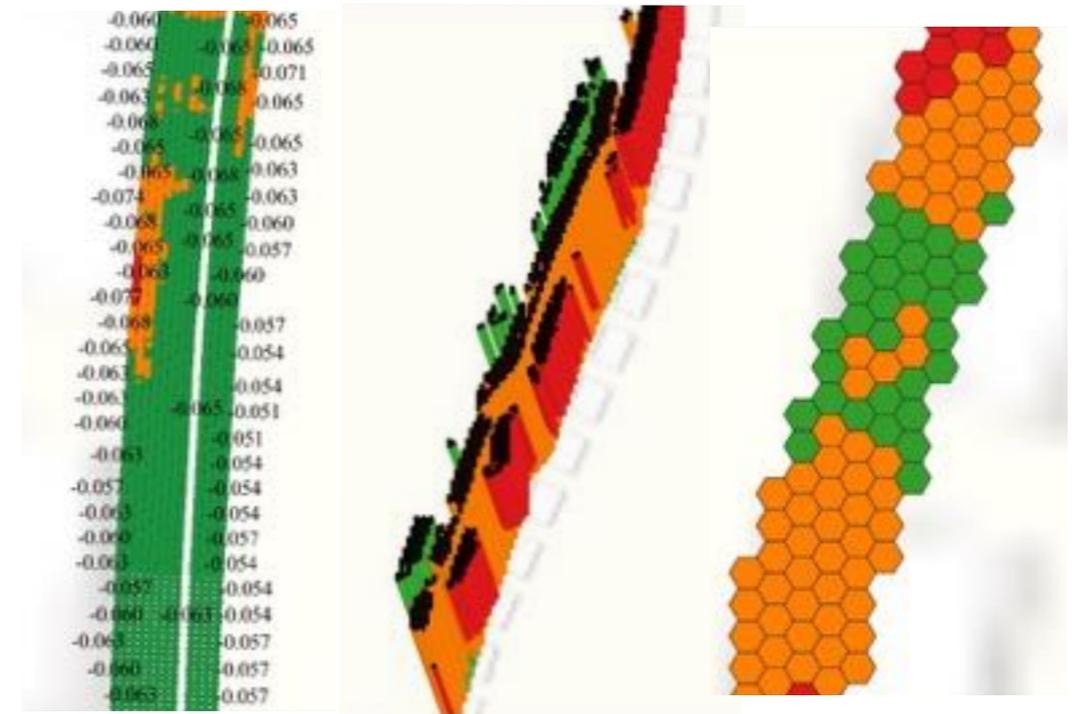
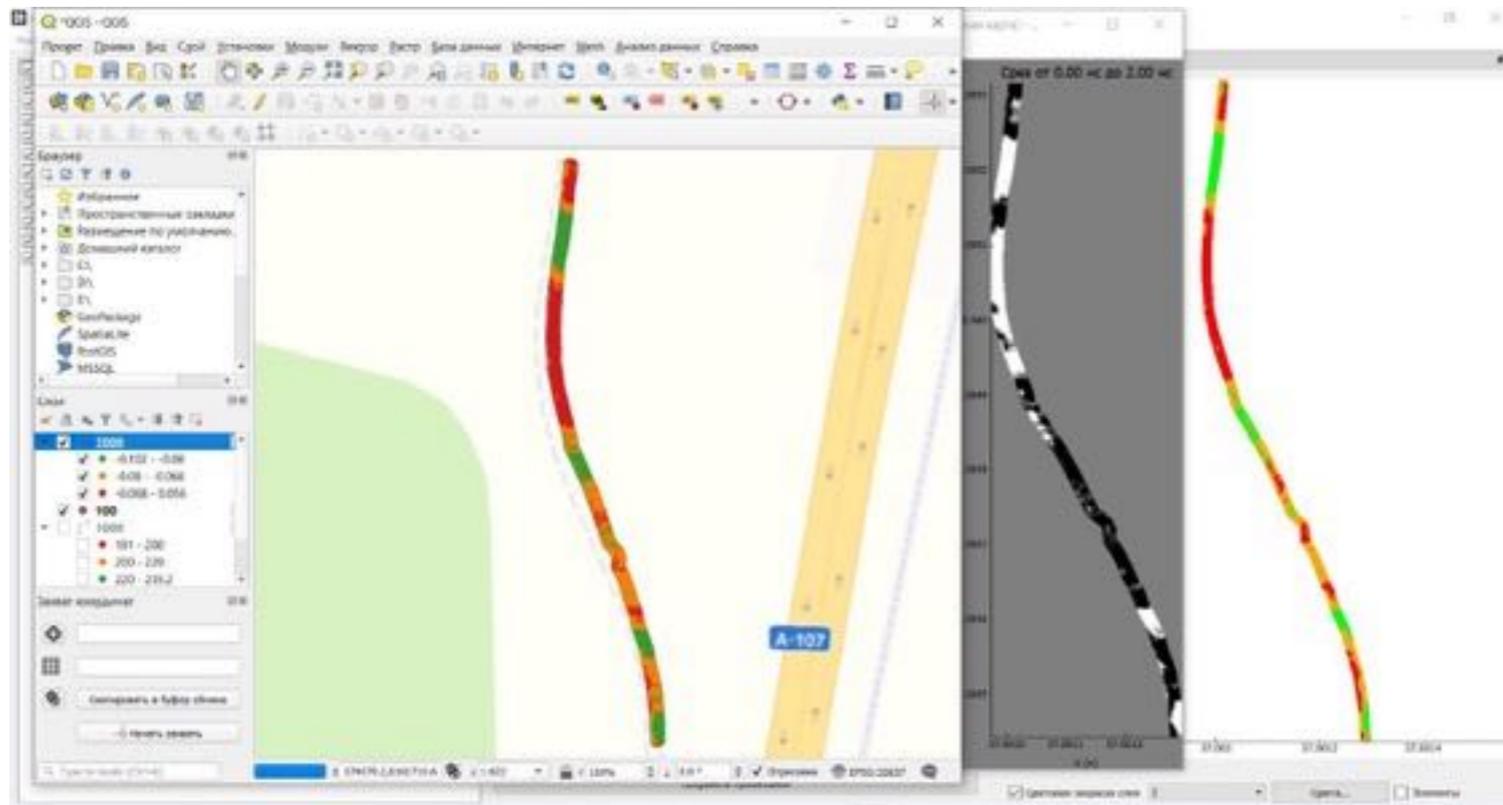


# Автоматизированное выявление нарушений программным комплексом GeoReader



Автопоиск просадок и отображение их на карте

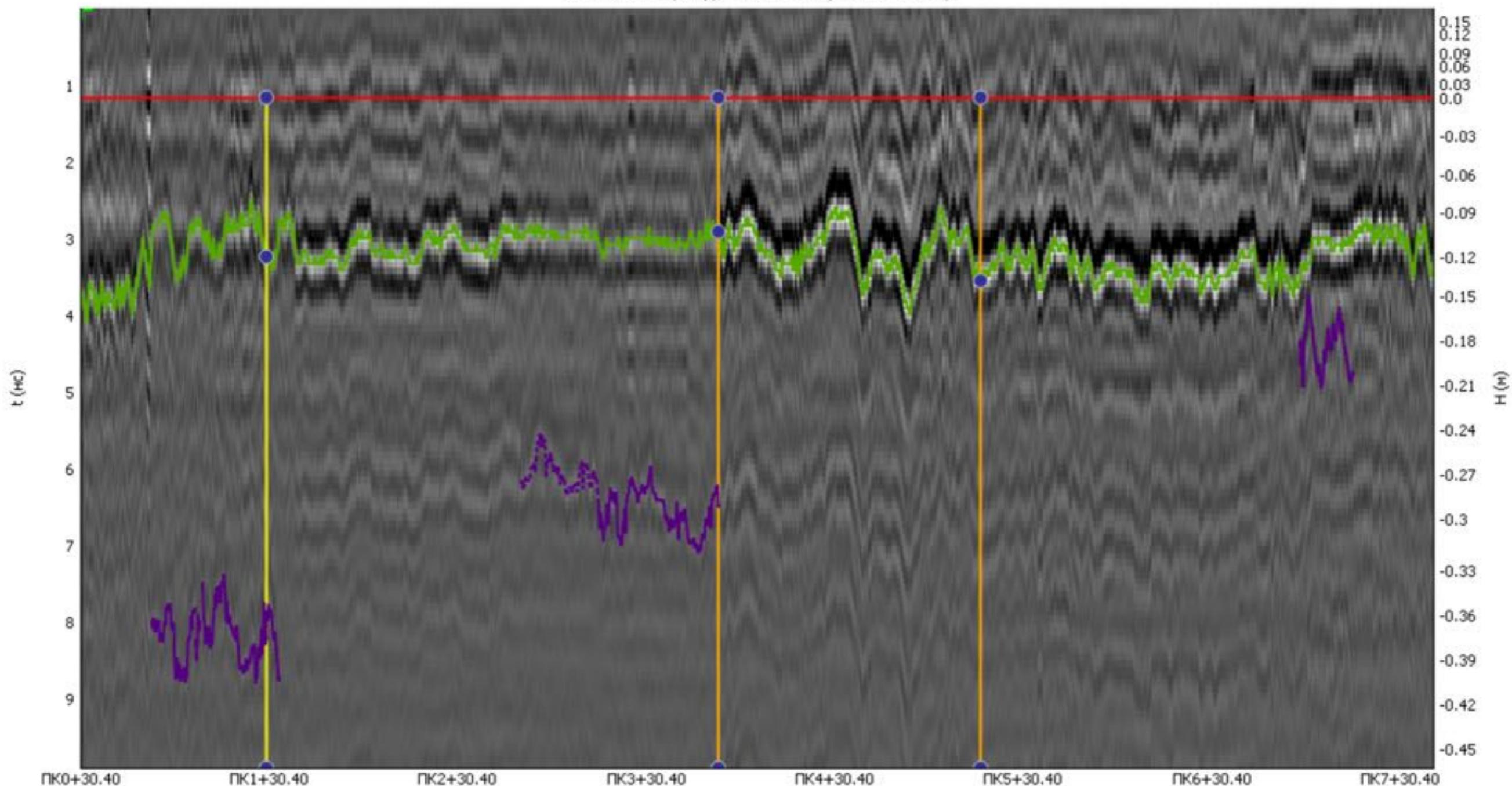
# Возможность импорта результатов обработки в ГИС системы



Пример визуализации в кросс-платформенной геоинформационной системе QGIS

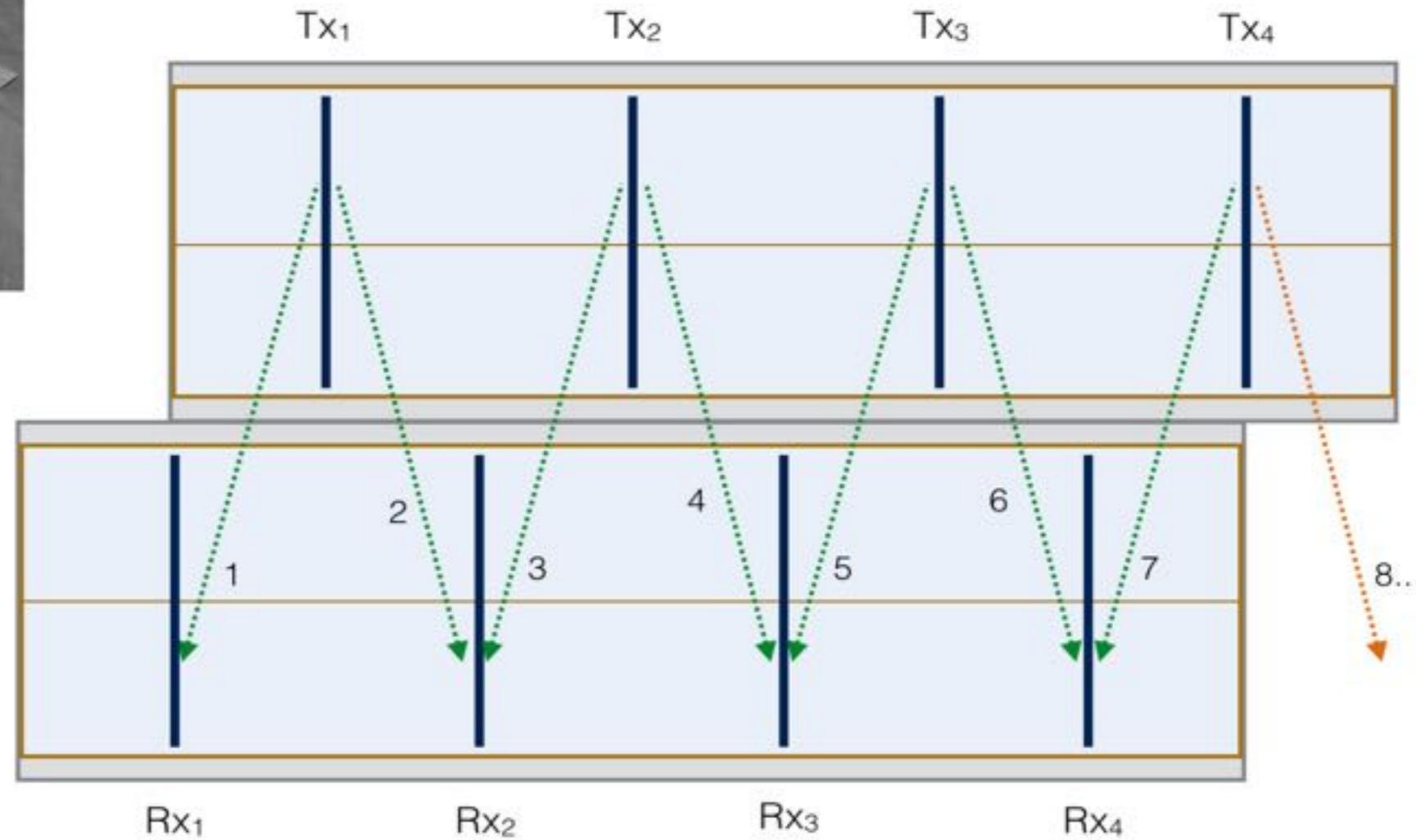
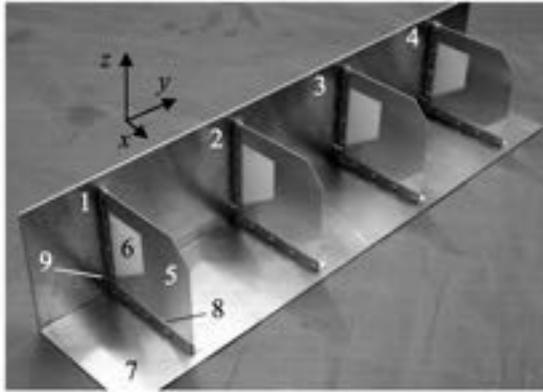
# Метод общей средней точки

L=0.000 м (#1); t=0.000 нс; H=0.171 м;



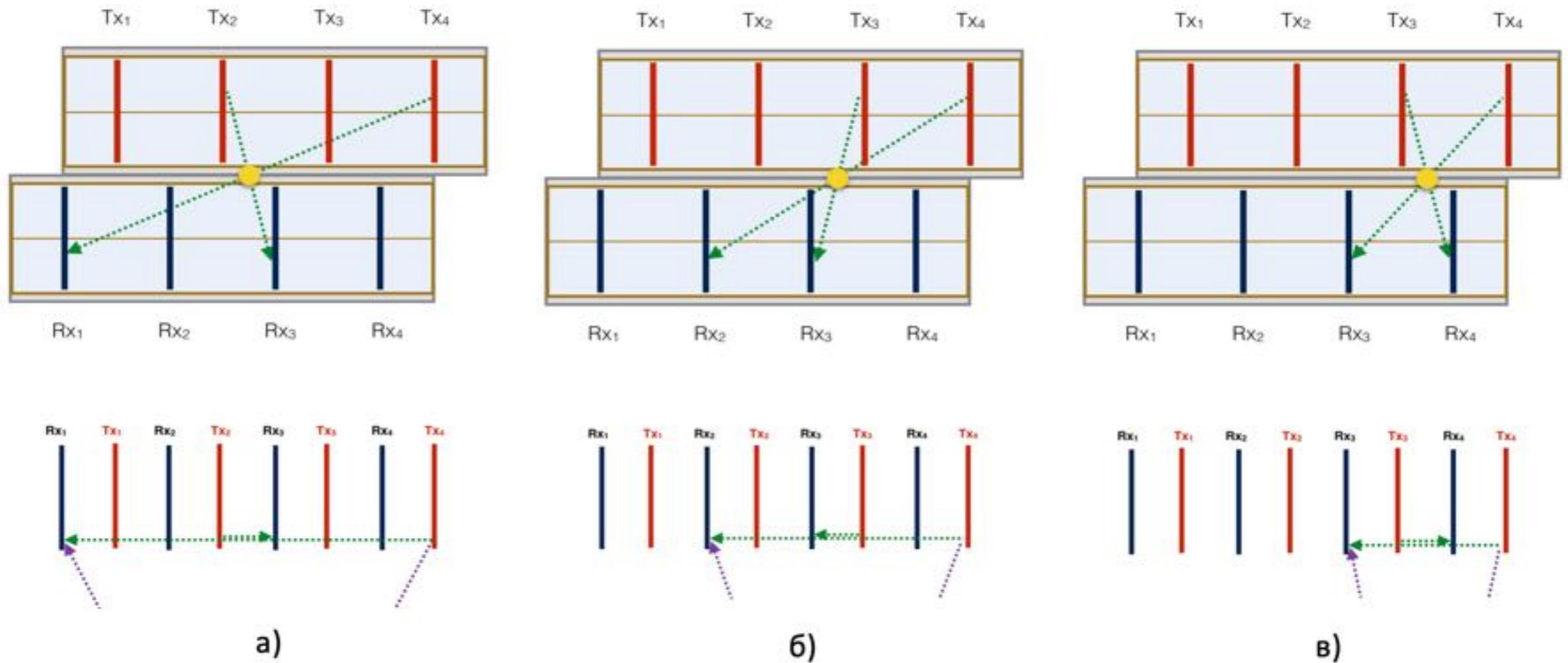
Результат интерпретации радарограммы правого профиля с применением автоматизированного алгоритма поиска границы в программном пакете GeoReader

# Метод общей средней точки



Варианты коммутаций антенных пар для стандартного режима.

