

**Сравнительный обзор
геофизических методов
исследования в инженерных
изысканиях**

Методы электроразведки

- геоэлектрика ...вся Земля
- нефтегазовая электроразведка ...до 10-20 км
- геотермальная электроразведка ...до 2-3 км
- рудная электроразведка ... до 1 км
- угольная электроразведка ...до 1 км
- Малоглубинная электроразведка...до 500 м

Направления малоглубинной геофизики:

- **Инженерно-геологическая геофизика** (решение сложных геологических задач под проектирование при строительстве)
- **Гидрогеологическая геофизика** (разведка подземных вод)
- **Мерзлотная геофизика** (изучение многолетнемерзлых пород: талики, островная мерзлота, многослойная мерзлота)
- **Экологическая геофизика** (нефтяные и химические загрязнения, свалки ТБО, хвостохранилища)

Инженерная
геофизика

- **Археологическая геофизика** (поиски городищ, поселений, захоронений, изучение фортификационных сооружений)
- **Техническая геофизика** (обследование трубопроводов, подземных коммуникаций, дорожные насыпи, дамбы, сваи, тоннели)
- **Военная геофизика** (поиски UXO, траншеи, бункеры , блиндажи и другой военной амуниции)

Геофизика
подземных
сооружений

- **Криминалистическая геофизика** (поиски захоронений, объектов)
- **Биолого-почвенная геофизика** (исследование искусственных и естественных полей растений и почв)

Малоглубинные методы

- Сейсморазведка

ОГТ
МПВ
НСП
Сейсмическое просвечивание
и томография

- Электроразведка

ЗСБ
ВЭЗ
Электропрофилирование
Электрическая томография
Георадар
Э/м профилирование
Радиоволновое просвечивание

- Методы ГИС

- Магниторазведка

- Гравиразведка

Применение методов по направлениям

- **Сейсморазведка** - инженерная геофизика: квазислоистая и контрастная среда
 - НСП - на море и акваториях
 - МПВ - одна (мах 2) контрастные границы и малые глубины
 - ОГТ - требуется детальный разрез на 30-50 м, много границ
 - СТ - наиболее ответственные с оценкой их состояния
- **ВЭЗ** - инженерная геофизика: линейные изыскания по проектированию трубопроводов в условиях ММП в труднопроходимых условиях, экспресс - оценки в стесненных условиях на большой территории, **В ГОРОДЕ**, до глубин 50 м
- **Электротомография** - наиболее ответственные с оценкой их состояния, **ВСЕ СЕЗОНЫ**
- **Электропрофилирование** — площадные и профильные детальные исследования — поиски аномальных объектов. **ЛЕТОМ**
- **Э/м профилирование** — площадные и профильные детальные исследования — поиски аномальных объектов
- **Бесконтактные измерения** - линейные и квазиплощадные измерения **ВСЕ СЕЗОНЫ**
- **Георадар** - линейные и площадные до глубины не более 5-10 м. **ВСЕ СЕЗОНЫ**