# Метод общей средней точки



Варианты коммутаций пар антенн режима ОСТ:  
а)  $Tx_2Rx_3 - Tx_4Rx_1$ , б)  $Tx_3Rx_3 - Tx_4Rx_2$ , в)  $Tx_3Rx_4 - Tx_4Rx_3$

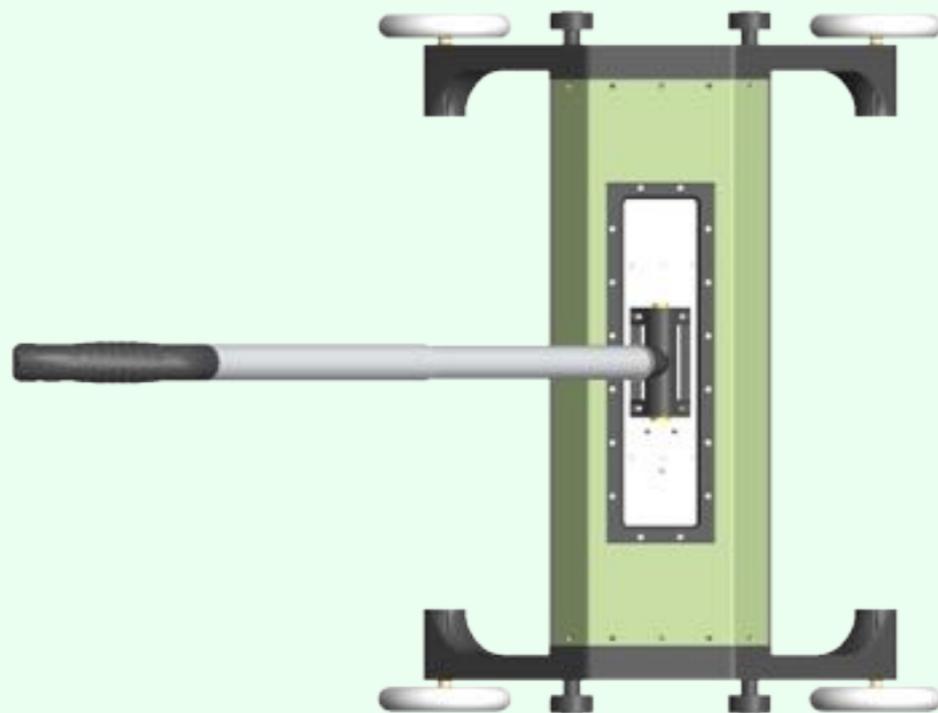
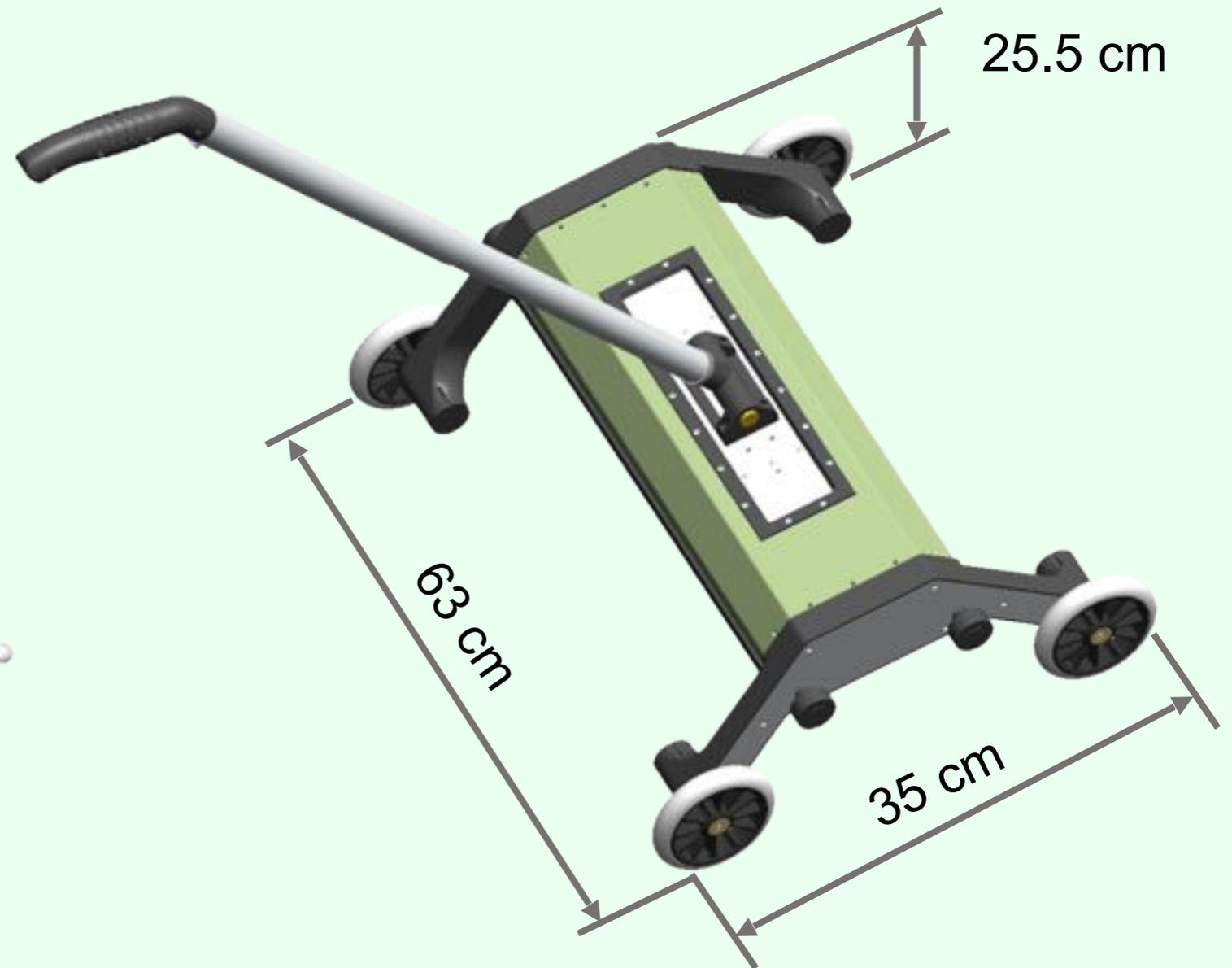
# ГРТ-81

устройство для поиска и визуализации  
скрытых объектов за преградами

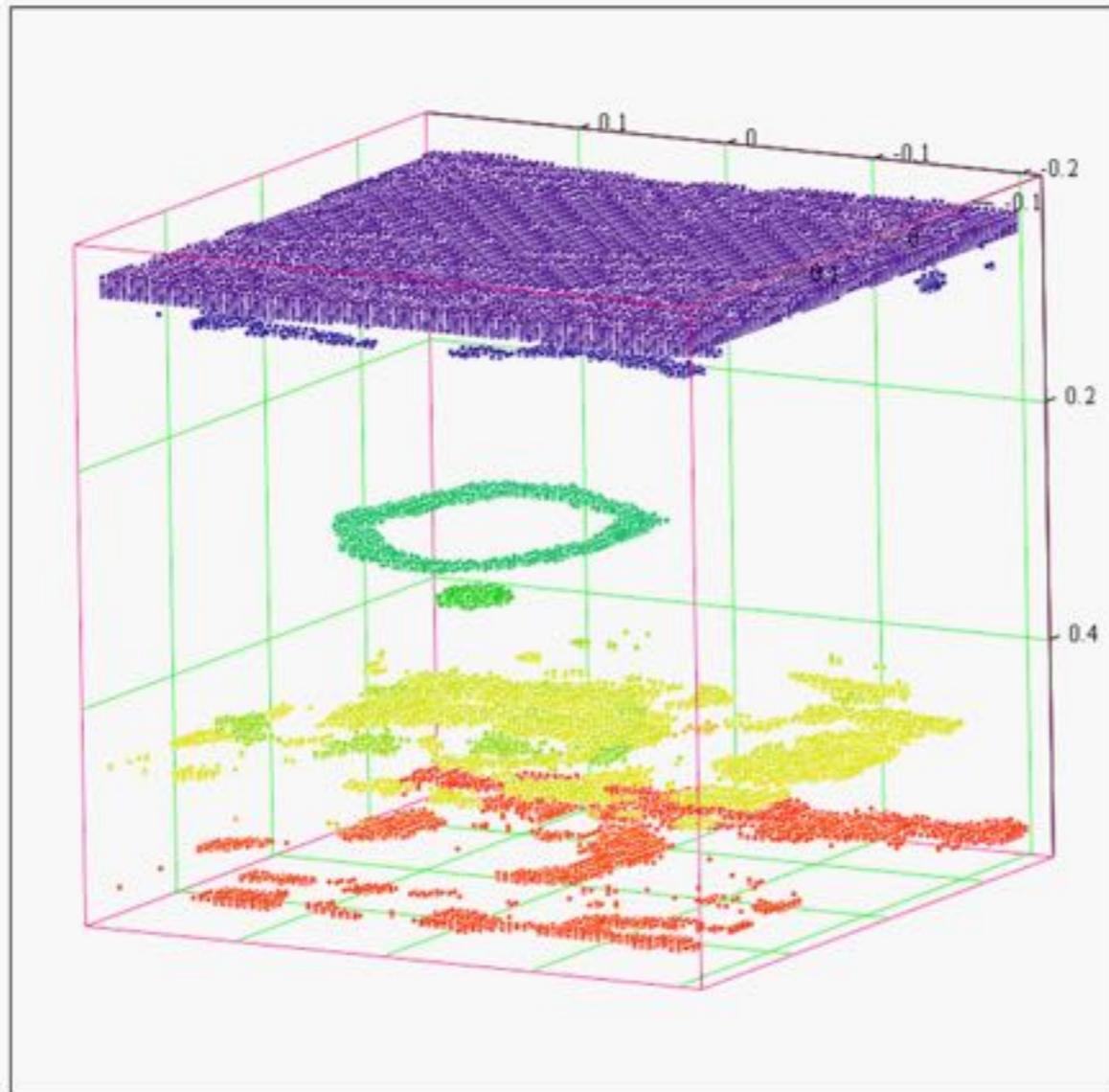


# Основные характеристики устройства

- Глубина зондирования: 1.5 м
- Скорость сканирования: до 5 км/ч
- Разрешающая способность:
  - продольное: 0.5 см
  - поперечное: 1.5 см
- Режим визуализации: 2D/3D
- Габариты: 63x31.5x15.5 см
- Масса: 7 кг



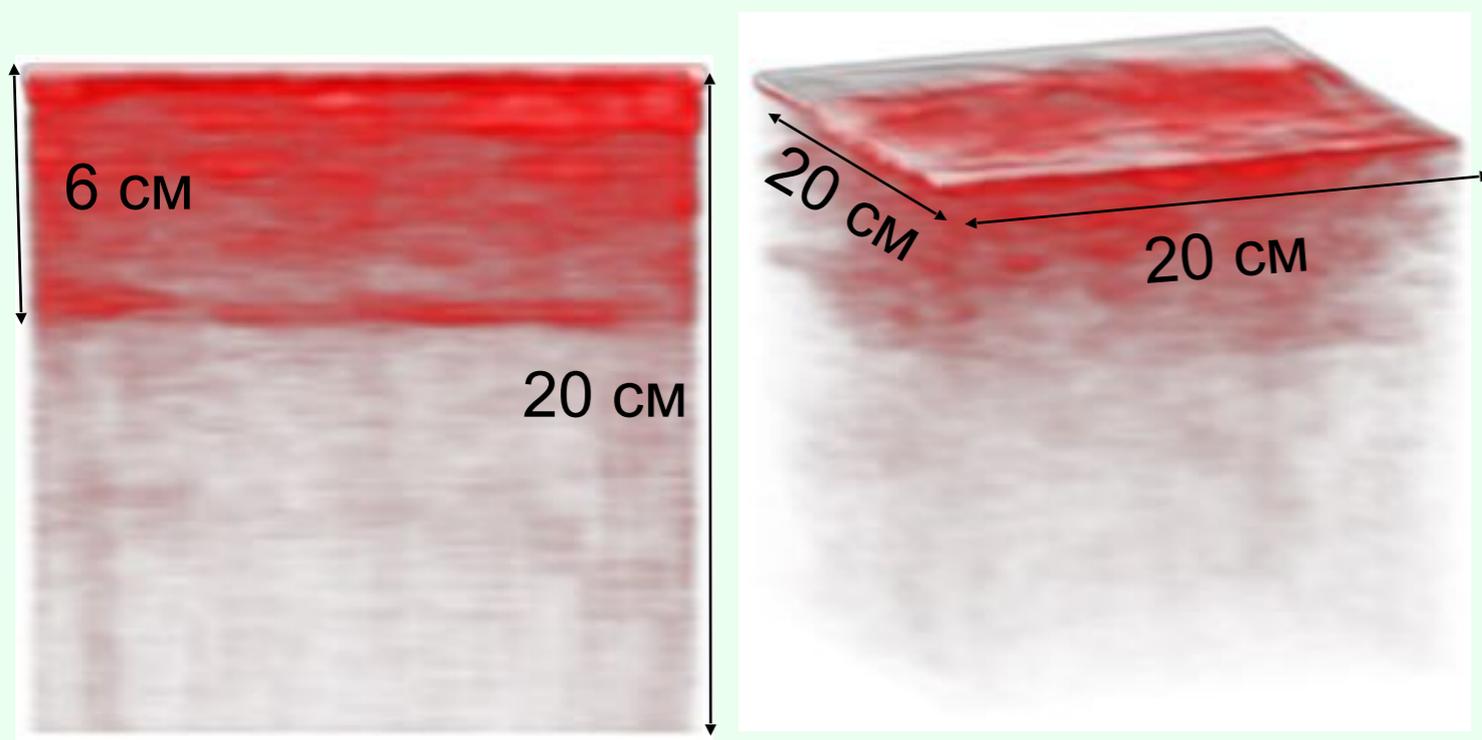
# Возможности, позволяющие визуализировать скрытые объекты



- Обнаружение скрытых объектов за преградами
- Определение формы объекта и глубину залегания
- Двумерная и трехмерная визуализация скрытых объектов

3D-радиоизображение исследуемой области

# Возможности, позволяющие получать количественные характеристики среды

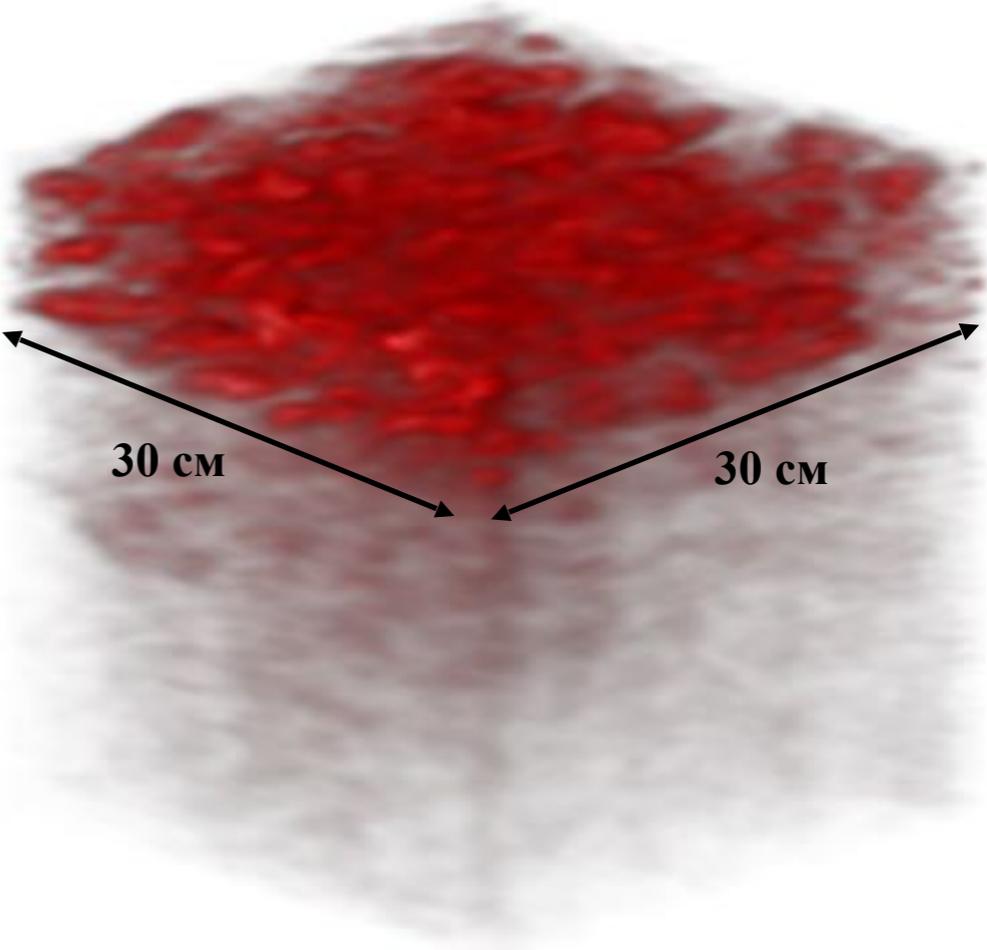
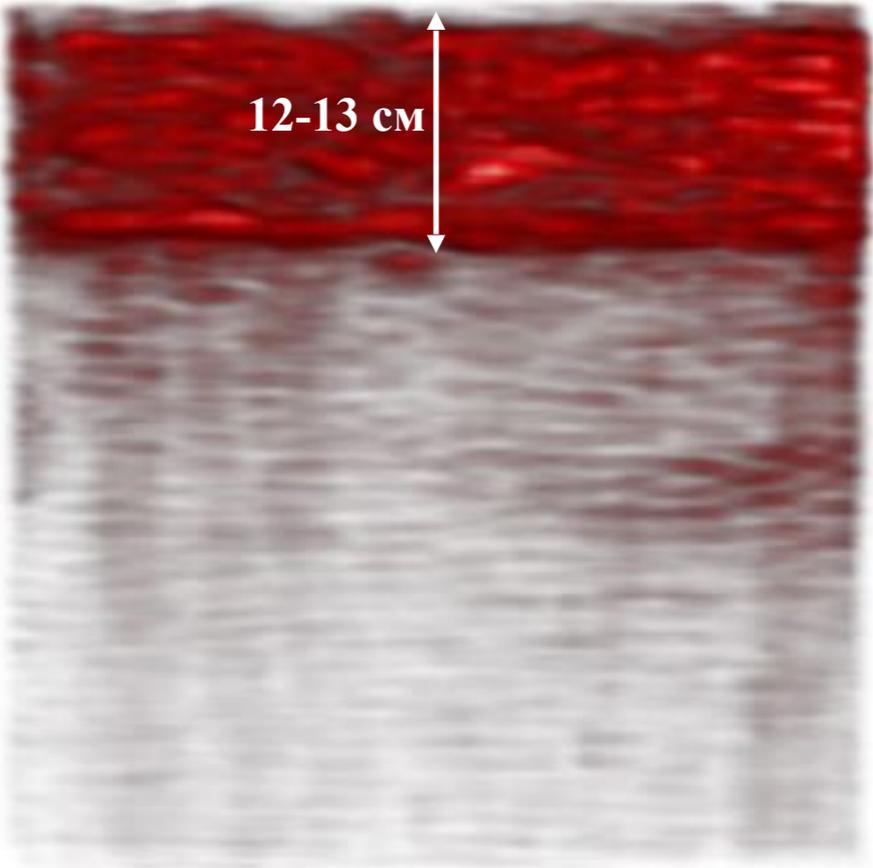
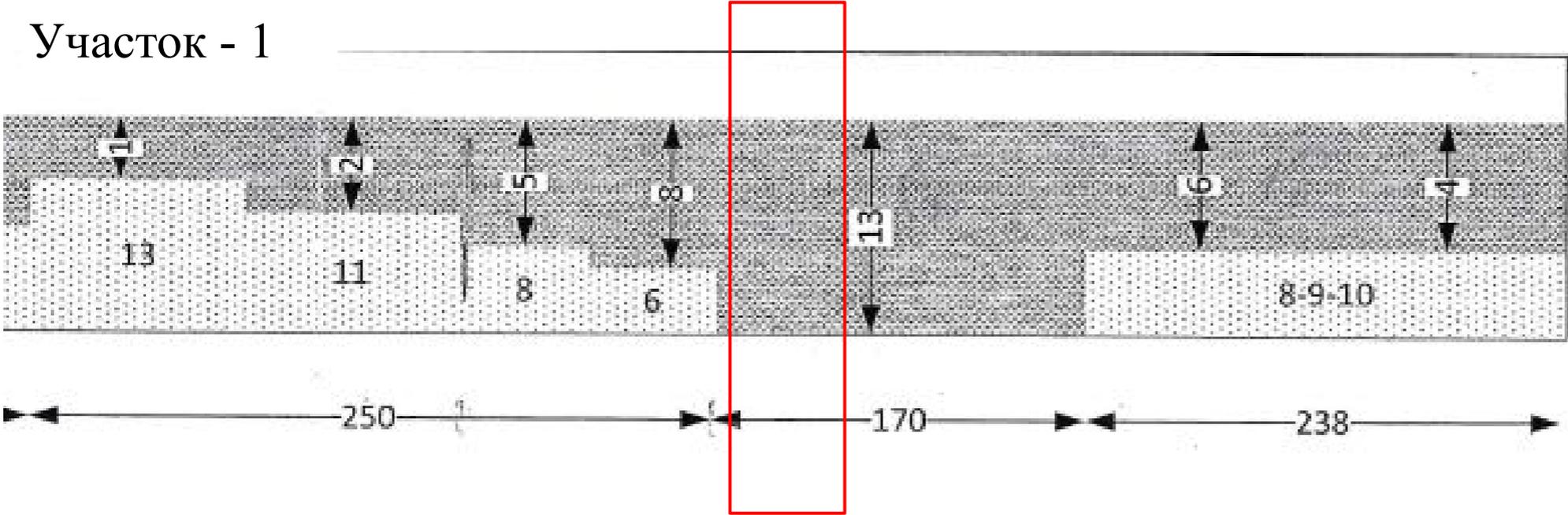


- Определение толщины верхнего слоя многослойной среды (экспертиза автодорожного полотна, археологические исследования)

3D-радиоизображение исследуемой области

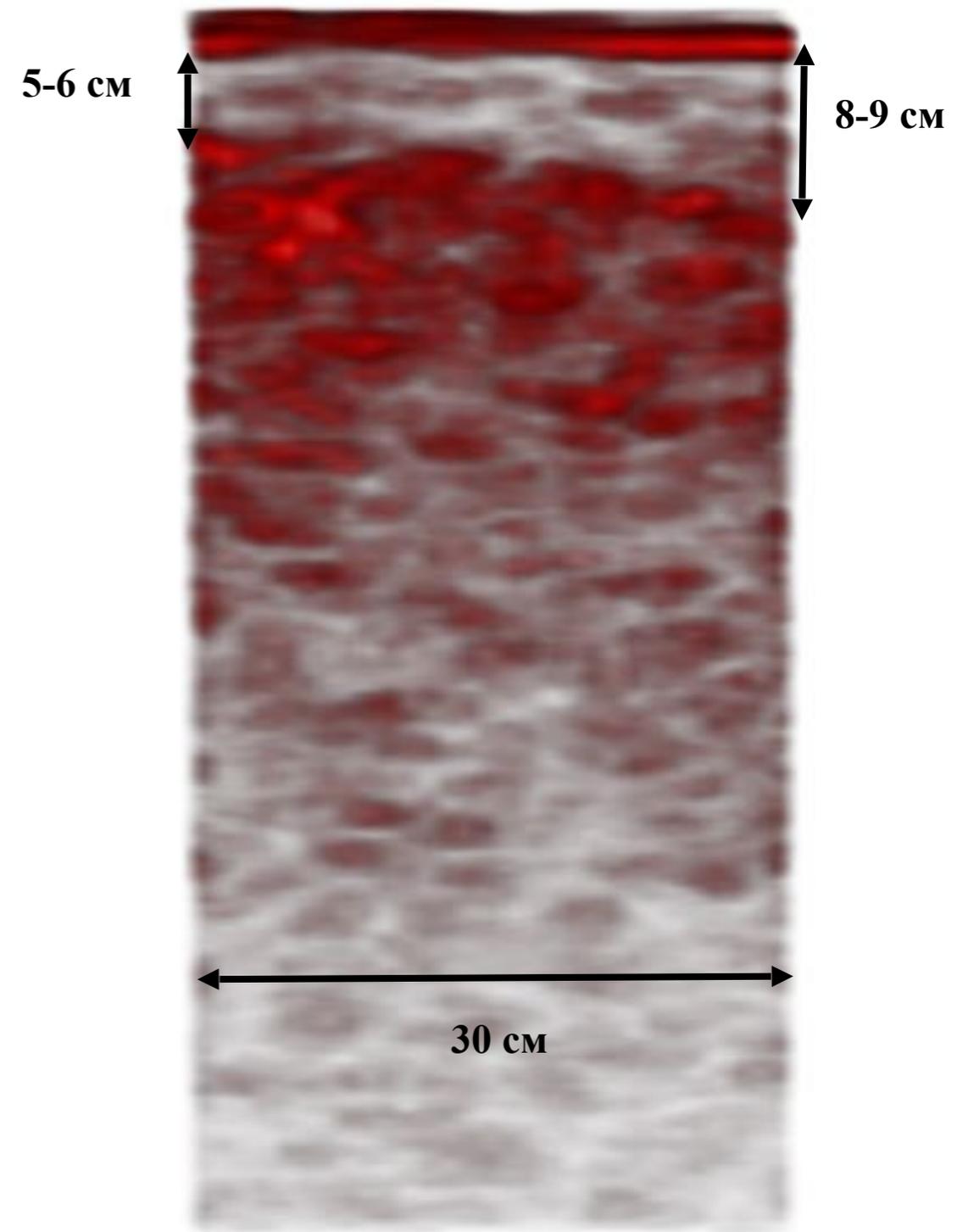
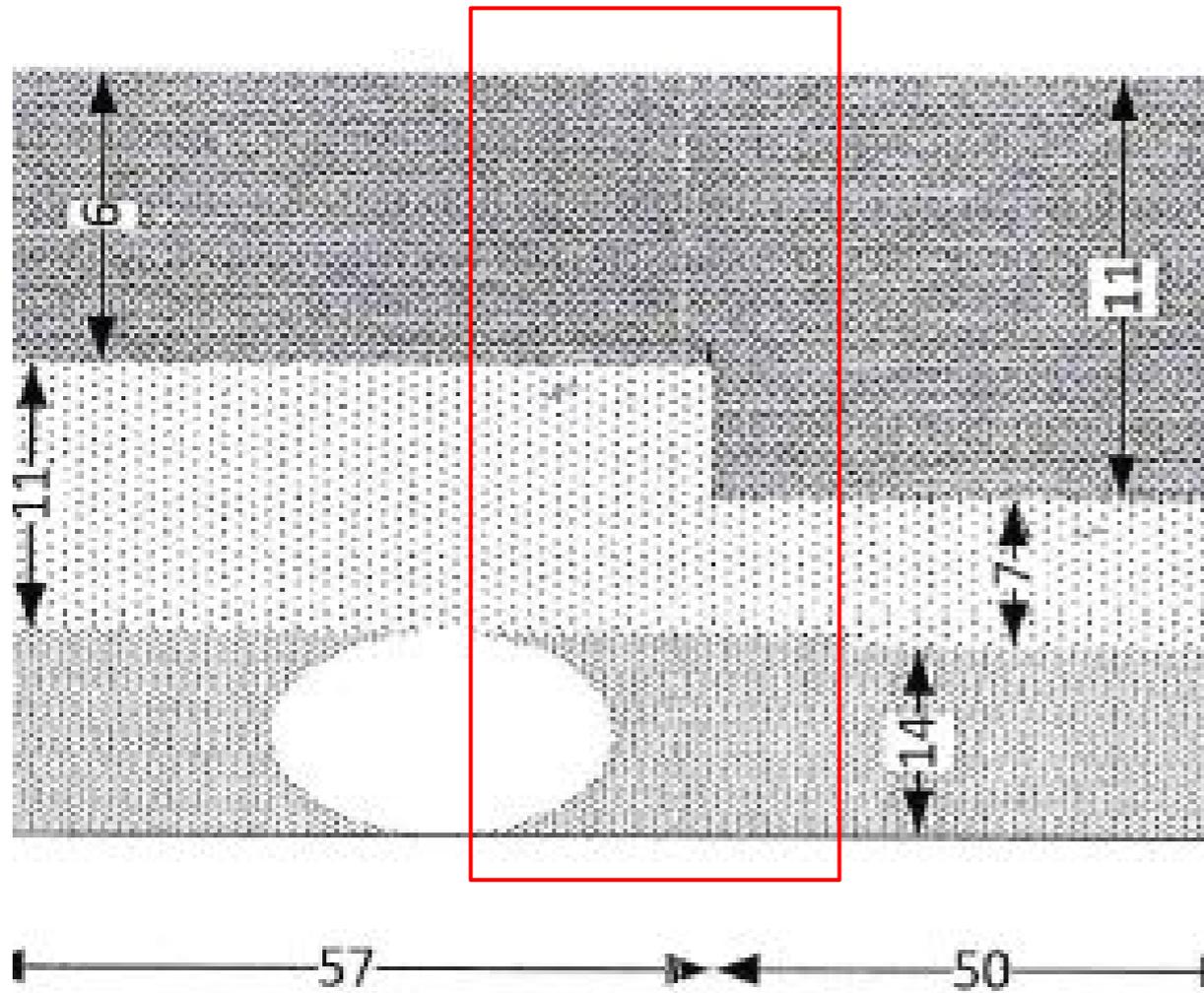
# Тестирование высокочастотного сканера для определения толщины дорожной одежды на специализированном полигоне

Участок - 1



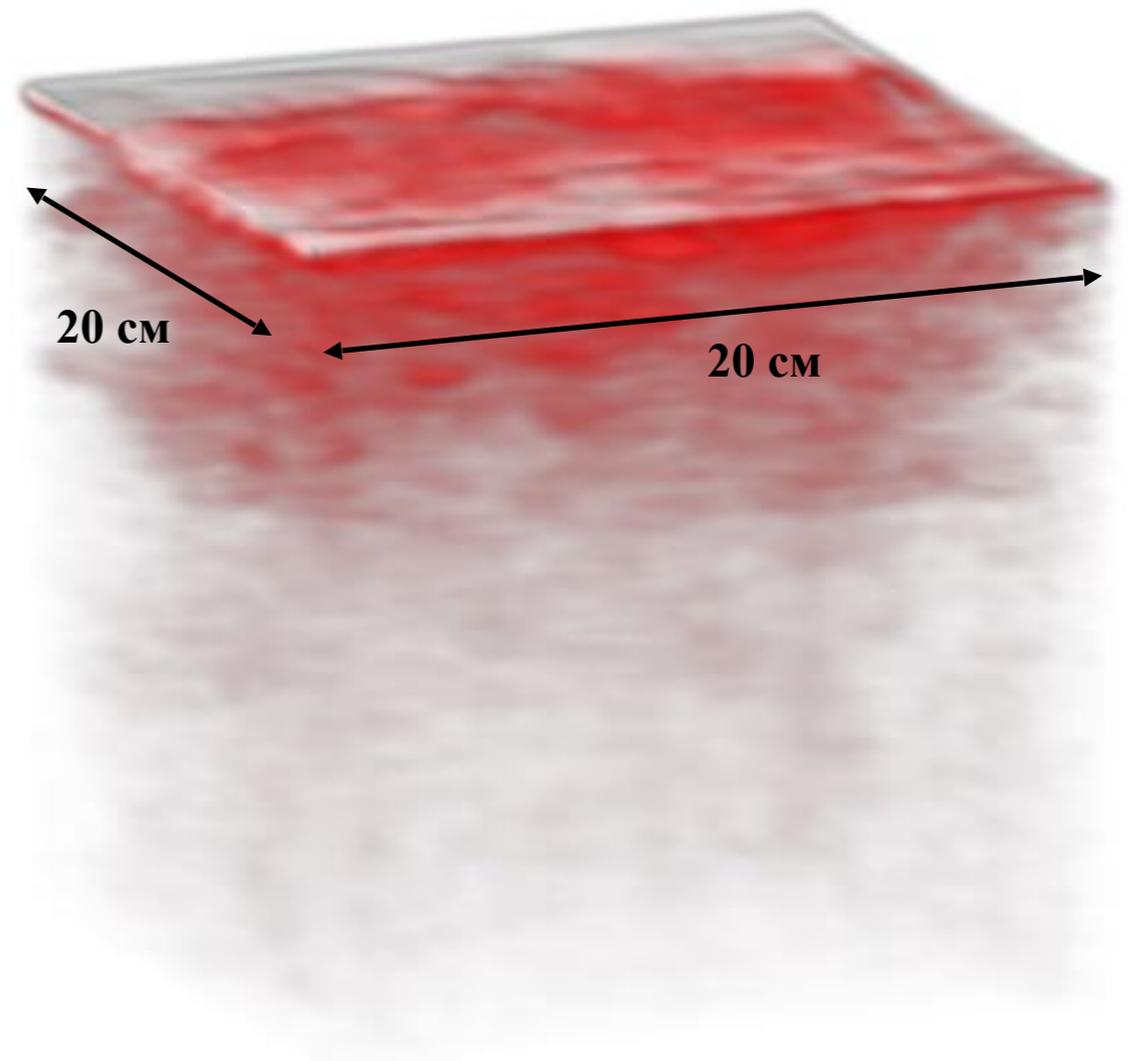
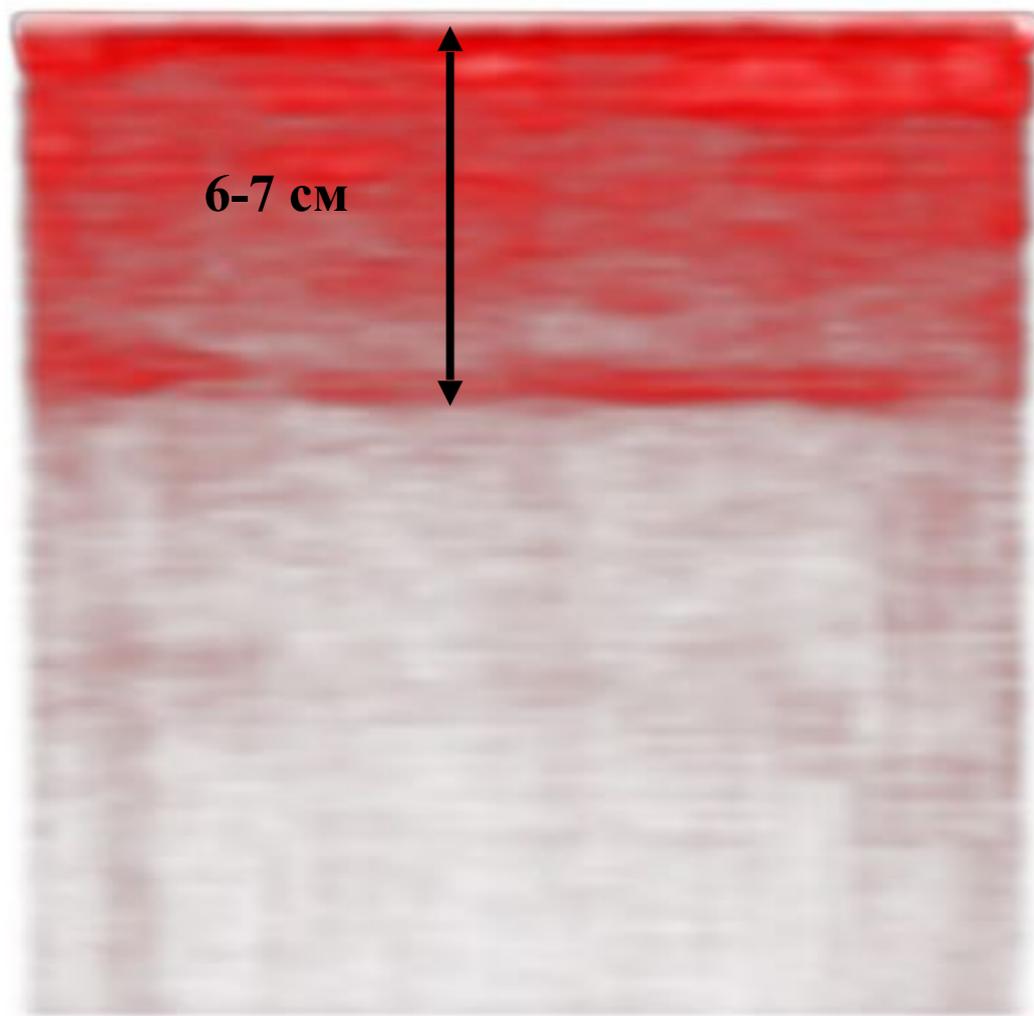
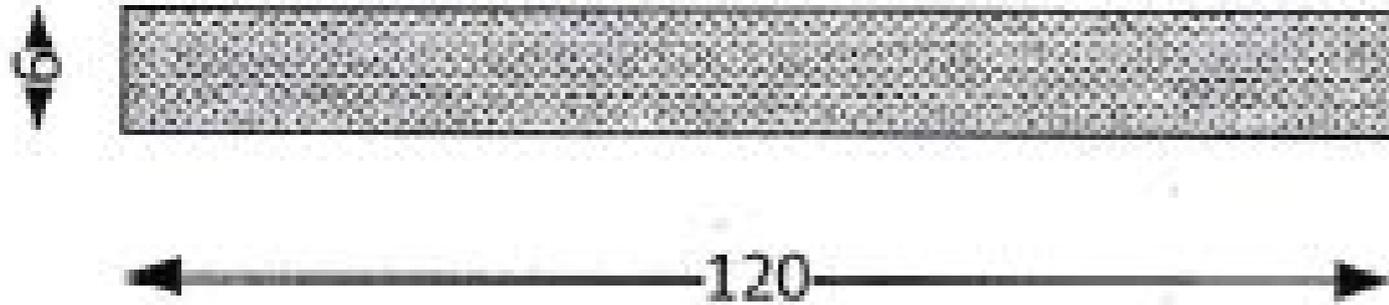
# Тестирование высокочастотного сканера для определения толщины дорожной одежды на специализированном полигоне

Участок - 2



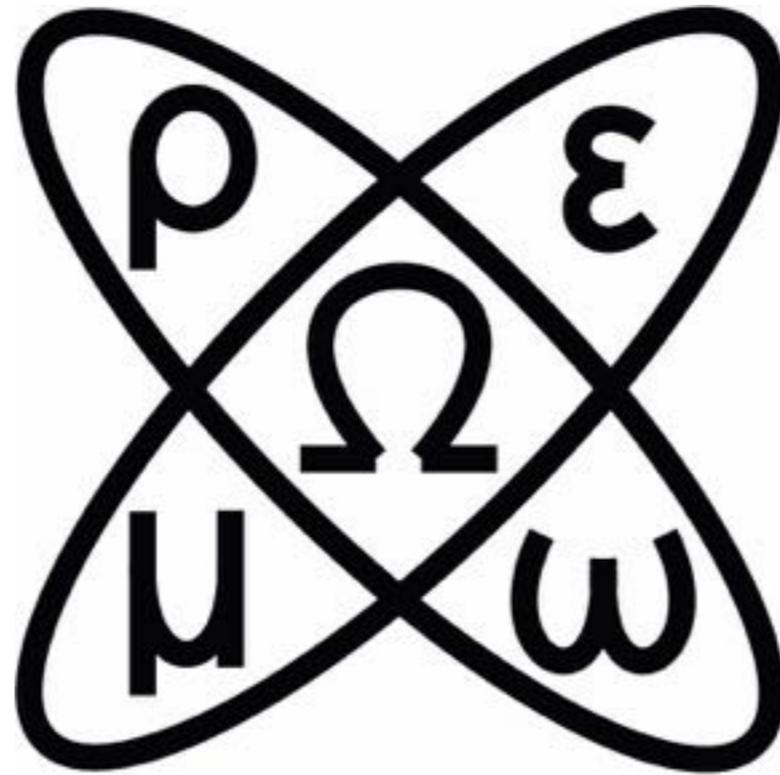
# Тестирование высокочастотного сканера для определения толщины дорожной одежды на специализированном полигоне

Участок - 3



# Электротомография и индукционного профилирования

Конструкторское Бюро  
Электрометрии

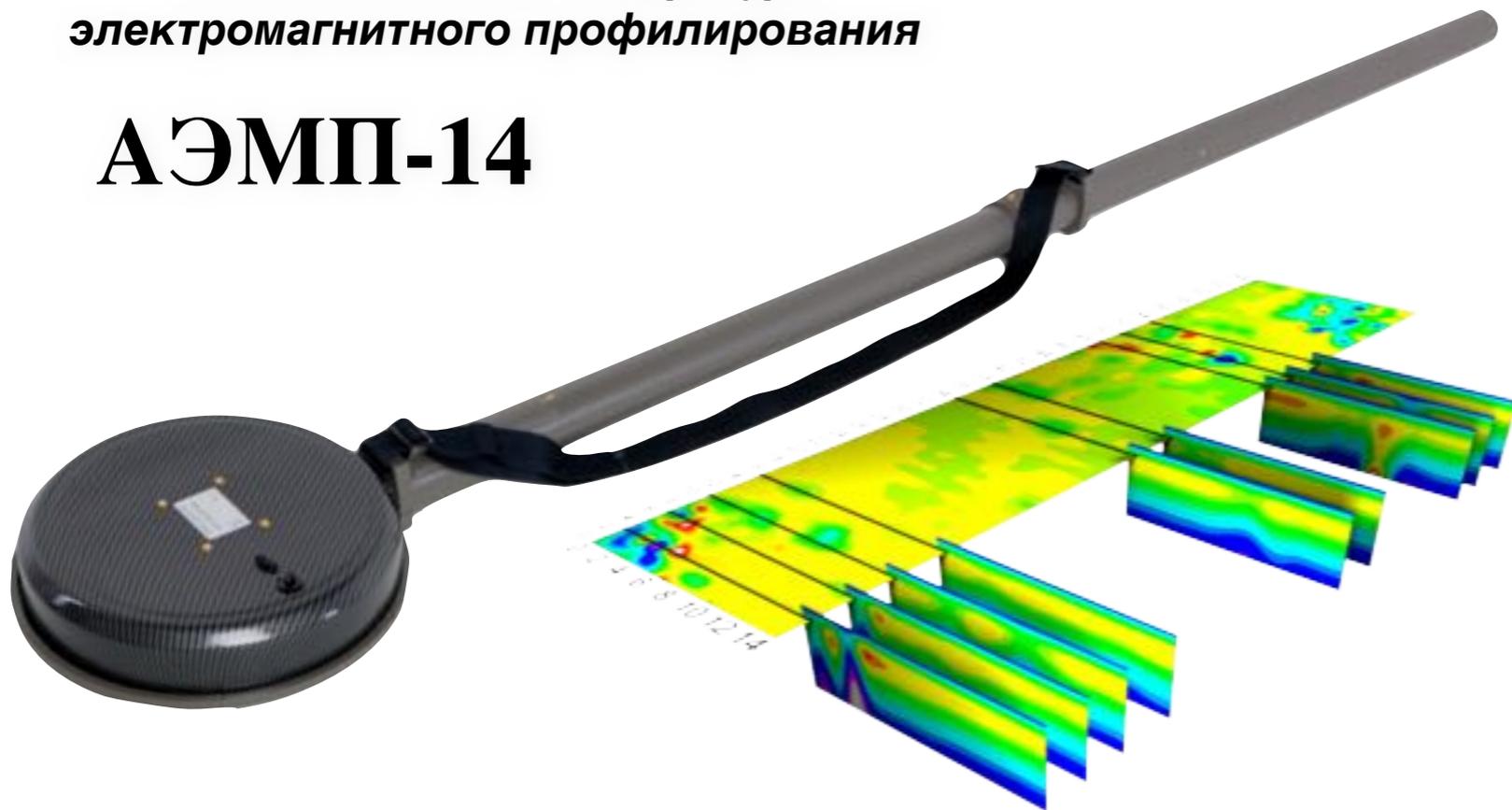


# Область применения геофизического комплекса



**Многочастотная аппаратура  
электромагнитного профилирования**

# АЭМП-14



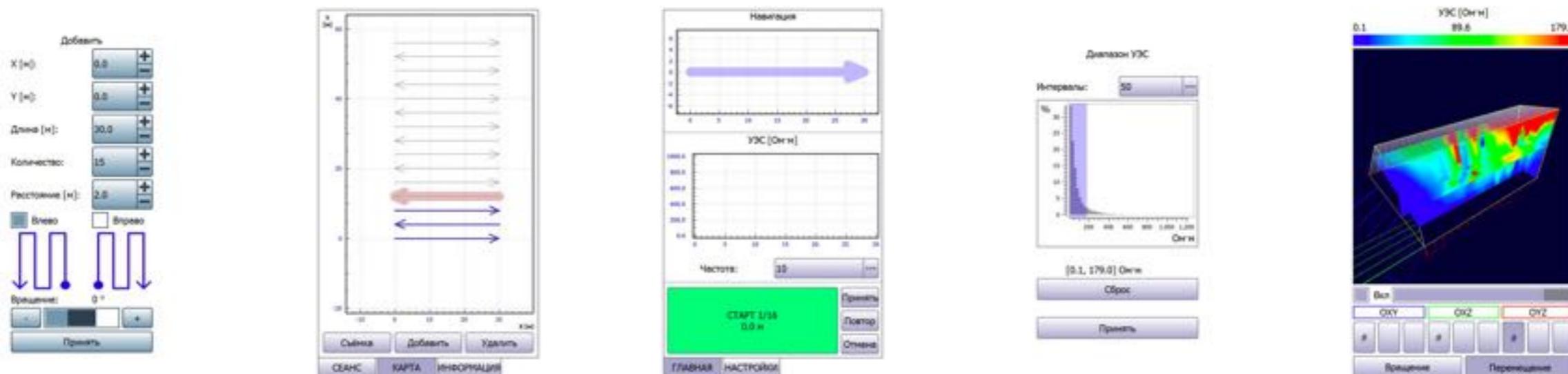
**Компактный прибор для  
электромагнитного профилирования**