Применение методов по направлениям

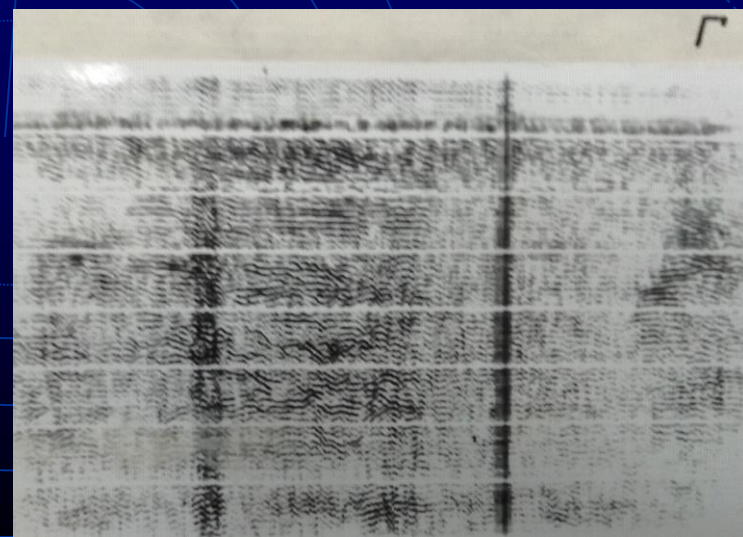
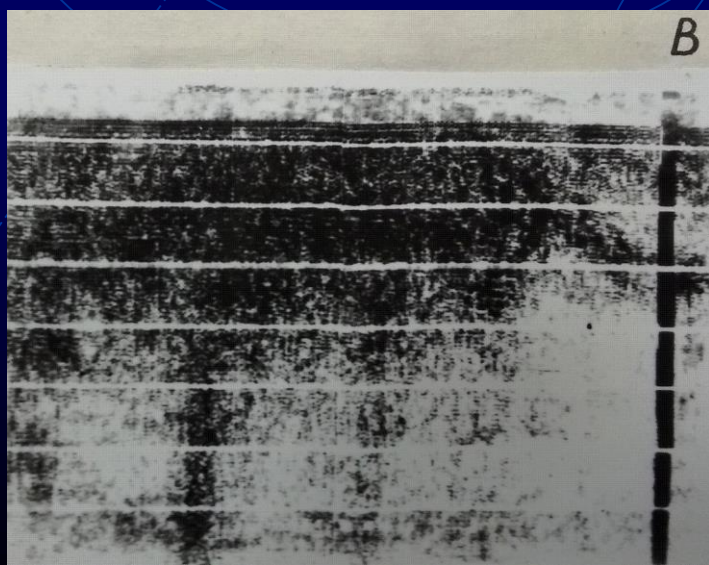
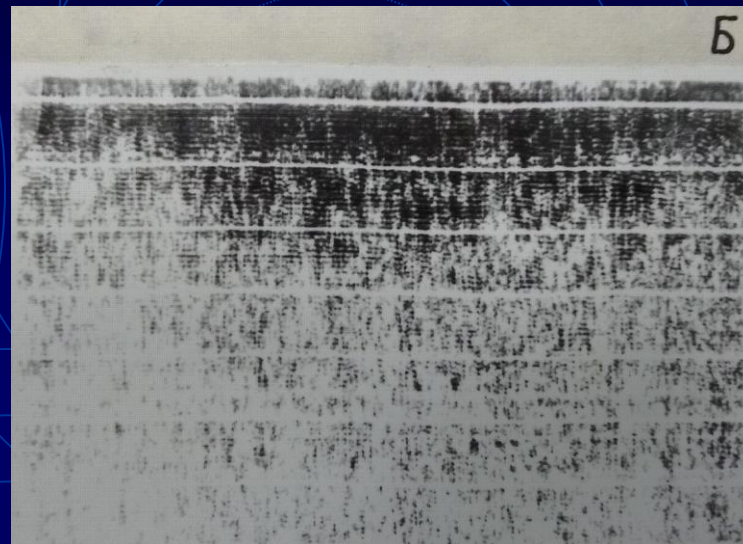
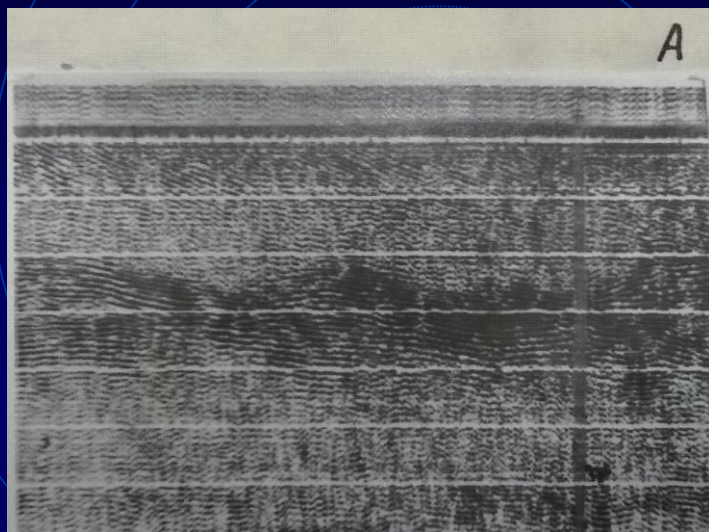
- **ЭТ** - ГНС, участки ответственных переходов и работ. Линейные и площадные до глубины 5 – 50 м. **ВСЕ СЕЗОНЫ**
- **ЗСБ** - Слоистые среды вне городов. **ВСЕ СЕЗОНЫ**
- **РВП** - большая глубина искомых объектов по сравнению с мощностью, неоднородный разрез. Наличие скважин до глубин, соизмеримых с расстоянием между ними. От 20 м и глубже. Верхние 5 м не обследуются. В скважинах не нужна вода. Обсадка скважин пластиком.
- **Магниторазведка** - высокая точность, высокая производительность, всепогодность, множество производителей. Решение специфических задач: трубопроводы, картирование разломной тектоники, археология, почвы. Неумение решать литологических задач для осадочного чехла
- **Гравиразведка** — есть высокоточный инструмент, но его не имеет промышленного уровня использования

The background of the slide is a solid dark blue. Overlaid on this background are several thin, light blue concentric circles of varying diameters. These circles are centered at different points, creating a complex, overlapping pattern. Additionally, there are a few thin, light blue lines that intersect the circles at various angles, further enhancing the geometric design.