# ГЕОВИЗЕР



**Комплекс позволяет вести профилирование на любом наборе из 3х (Геовизер) или 14-ти (АЭМП-14) фиксированных частот в диапазоне 2.5 – 250 кГц, в том числе с автоматической привязкой точки измерения к глобальным координатам.**

**Используется для мониторинга состояния подземных коммуникаций; определения местоположения подземных трубопроводов, кабелей, тоннелей; картирования грунтовых вод и их загрязнений; исследования археологических объектов; оценке земель сельскохозяйственного назначения; мониторинга и детальной диагностики загрязнения горюче-смазочными материалами; инженерных изысканий в строительстве.**



**Для управления индукционными приборами, удобной визуализации данных, а также подготовки данных к отчетам - теперь доступны версии ПО на Android (QZond и iiSystem).**

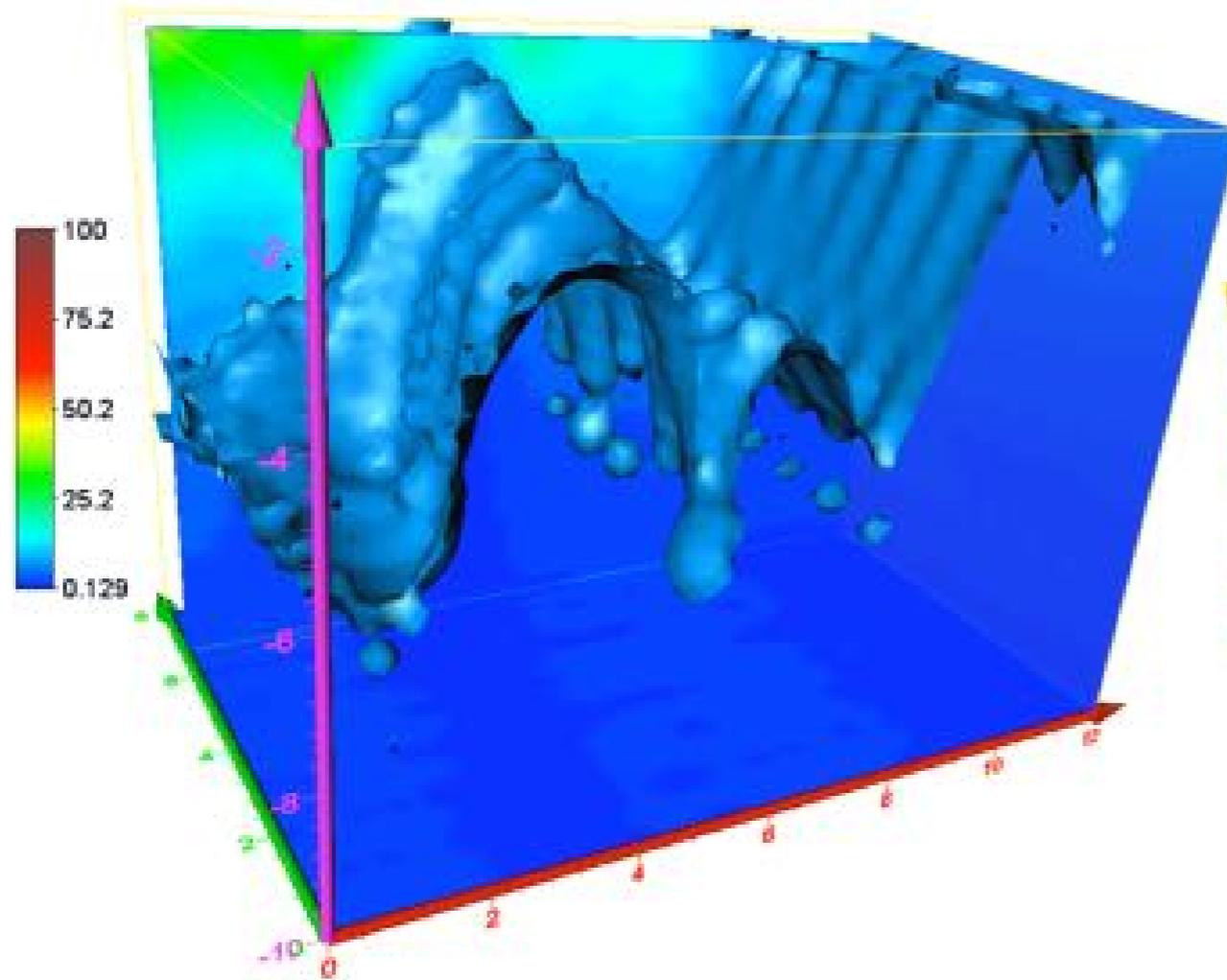


# ГЕОВИЗЕР



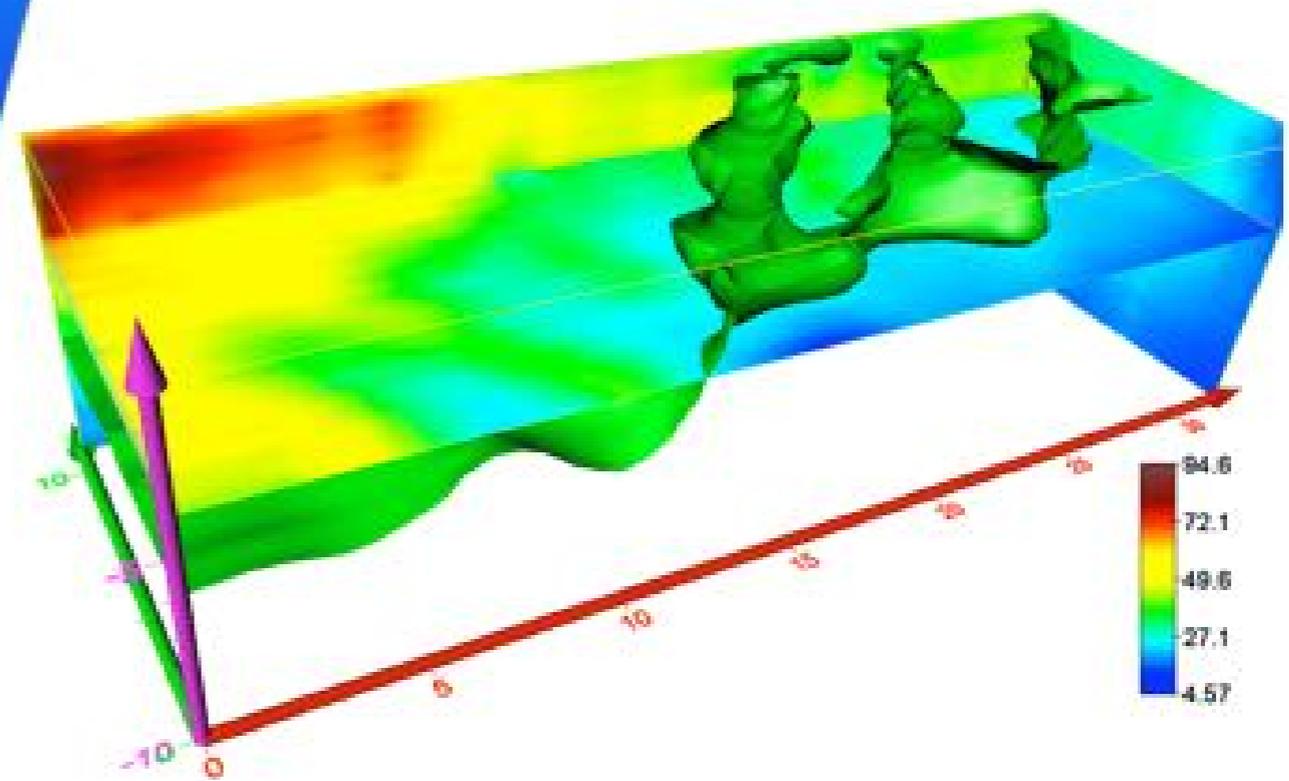
# Примеры применения АЭМП-14

Параллельные коммуникации – канализационный коллектор, трубы, кабели на площадке 8 x 12 м. Оси коммуникаций соответствуют перегибам-минимумам изоповерхности по значению 7 Ом·м. Полевые работы 1 час, обработка 10 мин.



Металлические коммуникации

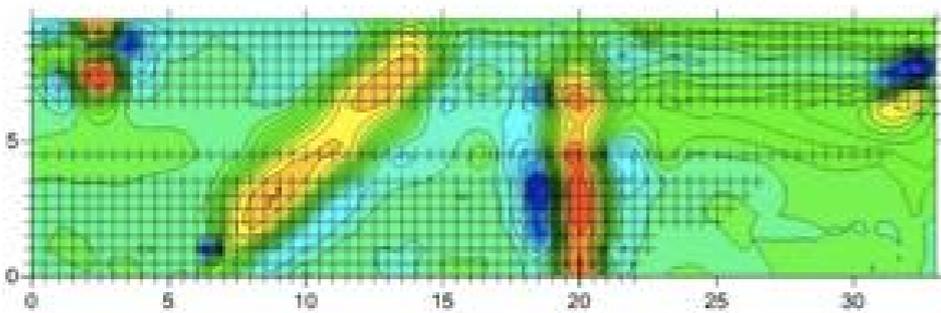
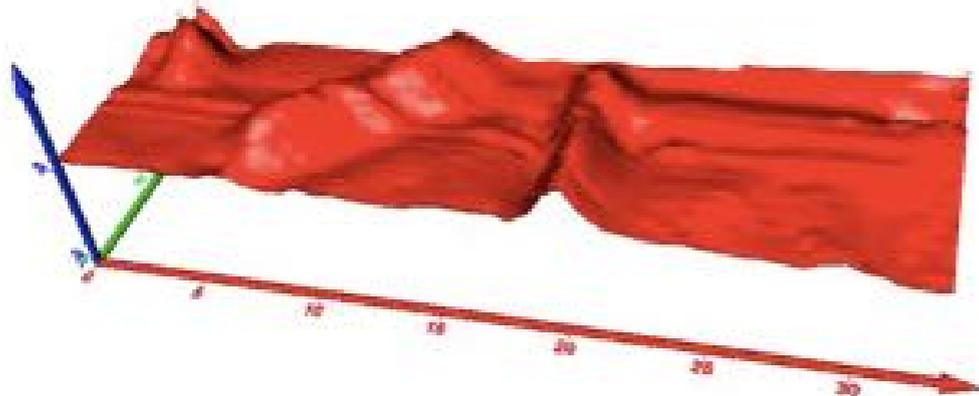
Две параллельные пластиковые трубы на площадке 11 x 30 м. Оси коммуникаций соответствуют перегибам-минимумам изоповерхности по значению 7 Ом·м. Полевые работы 1.5 час, обработка 15 мин.



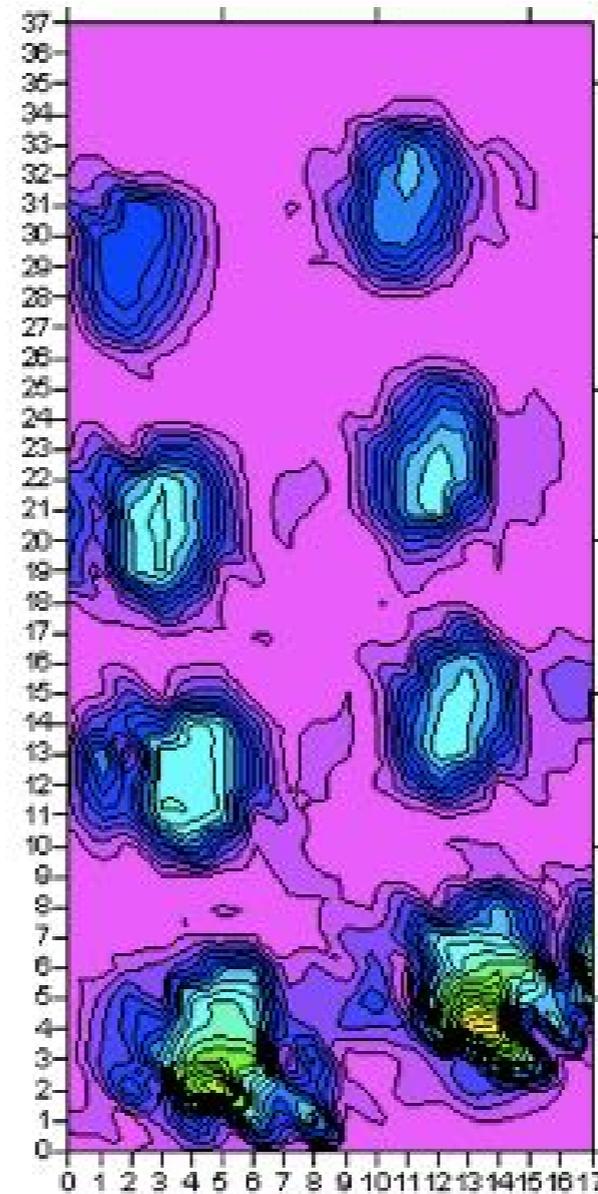
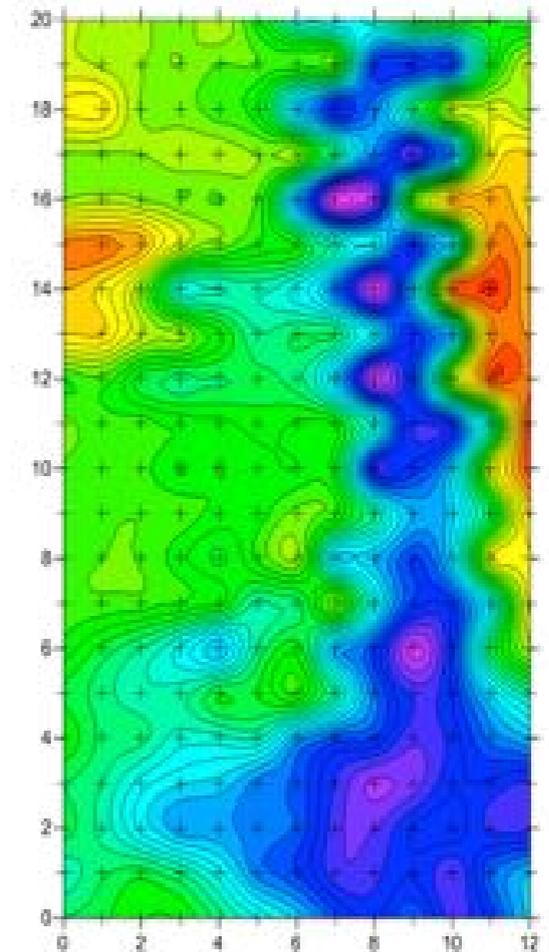
Пластиковые коммуникации

# Примеры применения АЭМП-14

Металлические врезки в магистральный трубопровод



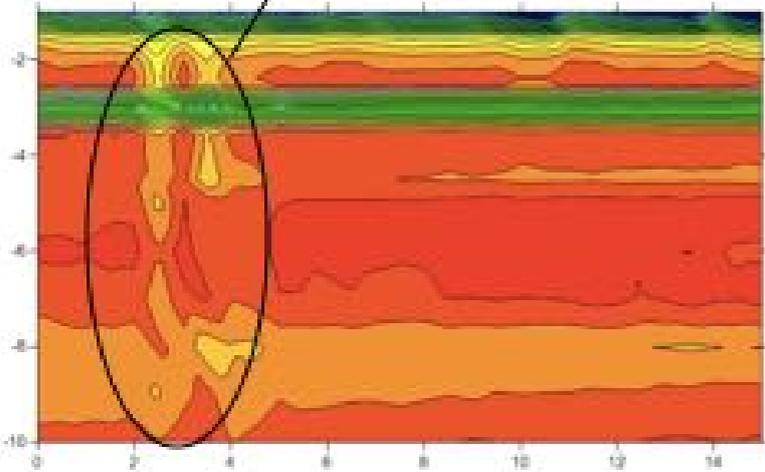
Подземный ручей



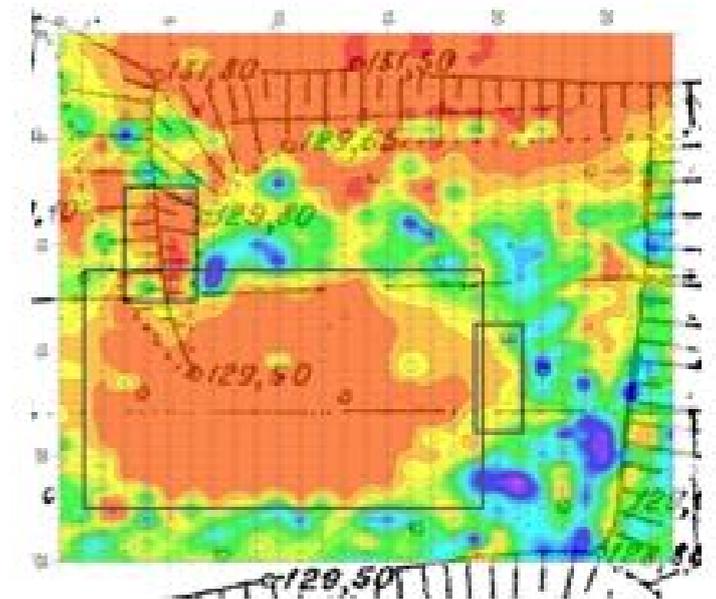
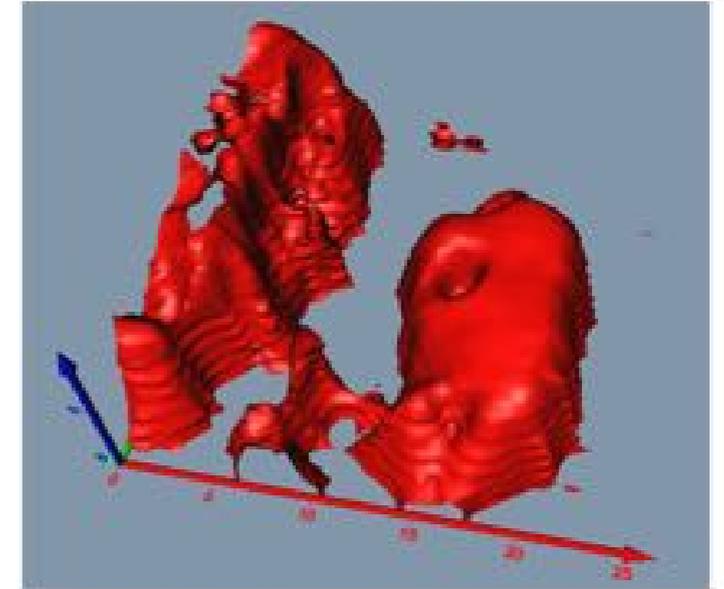
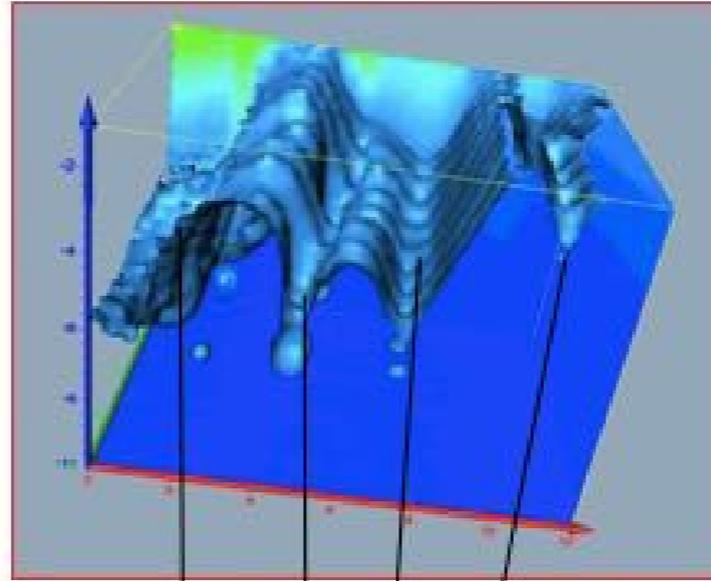
Заглубленные ж/б кольца