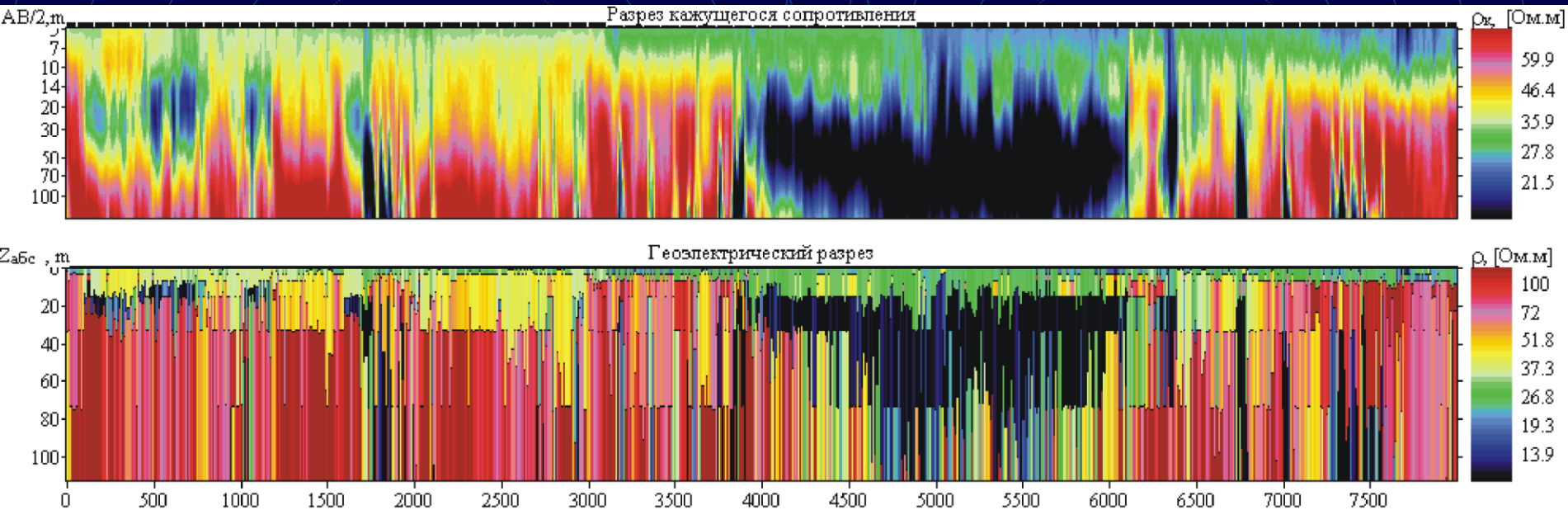
Комплексирование электроразведки и сейсморазведки при решении инженерно-геологических задач

1980 г. р. Москва

Непрерывное сейсмоакустическое профилирование



Результаты непрерывных электрических зондирований НЭЗ на р. Москва (800 точек ~ 25 км)

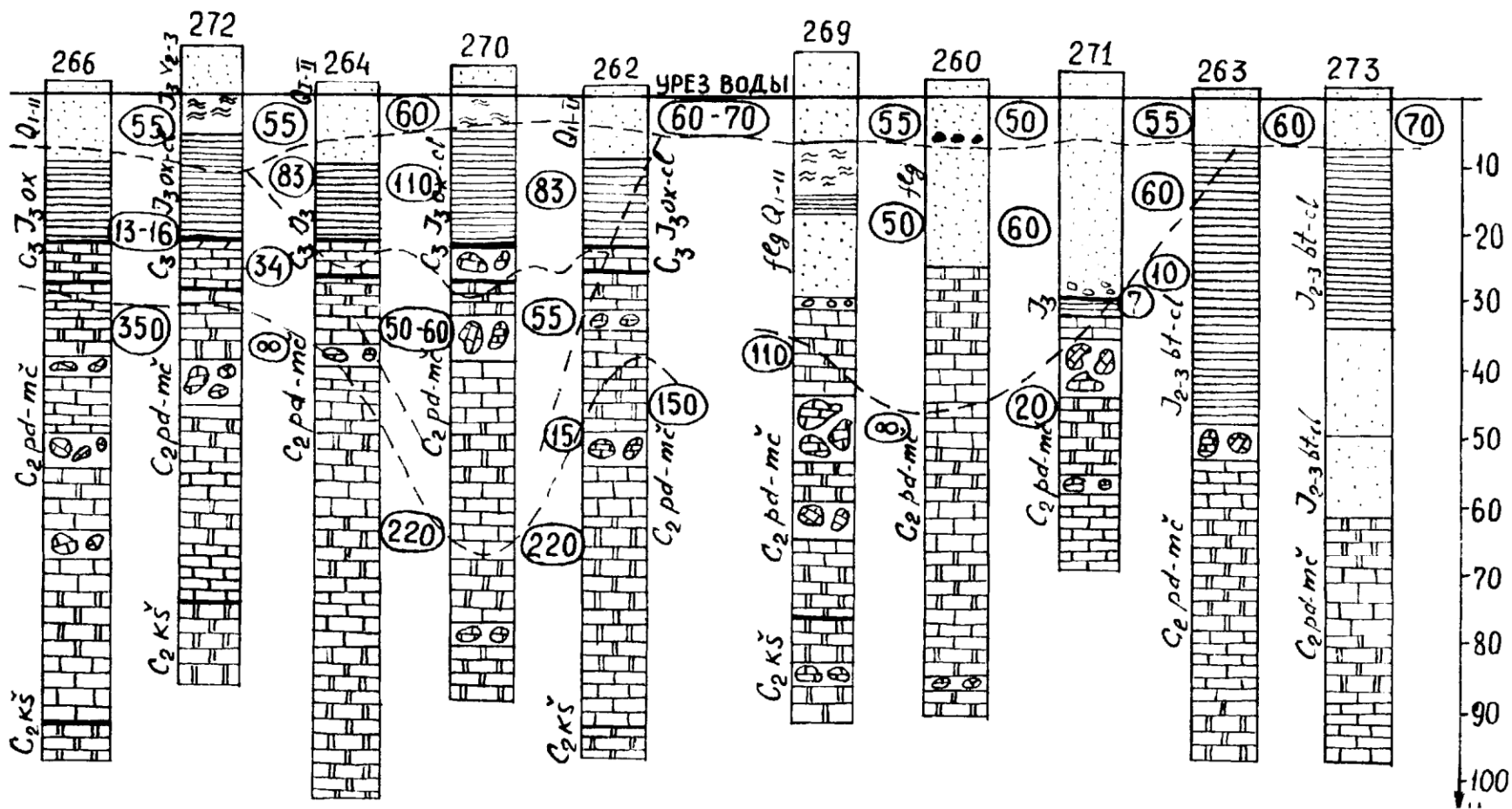


✕ А – разрез кажущегося сопротивления

✕ Б – геоэлектрический разрез по результатам формальной 1D-инверсии