# Примеры применения АЭМП-14

Вход в пещеру

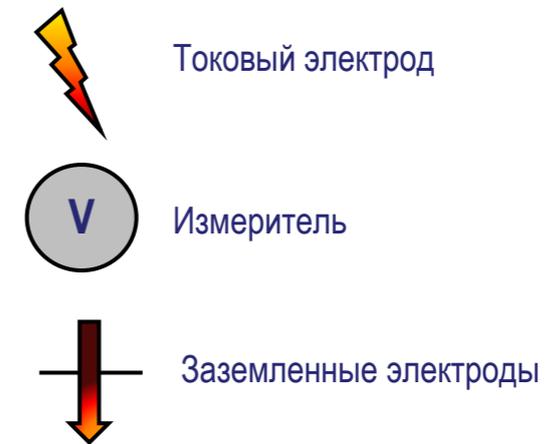
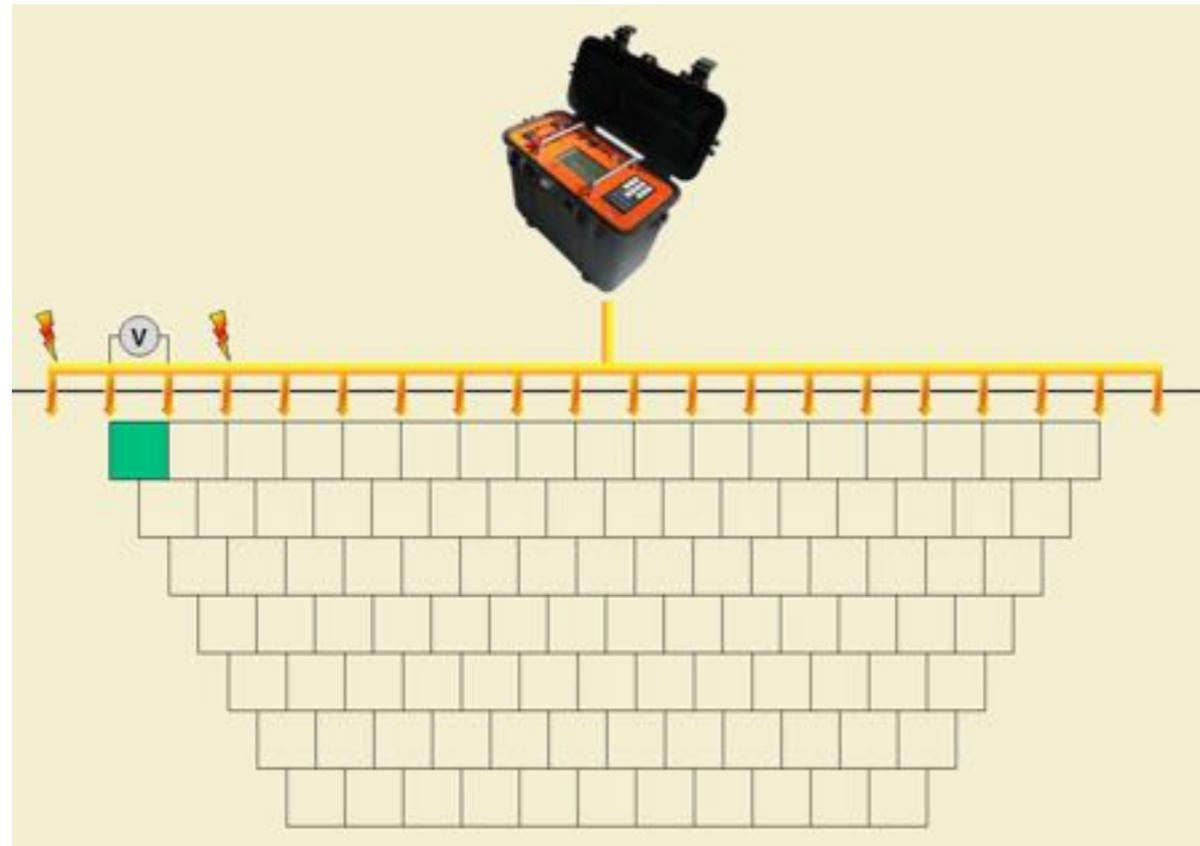


Подземное сооружение



Инженерные коммуникации на разных глубинах

# Электротомография – сплошные электрические зондирования



- Автоматическая аппаратура методов сопротивлений переключает токовые и измерительные электроды по заранее заземленной многоэлектродной системе наблюдений, производя сотни измерений в минуту. При наличии нескольких измерительных каналов скорость измерений увеличивается в несколько раз, а системы измерений могут быть не линейными. Таким образом достигается эффект трехмерных измерений.
- ООО “КБ Электрометрии” разрабатывает, изготавливает и использует одни из самых быстрых в мире приборов для электротомографии модельного ряда СКАПА.

# 4-х канальная 32-х электродная аппаратура электротомографии - Скала 32К4 / SibER 32К4

## Общие параметры

Электроды: 32 + 2 удалённых;  
Внешнее питание: 12 В;  
Интерфейс: Ethernet, WiFi;  
Степень защиты: IP67 (транспортировка), IP54 (эксплуатация);  
Рабочая температура: от -20 до +50 °С;  
Габариты: 260 x 265 x 176 мм;  
Масса: 6 кг.

## Внутренний источник

Тип: источник напряжения  
Выходное напряжение: 1 ... 250 В  
Выходной ток: до 1.2 А  
Выходная мощность: до 120 Вт  
Форма выходных импульсов: прямоугольные переменной полярности  
Длительность выходных импульсов: до 10 с  
Длительность пауз между выходными импульсами: от 20 мс  
Защита от короткого замыкания на выходе: есть

## Многоканальный измеритель

Количество каналов: 4  
Входное сопротивление: 10 МОм  
Количество отсчётов: 1 ... 500  
Частота дискретизации: 50, 60 Гц  
Разрядность АЦП: 24 бит  
Входное напряжение: -20 ... 20 В  
Разрешение: 1 мкВ  
Подавление помех промышленных частот: не менее 90 дБ  
Защита от перенапряжения: до 1 кВ

## Управление

Управляющие устройства: ПК, планшетные компьютеры, коммутаторы под управлением ОС Microsoft Windows, Android, GNU/Linux;



**KB Electrometry**

# 4-х канальная 32-х электродная аппаратура электротомографии - Скала 32К4 / SibER 32К4



# 12-ти канальная 48-и электродная аппаратура электротомографии - Скала 48K12 / SibER-48K12

## Общие параметры

Электроды: 2 x 24 + 2 удалённых;  
Внешнее питание: 12 В;  
Интерфейс: Ethernet, WiFi;  
Степень защиты: IP67 (транспортировка), IP54 (эксплуатация);  
Рабочая температура: от -20 до +50 °С;  
Габариты: 464 x 366 x 176 мм;  
Масса: 12 кг.

## Внутренний источник

Мощность максимальная: 220 Вт;  
Ток максимальный:  $\pm 2$  А;  
Напряжение максимальное:  $\pm 500$  В;  
Защита от КЗ: есть;  
Индикатор температуры: есть;  
Длительность импульсов: до 10 с;  
Длительность пауз: от 20 мс.

## Измеритель

Каналы: 12;  
Входное сопротивление: 10 МОм;  
Диапазон входного напряжения:  $\pm 20$  В;  
Разрядность АЦП: 24 бит;  
Подавление помех промышленных частот: 90 дБ;  
Защита от перенапряжения: 1 кВ.

## Управление

Управляющие устройства: ПК, планшетные компьютеры,  
коммуникаторы под управлением ОС Microsoft Windows, Android,  
GNU/Linux;



# 15-ти канальная 64-и электродная аппаратура электротомографии - Скала 64K15 / SibER-64K15

## Общие параметры

Электроды: 2 x 32 + 2 удалённых;  
Внешнее питание: 12 В;  
Интерфейс: Ethernet, WiFi;  
Степень защиты: IP67 (транспортировка), IP54 (эксплуатация);  
Рабочая температура: от -20 до +50 °С;  
Габариты: 502 x 415 x 246 мм;  
Масса: 17 кг.

## Управление

Управляющие устройства: ПК, планшетные компьютеры, коммуникаторы;  
Операционные системы: Microsoft Windows, Android, GNU/Linux;  
Режимы работы: 2D/3D УЭС и УЭС+ВП;  
Обновление ПО: есть;  
Языки интерфейса: русский, английский.

## Внутренний генератор

Мощность максимальная: 220 Вт;  
Ток максимальный:  $\pm 2$  А;  
Напряжение максимальное:  $\pm 500$  В;  
Защита от КЗ: есть;  
Длительность импульсов: до 10 с;  
Длительность пауз: от 20 мс.

## Измерительные установки

Шлюмберже, дипольная, прямая и обратная трёхэлектродная, двухэлектродная, взаимные и пользовательские варианты.



Внешний генератор  
ВП-1000М



# Программа управления аппаратурой серии Скала(SibER) Xeris 4.XX

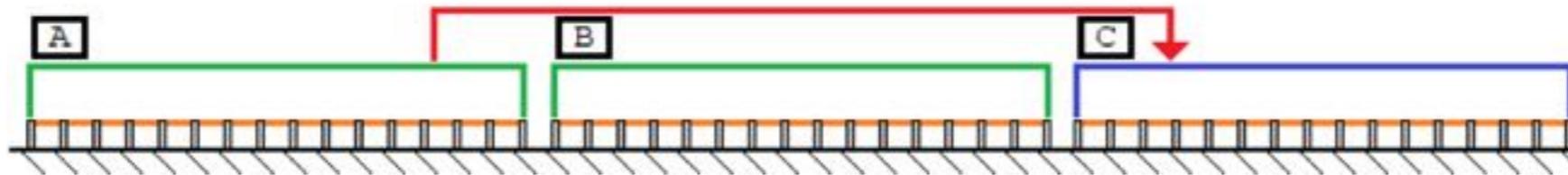
Проектирование  
Сеанс  
Обновление  
Обработка  
Настройки  
Помощь

ENG RUS

Версия: 4.0

Новый шаблон  
Открыть шаблон  
Импорт секвенции ERTLAB

Прибор: S48K12  
Электроды: 48  
Интервал электродов [м]: 5.00  
 Продолжающие электроды: 24  
OK

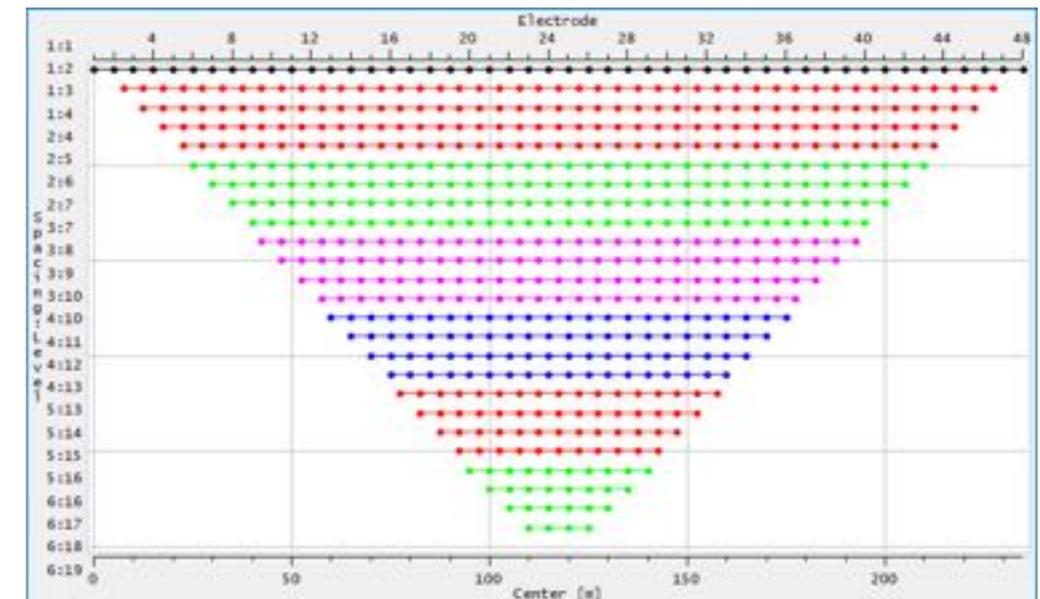


[R] Шлюмберже X Прямая трёхэлектродная X

Уровень

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	■	■	■	■	■																			
2					■	■	■	■	■															
3									■	■	■	■	■											
4																								
5																								
6																								

[A] <-- Уровень --> [M] <-- Интервал --> [N] <-- ∞ --> [B] Очистка График



# Xeris - тест настроек

Времена    Источник & измеритель

Частота дискретизации [Гц]: 50

Задержка в импульсе [мс]: 40

Отсчёты в импульсе: 3

Задержка в паузе [мс]: 20

Отсчёты в паузе: 0

0    20    40    60    80    100    120  
Время [мс]

?    ОК

Времена    Источник & измеритель

ВП-1000М

Выходной ток [мА]: 500

Максимальная выходная мощность [Вт]: 190

Накопления: 3 ... 5

Коэффициент вариации [%]: 1.0

?    ОК

Wi-Fi    Ethernet

IP адрес: 10.0.0.1

?    Поиск

IP адрес: 10.0.0.1

Прибор: S64K15

Версия ПО: 3.3

?    Соединение

Тест    Настройки

Канал: 1

Электрод	A	B	M	N
0				
1	<input checked="" type="checkbox"/>			
2				
3				
4				
5				
6				
7			<input checked="" type="checkbox"/>	
8				
9				
10				<input checked="" type="checkbox"/>
11				
12				
13				
14				
15				
16	<input checked="" type="checkbox"/>			
17				
18				
19				
20				

Выходные данные				
A - B	Ток [мА]	Напряжение [В]	Мощность [Вт]	Сопротивление [Ом]
1 - 16	198.790	300	60	1511

Входные данные				
M - N	Канал	Напряжение [мВ]	Поляризуемость [мВ/В]	КВ [%]
7 - 10	1	772.567	0.000	0.002

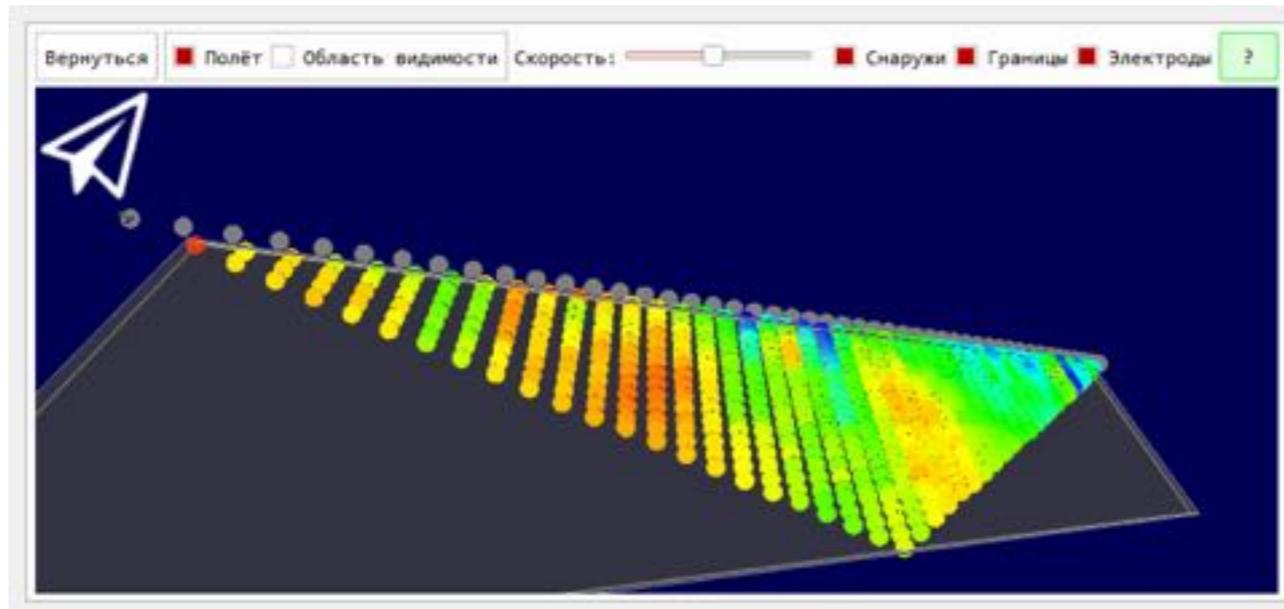
Просмотр: Входное напряжение [мА] - канал 1     Отсчёты в импульсе     Отсчёты в паузе

0    200    400    600    800    1 000    1 200    1 400  
Время [мс]

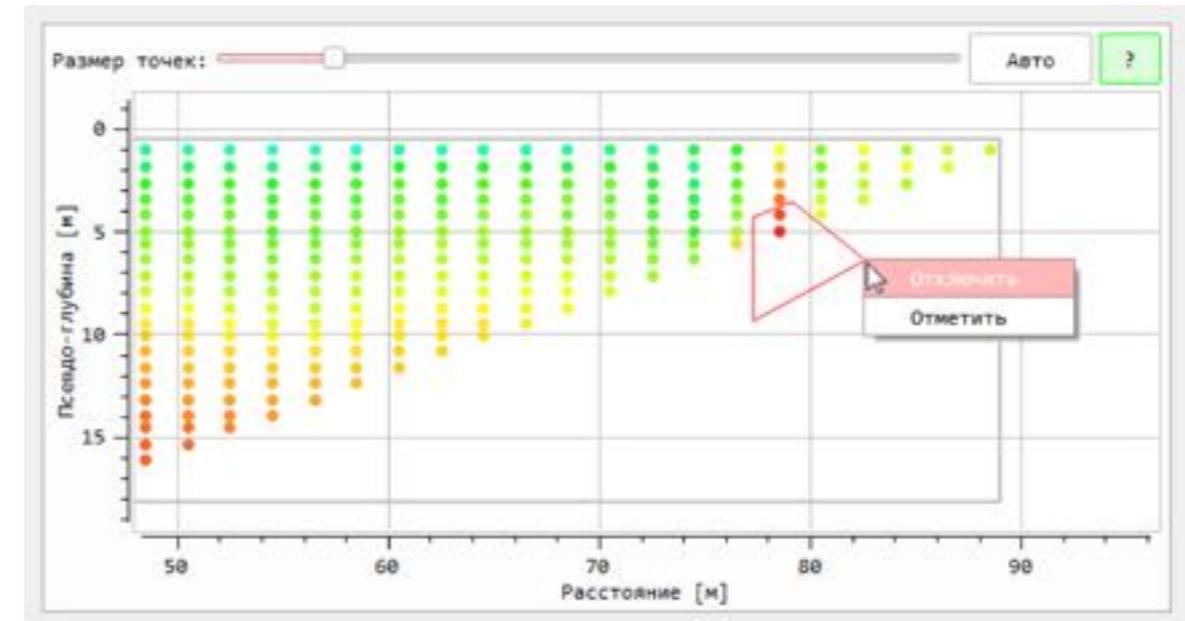
Старт    ?