1980 Г. РЕКА МОСКВА

Результаты заверки геофизических данных

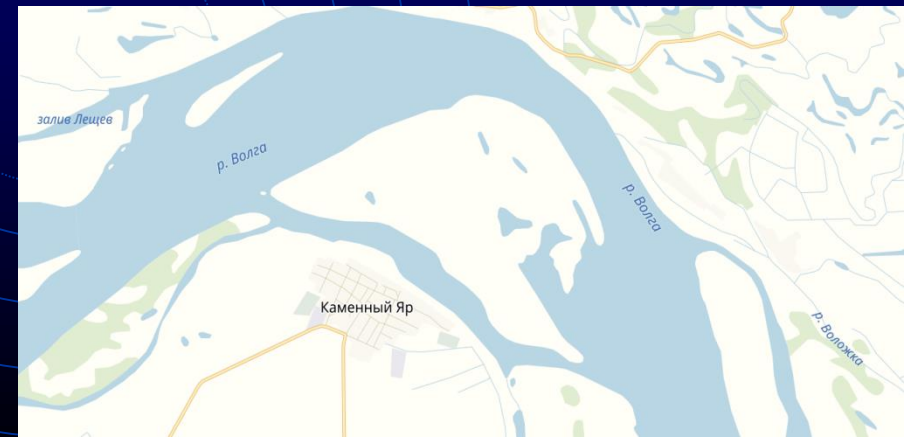
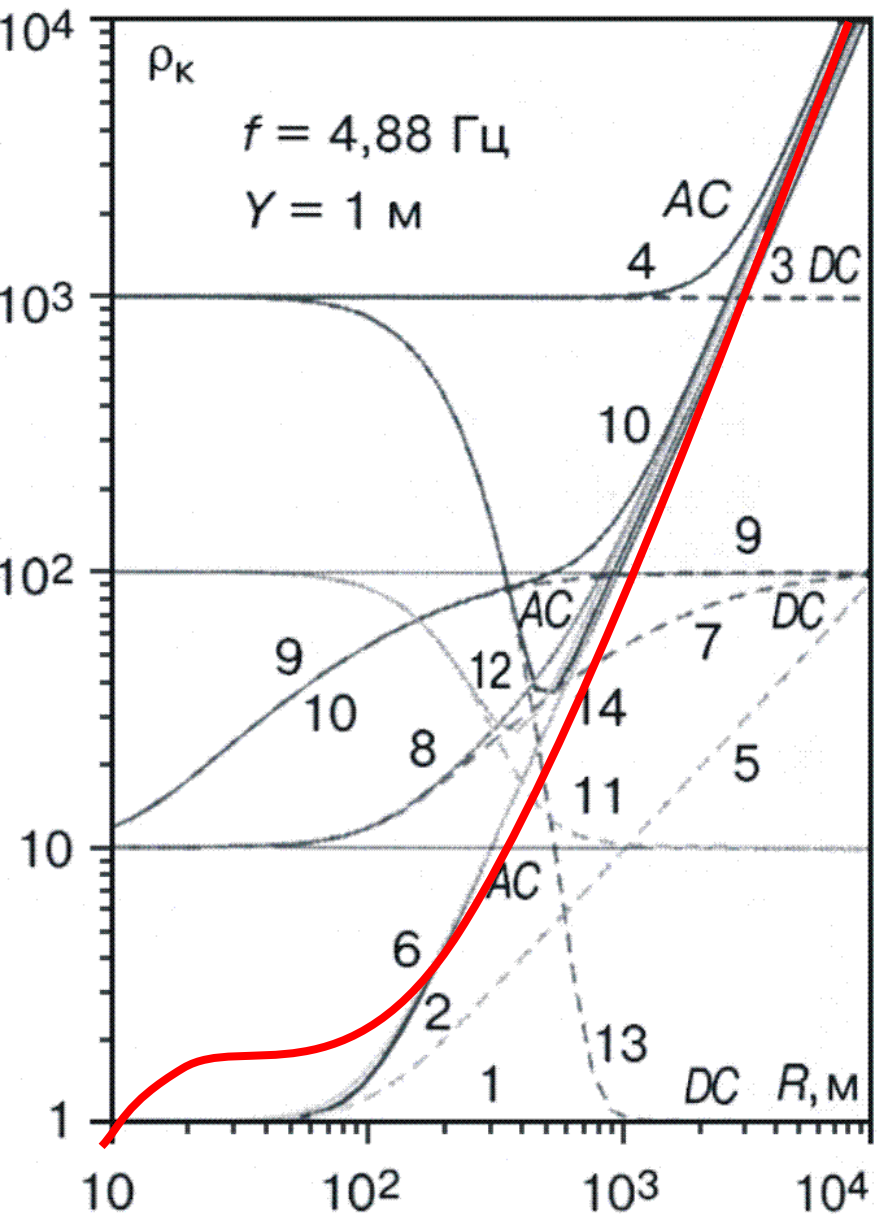