# Xeris - визуализация и обработка результата

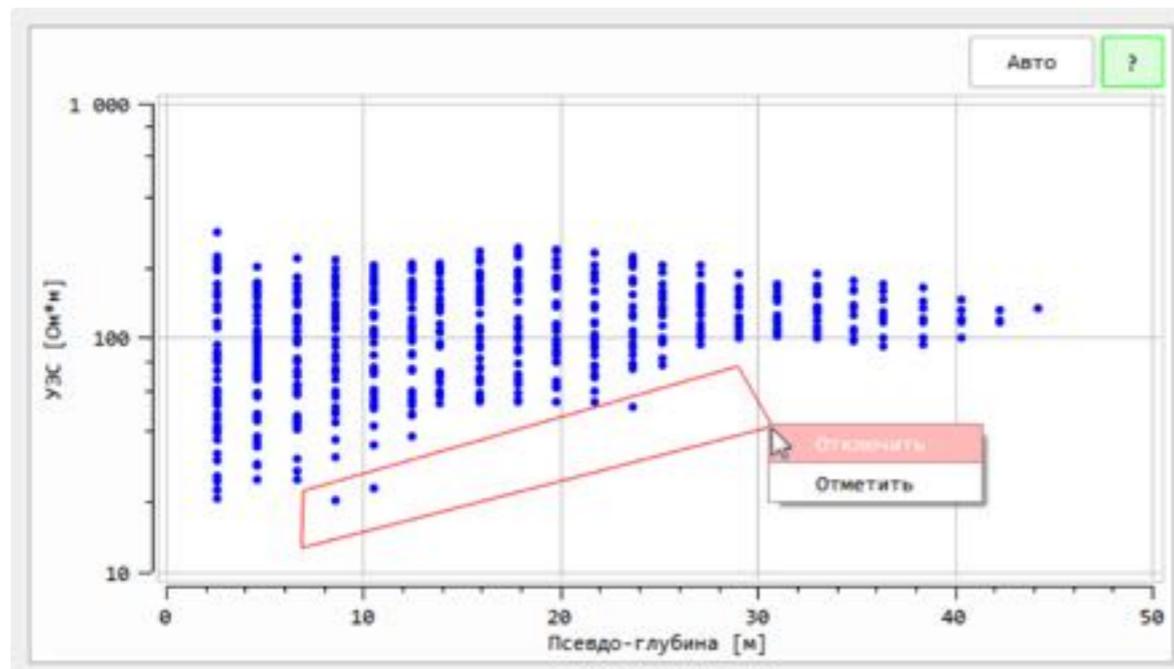
Обзор



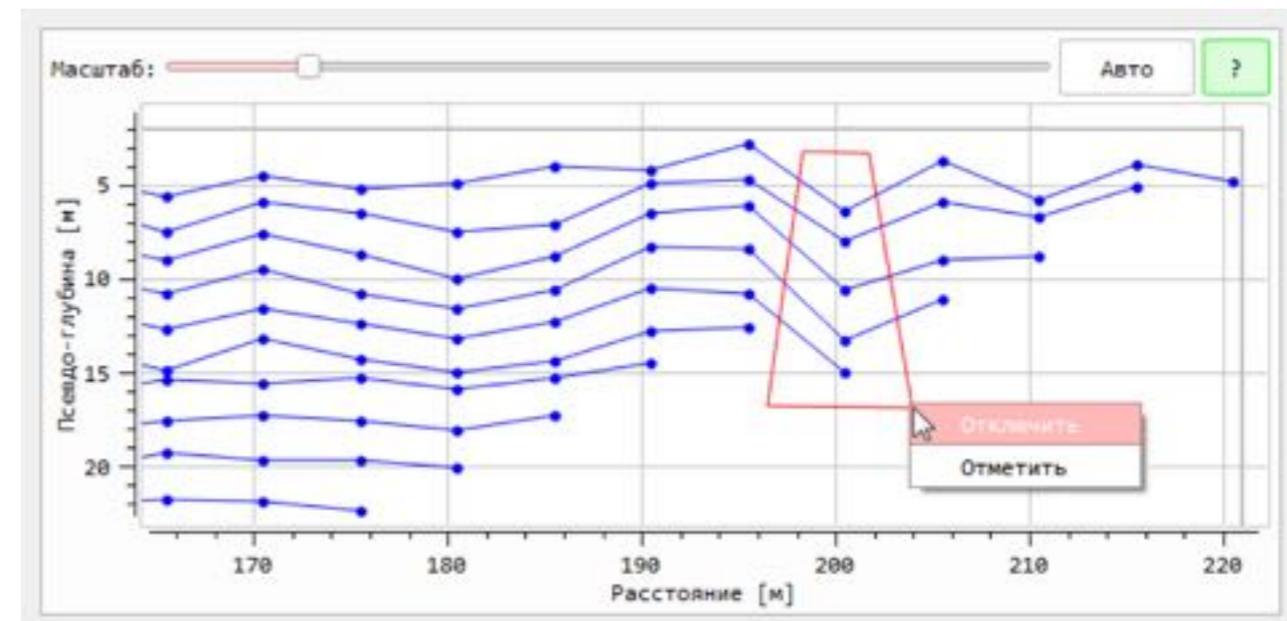
Проекция



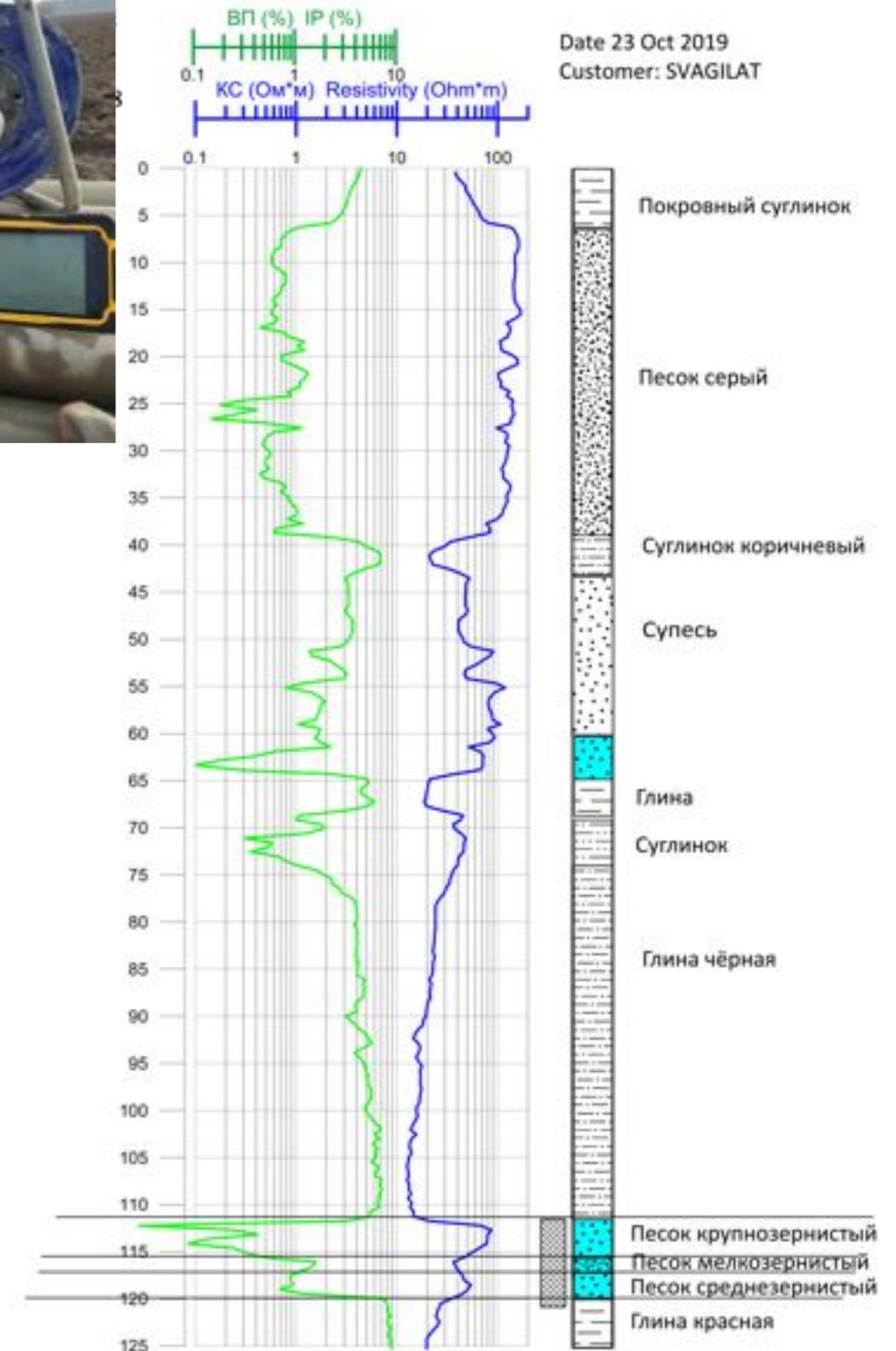
Зондирование



Профилирование

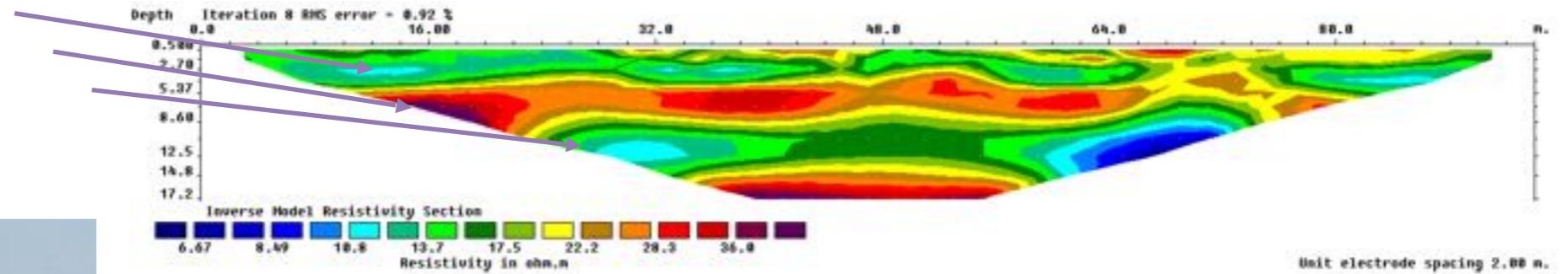


# Xeris - режим каротажных измерений



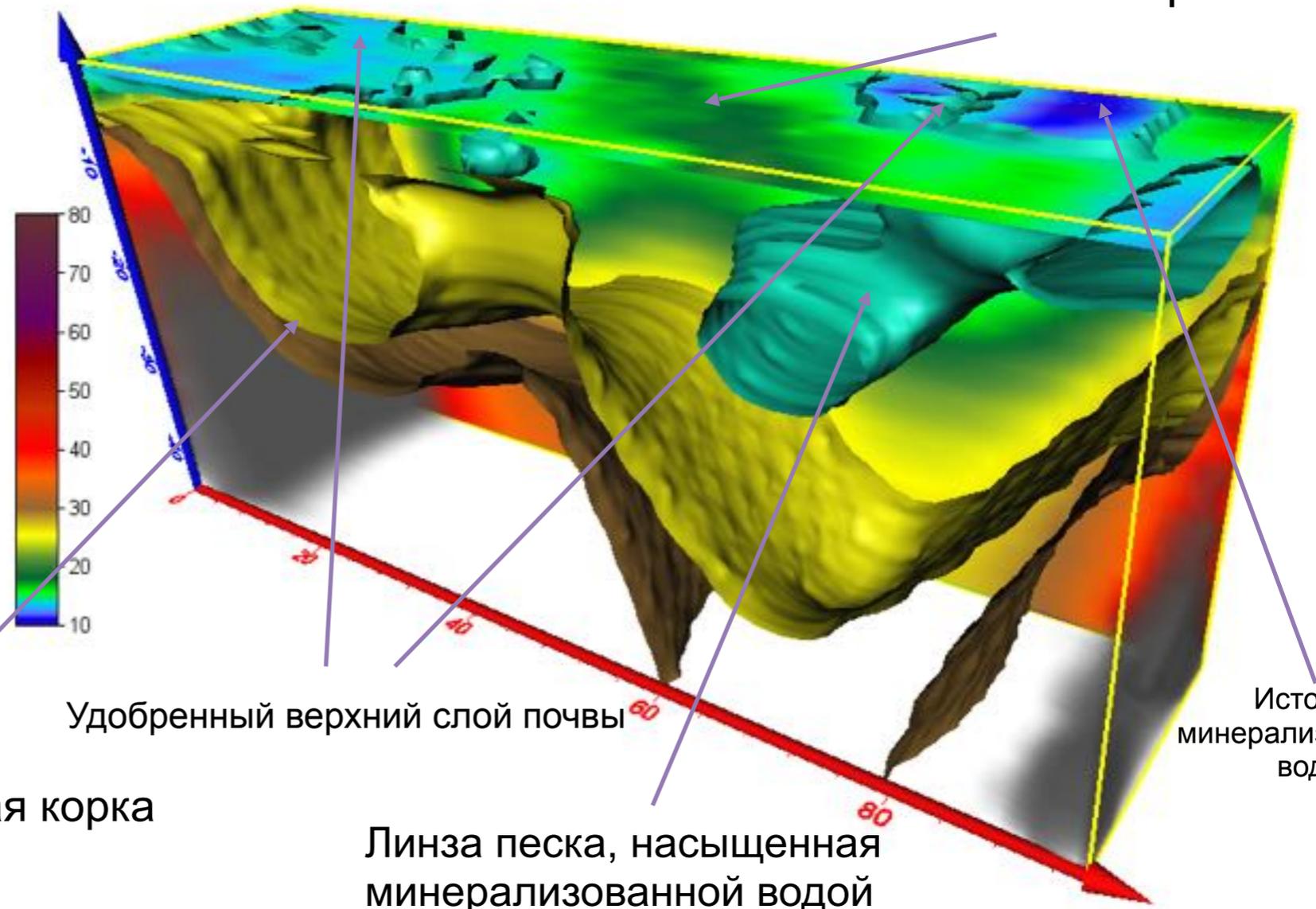
# Предпроектные геофизические исследования

Слои отложений



Илосодержащая известняковая корка

Канал орошения

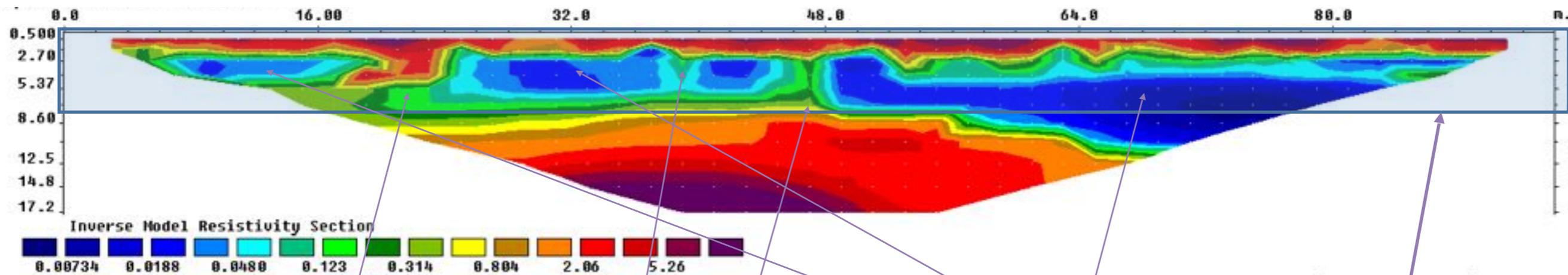


Удобренный верхний слой почвы

Линза песка, насыщенная минерализованной водой

Источник минерализованной воды

# Оценка гидроизоляции резервуара водохранилища



соединение двух стен

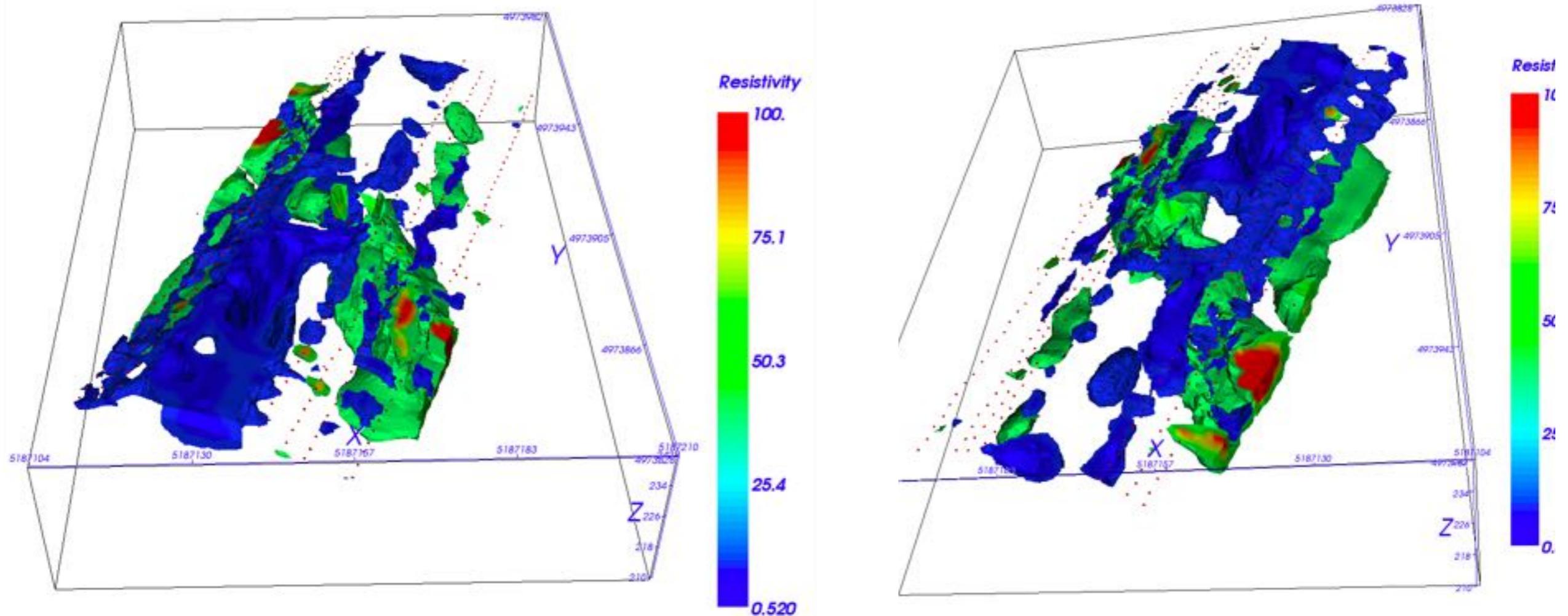
локальная неоднородность

однородная структура стены

Нижняя граница стены

зона вероятного прорыва

# Исследования структуры насыпи на аварийном участке



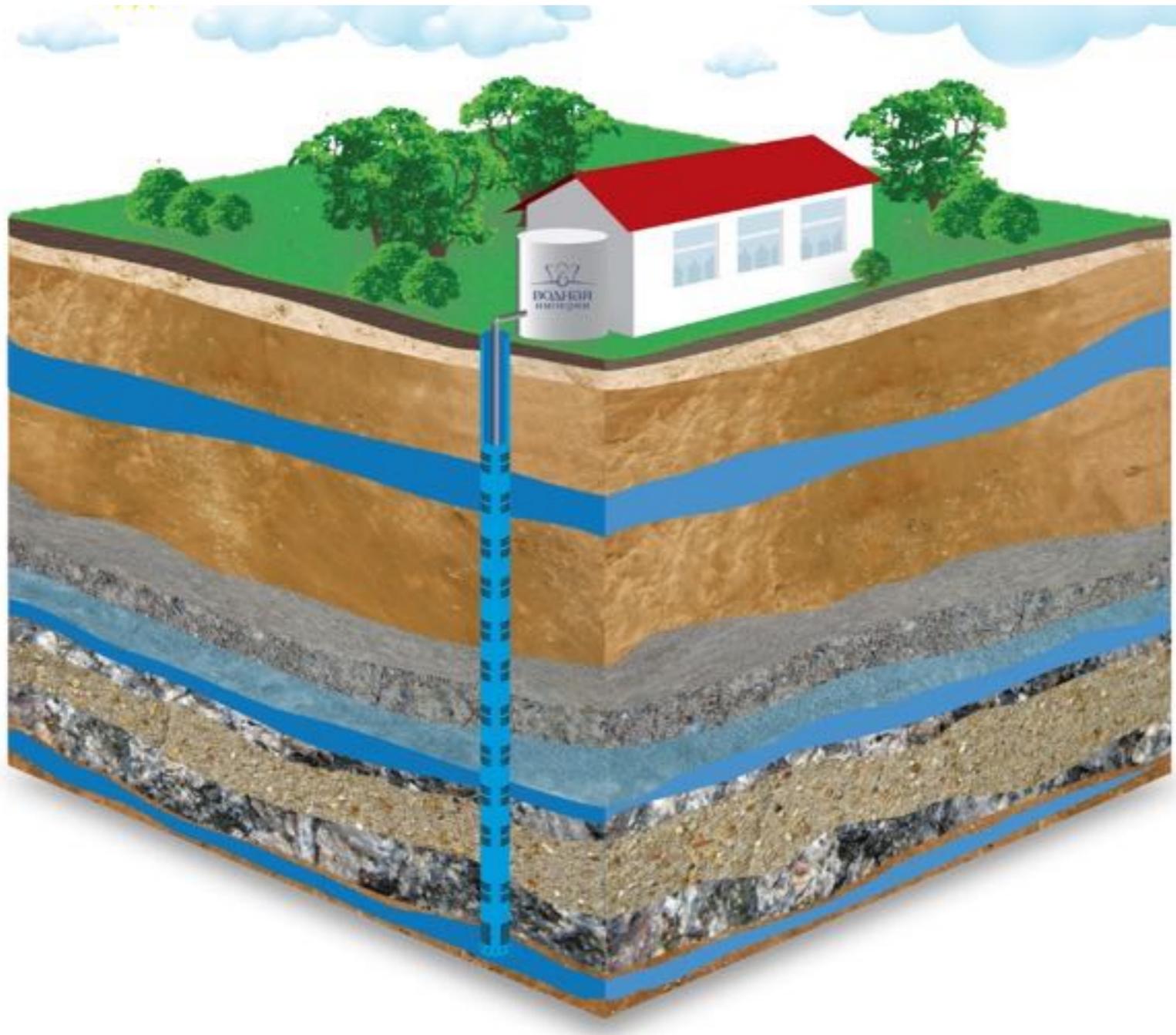
Результаты интерпретации данных, представленные в виде трехмерного распределения значений удельного сопротивления в объеме, с выделением трех контрастных изоповерхностей: минимального сопротивления (синяя область), среднего (зеленая область) и максимального (красная область).

# НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА КАРОТАЖ

Как известно, скважины на воду отличаются относительной простотой конструкции и небольшой глубиной. Обычно не более 200 м.

В большинстве случаев местная буровая компания хорошо представляет геогидрогеологию своего района, а по выходу шлама при бурении может определить положение водоносного горизонта.

Однако при бурении в незнакомом районе, при наличии геологических осложнений или требований законодательства, и при бурении гидрогеологических скважин нужен каротаж.



# НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА КАРОТАЖ

Обычный набор аппаратно-методических средств каротажа включает в себя аппаратуру с несколькими зондами, каротажной лебёдкой, и геофизиком или гидрогеологом. Такой набор оборудования весит несколько центнеров, и стоит больших денег.

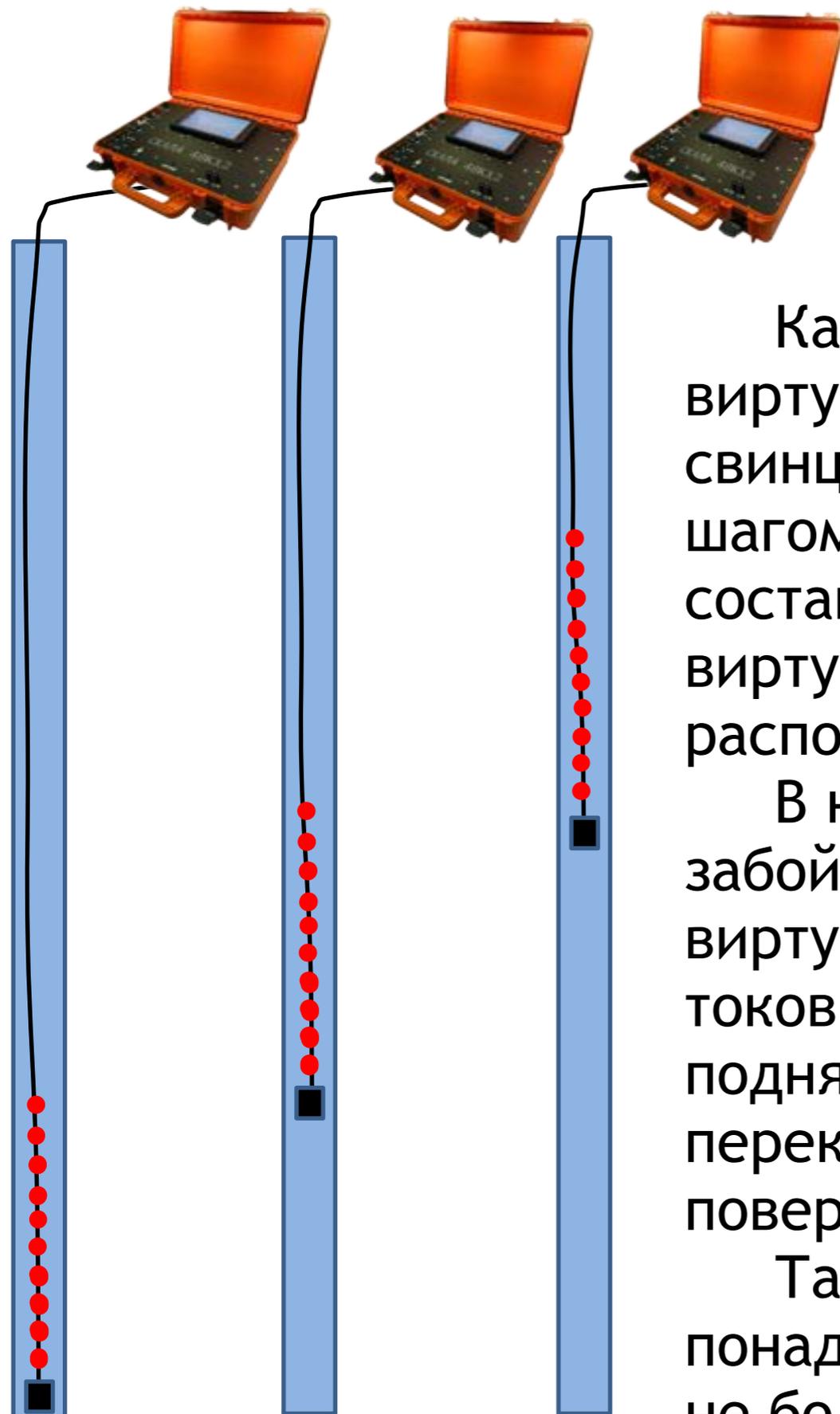
Для решения гидрогеологических каротажных задач обычно нужны: КС, ГК, ПС и резистивиметрия.

В качестве альтернативы мы предлагаем небольшой прибор с одним кабель-зондом. На выходе получим каротажные диаграммы КС, ВП и резистивиметрию.

Управляющее интерактивное ПО само поможет провести измерения, а автоматизированная система интерпретации - выбрать оптимальное место посадки фильтровой колонны.



# НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА КАРОТАЖ

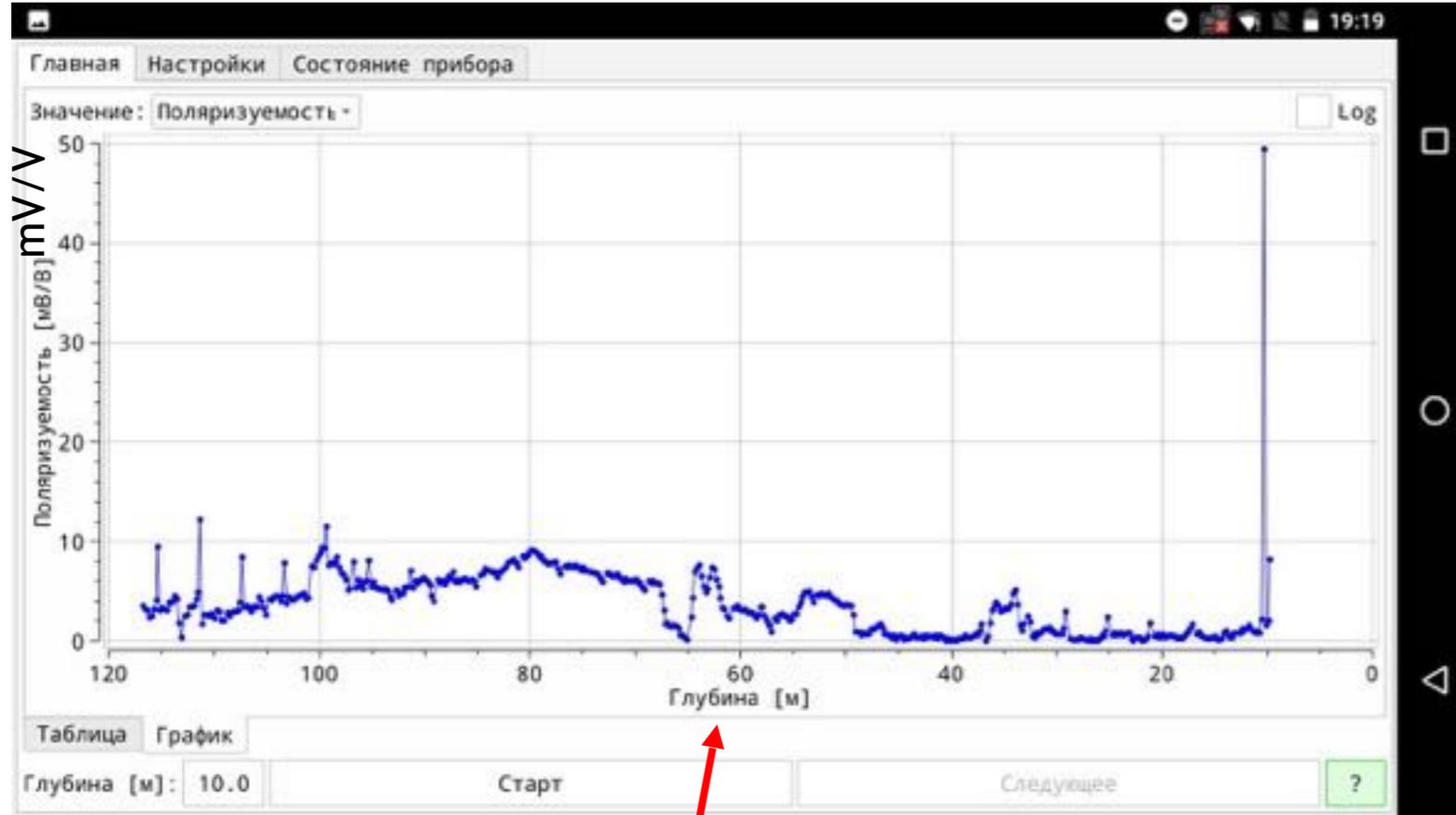


Каротаж начинается с программирования виртуальных зондов. Кабель-зонд располагает 32 свинцовыми токовыводами, расположенными с шагом 40 см. Таким образом, длина зонда составляет 12.4 м. На таком кабель-зонде виртуальный потенциал-зонд А0.4М2N может быть расположен 26 раз, а резистивиметр 30 раз.

В начале измерений кабель-зонд спускают на забой, и запускают процесс. Когда оба виртуальных зонда пройдут по всем токовыводам, программа попросит оператора поднять зонд на 10 м (для обеспечения перекрытия). Так процесс будет повторяться до поверхности.

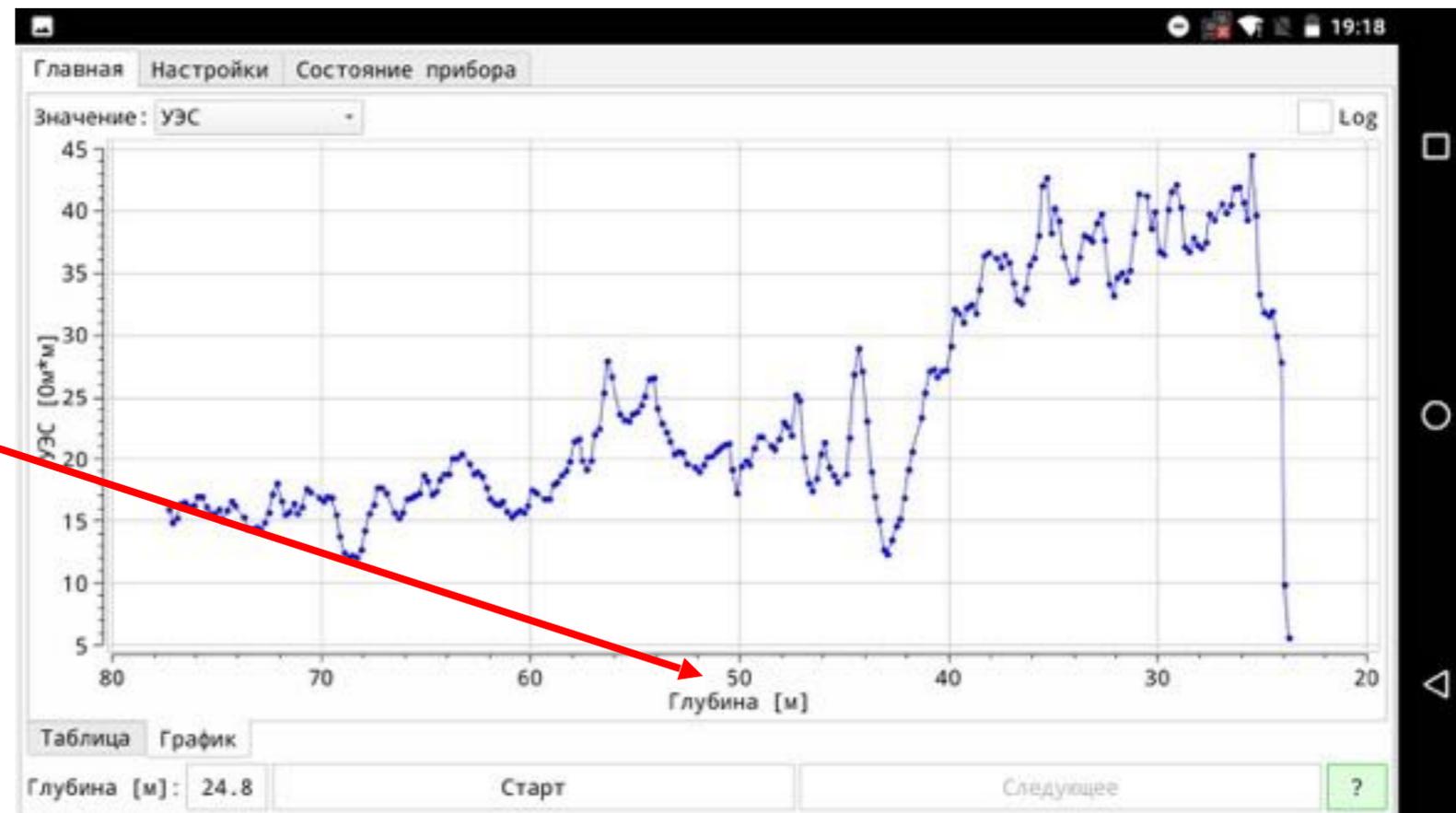
Таким образом, для скважины глубиной 120 м понадобится 12 циклов наблюдений, что займет не более 30 минут.

# НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА КАРОТАЖ

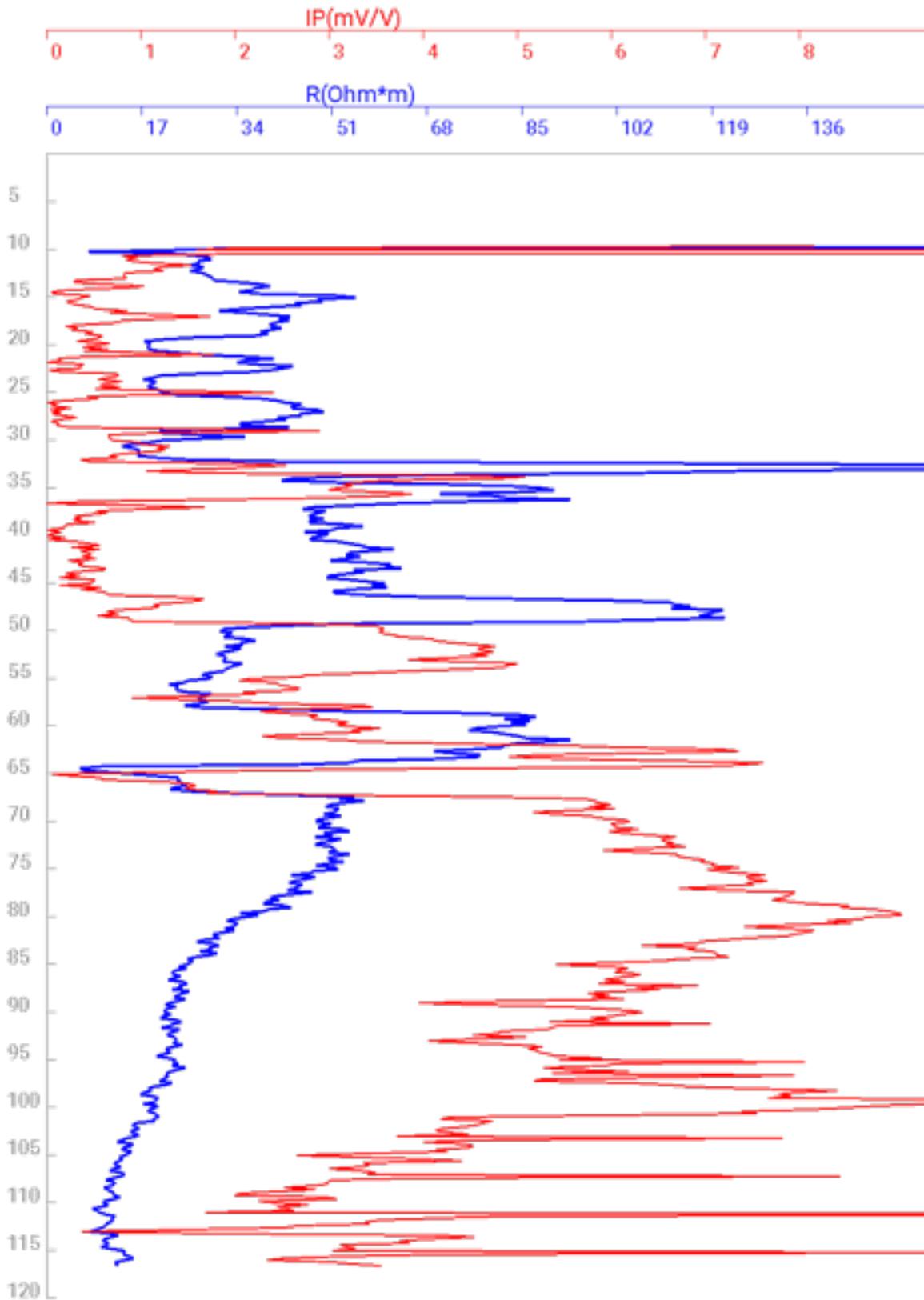


Так выглядят каротажные диаграммы в процессе измерений. Слева ВП, внизу КС.

Depth (m) Ohm\*m



# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГИС



Повышенные значения КС (синенькая такая диаграмма) в случае ПГС отражают повышенное содержание песка и пресную воду.

Красная диаграмма ВП имеет максимальные значения в глинистых слоях. Таким образом, крупнозернистый песок, насыщенный пресной водой, будет иметь максимальное сопротивление и минимальную поляризуемость.