НИЖНЯЯ ВОЛГА. 1980

ВЫСОКО – ПРОВОДЯЩИЙ РАЗРЕЗ -
СИЛЬНЫЕ ИНДУКЦИОННЫЕ
ИСКАЖЕНИИ КРИВЫХ ВЭЗ

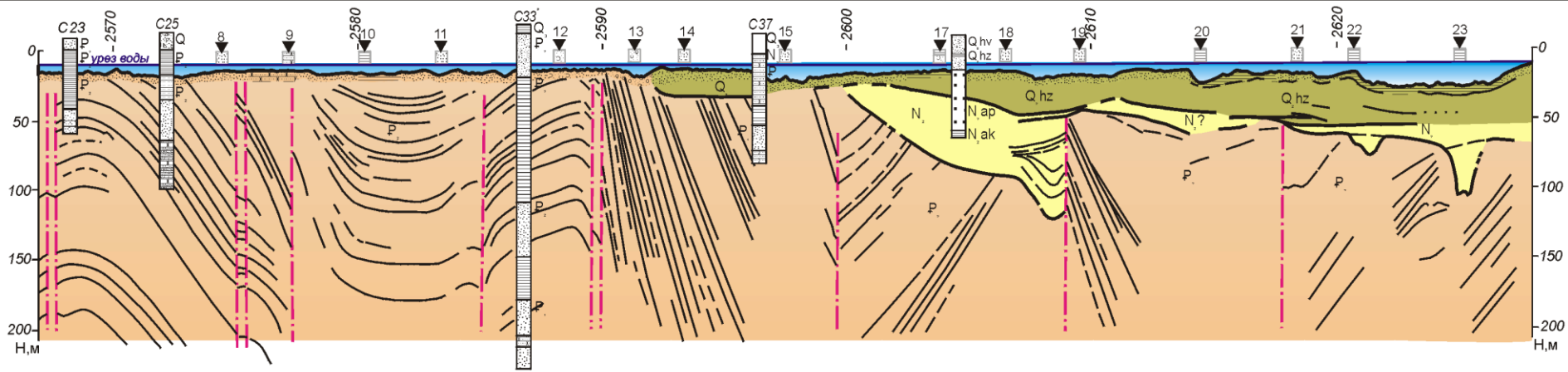
Кривые ВЭЗ

для двухслойной и
однослойной моделей
на постоянном (DC) и
переменном (AC) токе



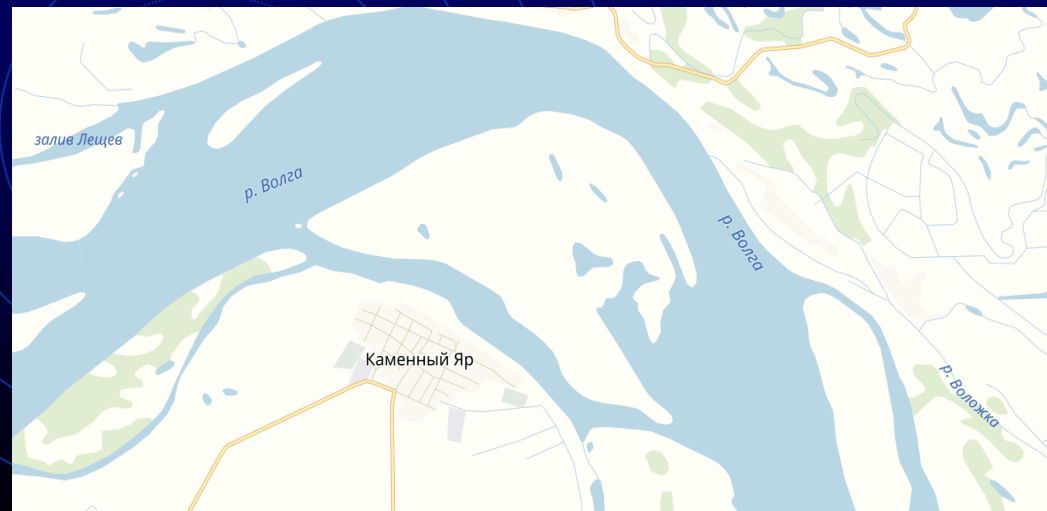
Нижняя Волга. 1980 г.