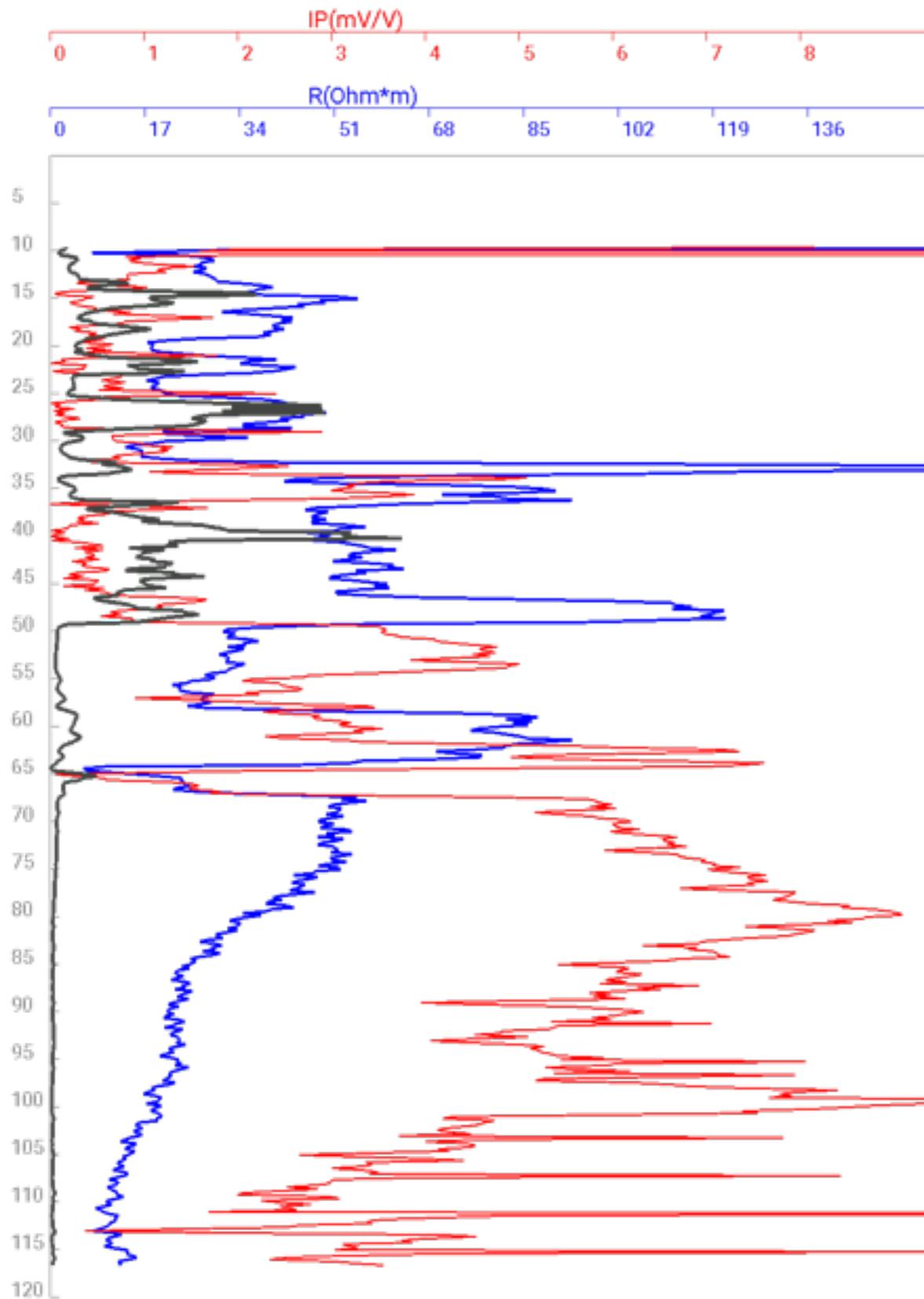
Логично предложить к использованию функцию  $F_{fw}$  - функцию пресной воды, зависящую от кажущегося сопротивления  $R$  и поляризуемости  $IP$ , которую можно упрощённо, без учета модернизации избежания деления на 0, нормализации и краевых условий, записать вот так:

$$F_{fw} = R/IP$$

Физического смысла данной функции обнаружить не удалось.

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГИС

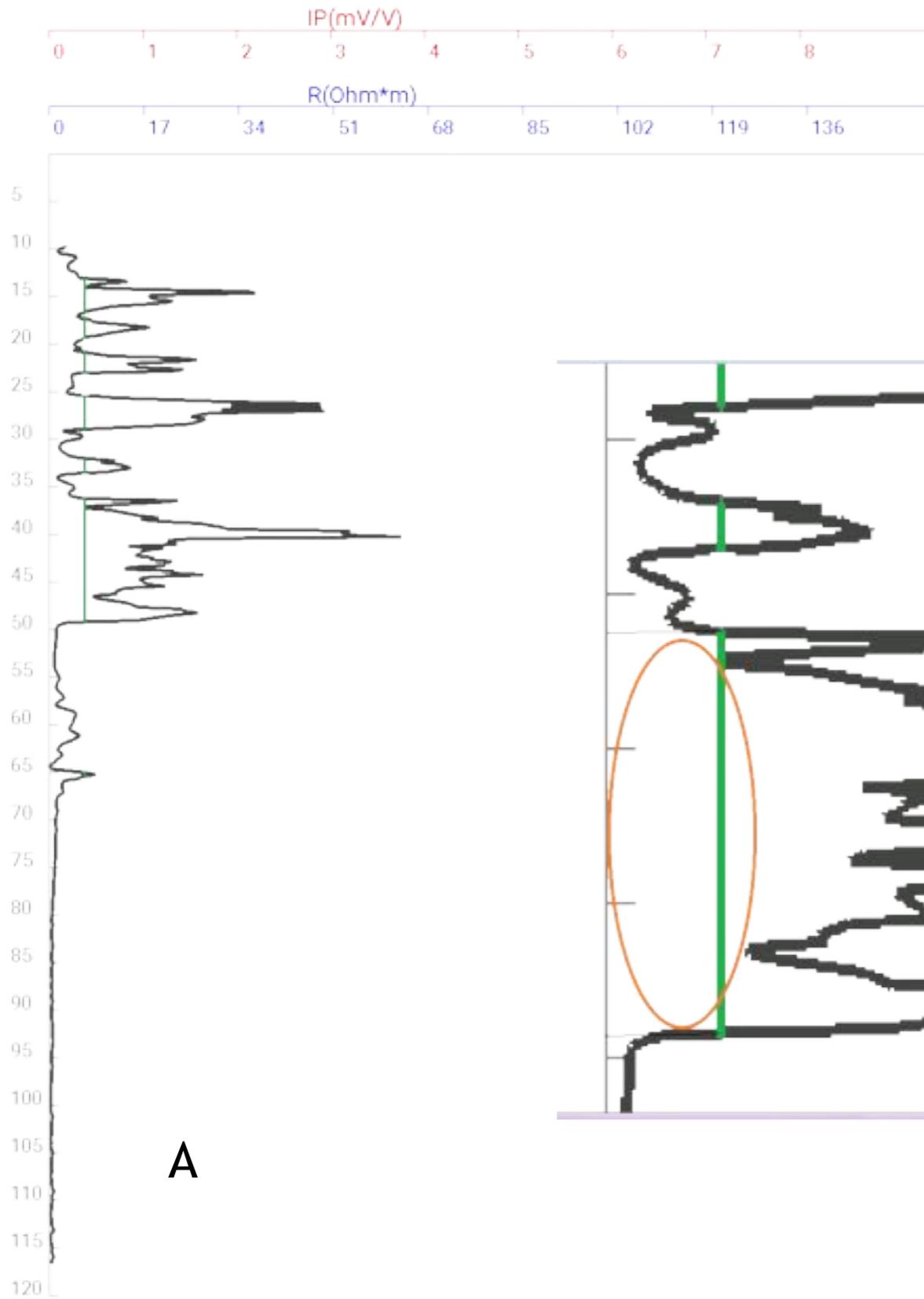
Intervals found: 2



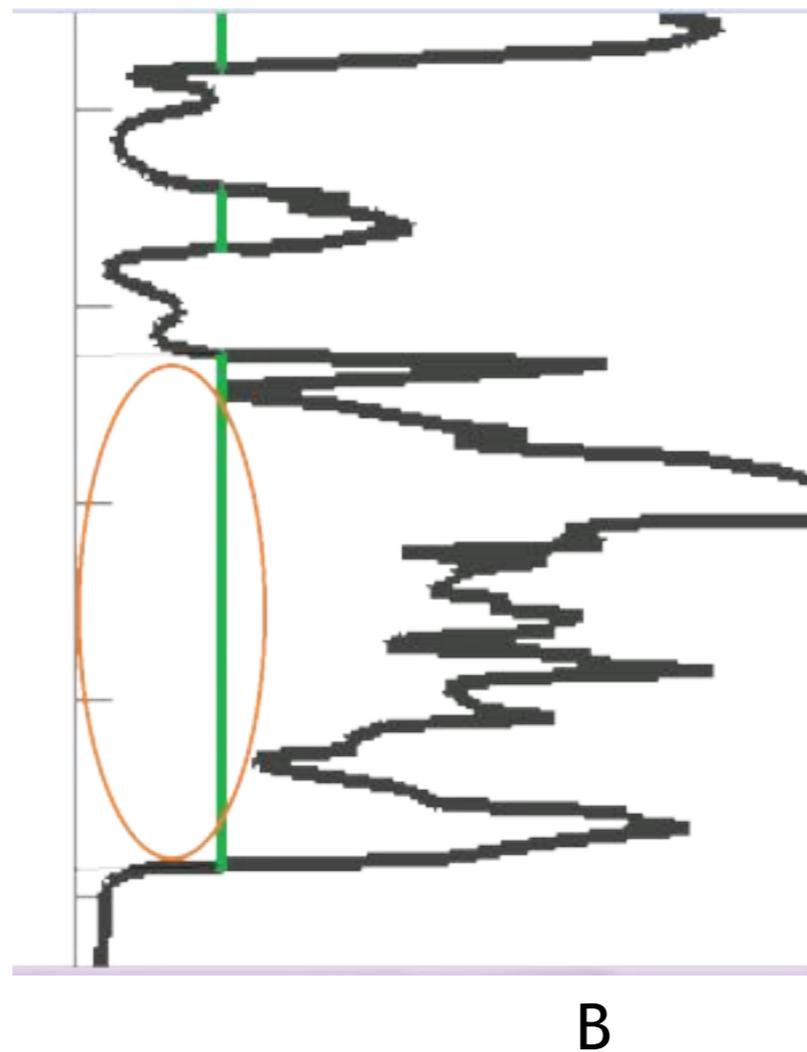
Функция  $F_{fw}$  curve показана черным цветом

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГИС

Intervals found: 2

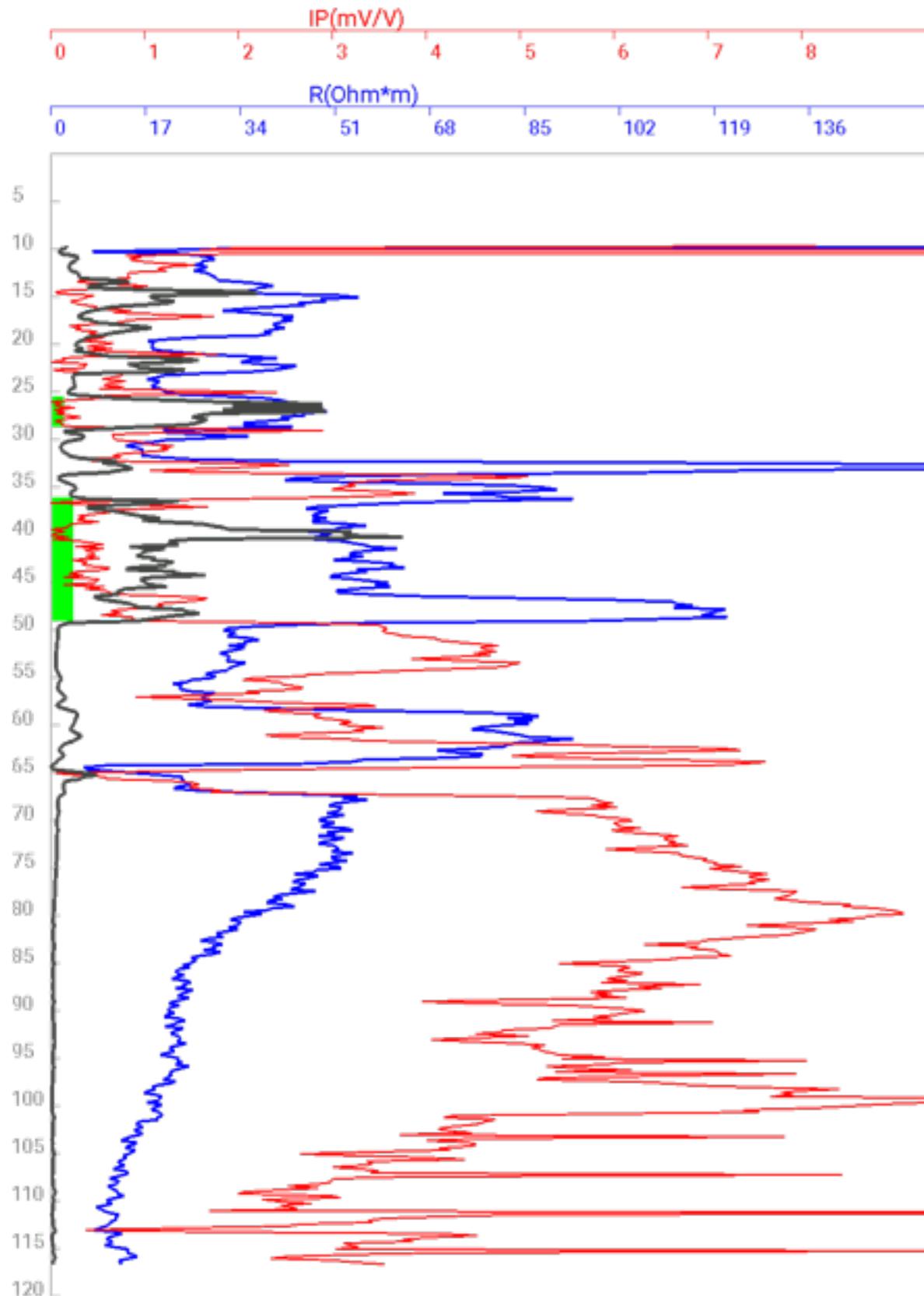


Показаны рассчитанные интервалы максимумов функции  $F_{fw}$



# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ГИС

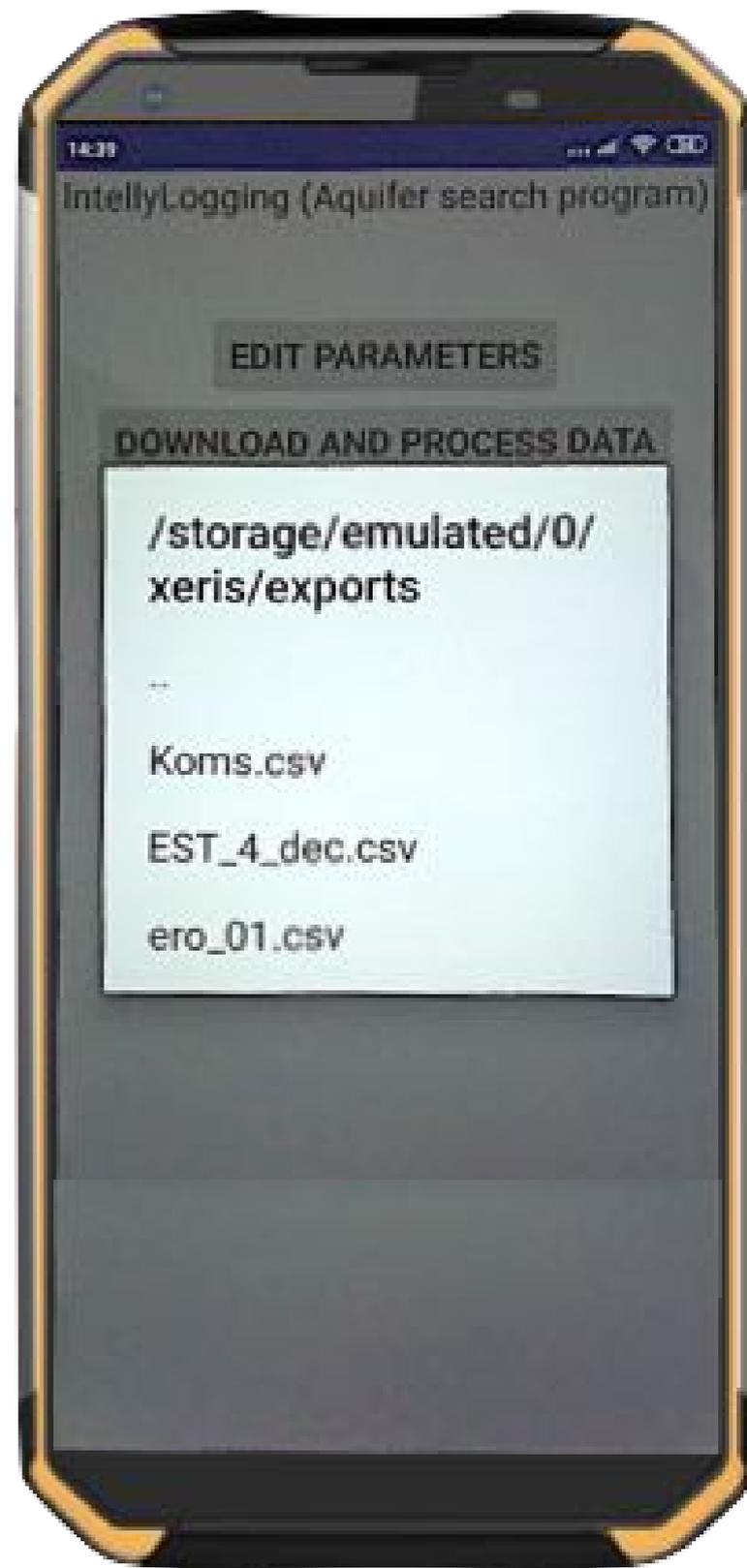
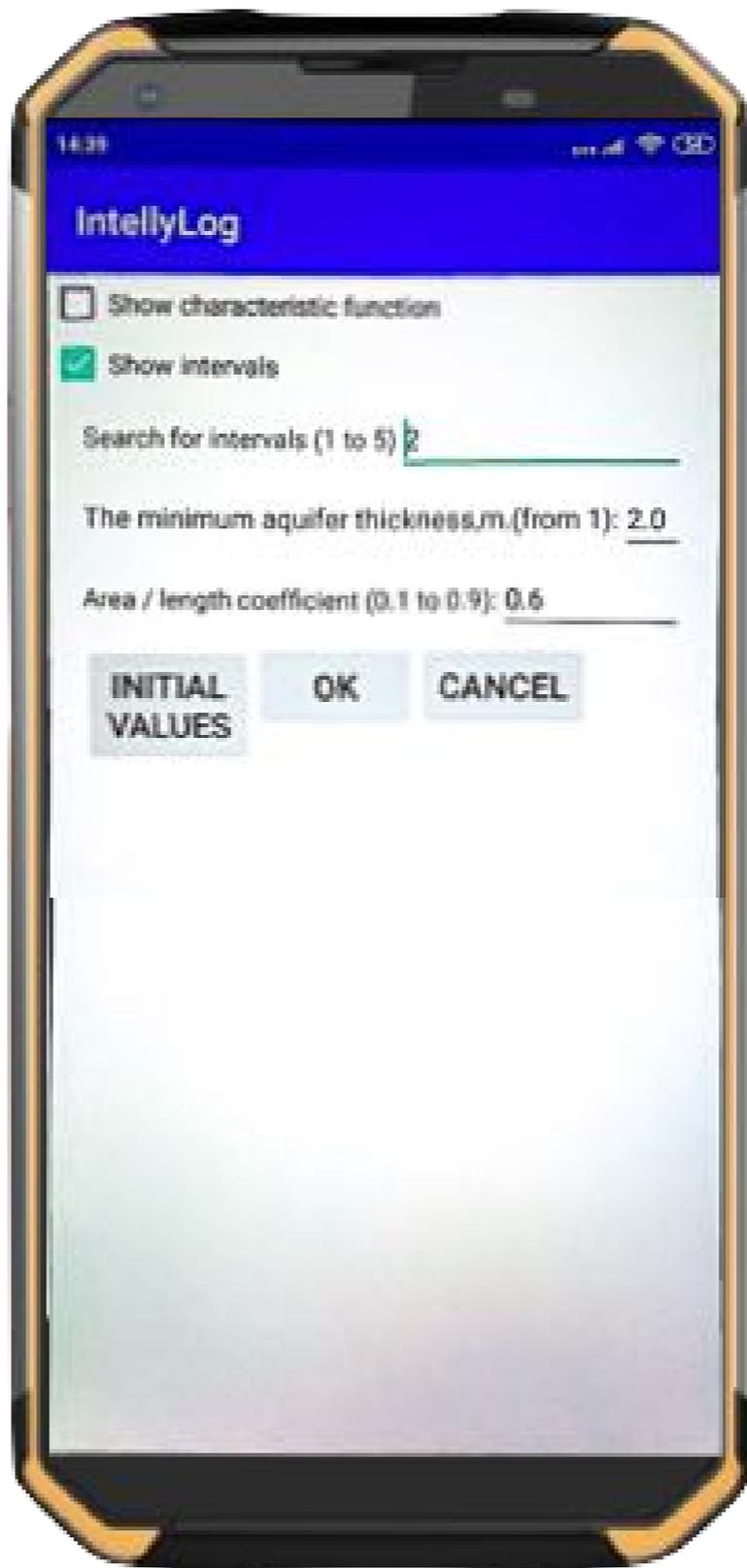
Intervals found: 2



Предпочтительные интервалы выбираются автоматически в соответствии с настройками дополнительных условий

В данном случае выбрано 2 интервала (25-29 м и 36-49 м).

# ПО IntellyLog



# IntellyLog



Результат виден на экране, может быть выгружен как pdf или таблица значений.