Геолого-геофизический разрез в районе Каменного Яра



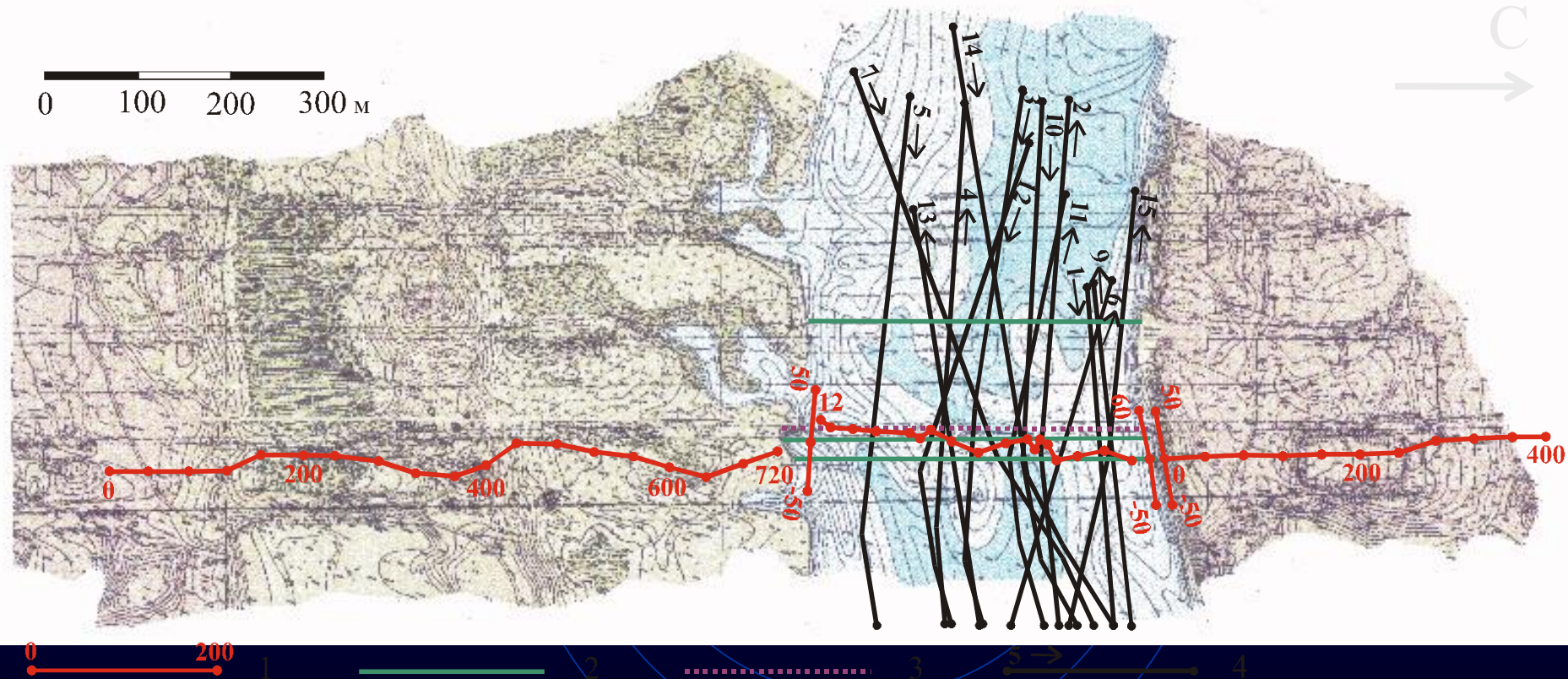
✕ Сейсморазведка методом НСП

✕ Градиент естественного поля

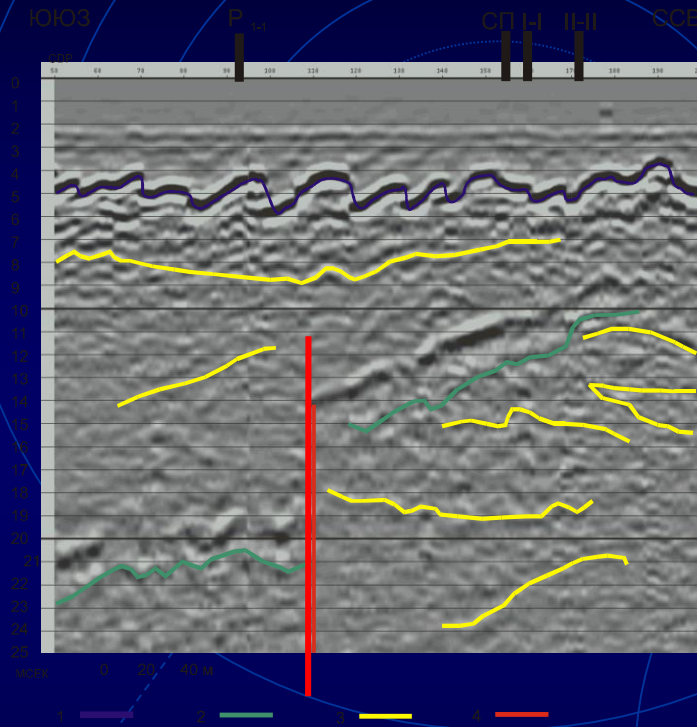


1996 г. Переход через р. Ока

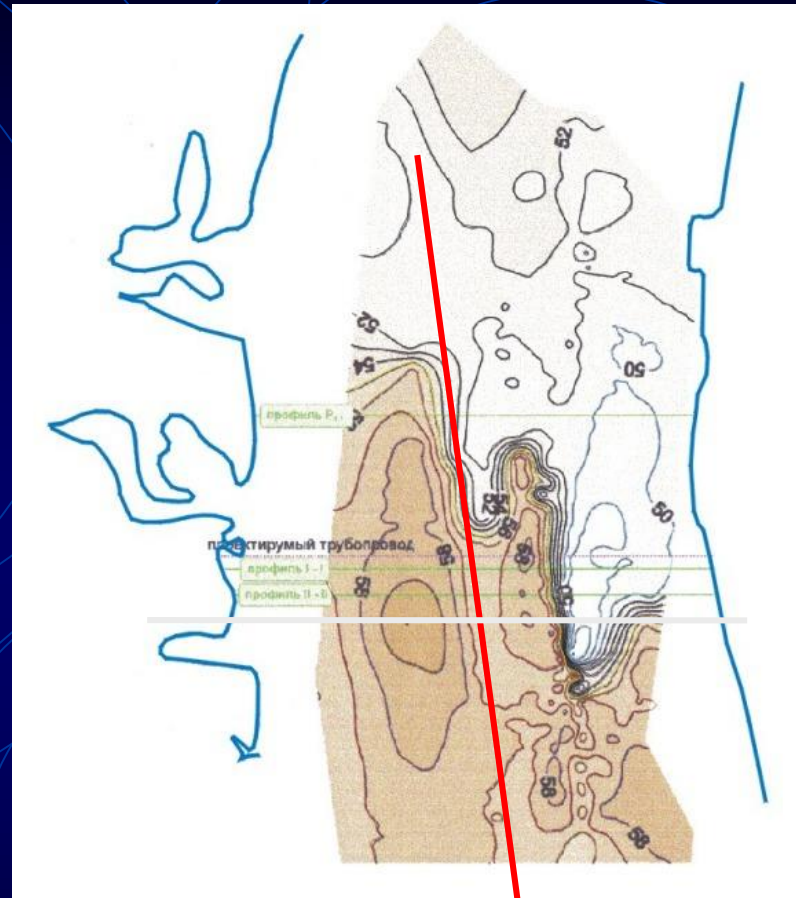
План профилей НСП, профиль бурения и ВЭЗ



1996 г. Переход через р. Ока



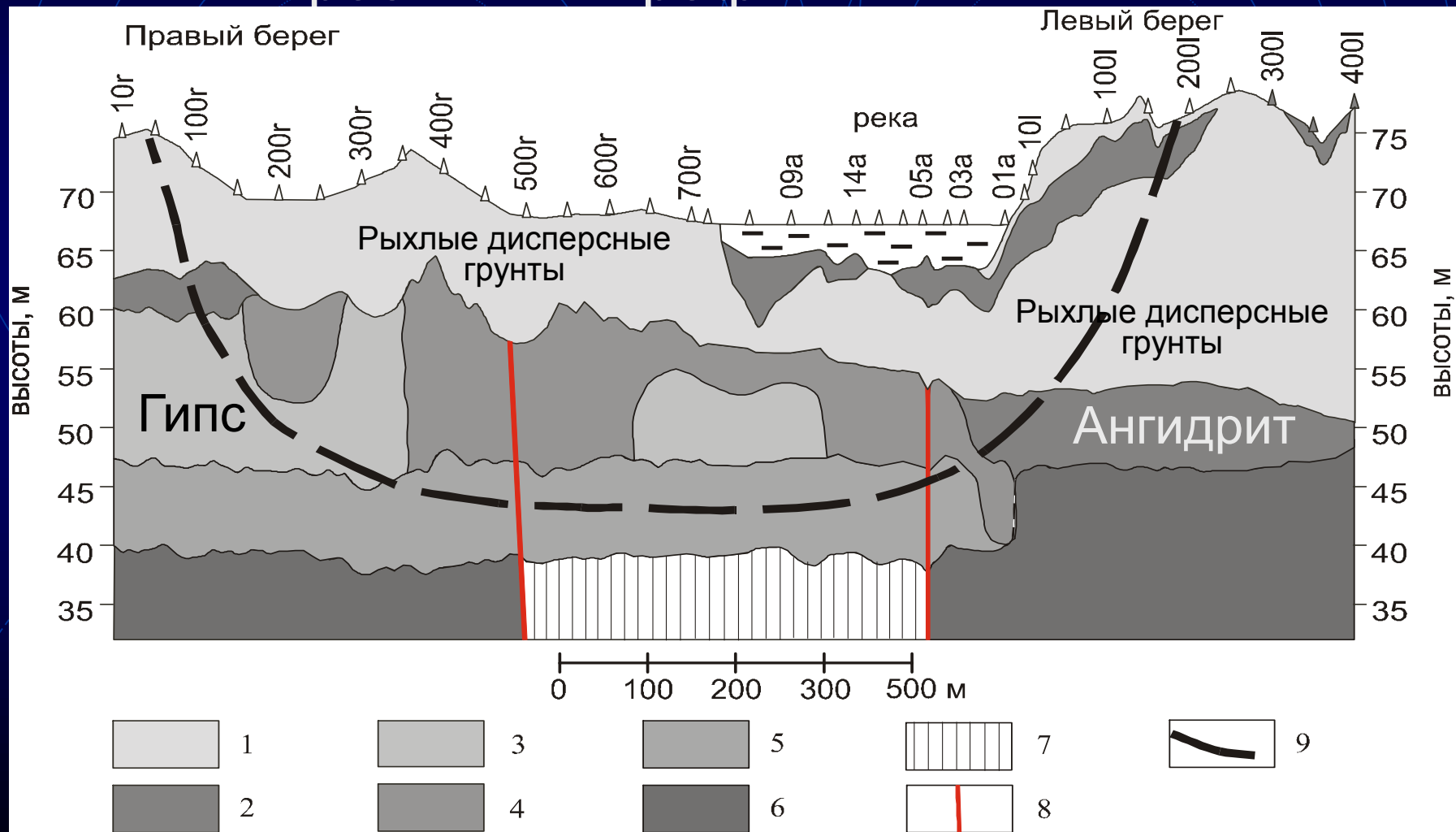
Пример
сейсмической
записи после
обработки



Структурная карта кровля
гипсовых отложений, построенная
по результатам интерпретации
данных сейсмоакустики

1996 год. Переход через р. Ока

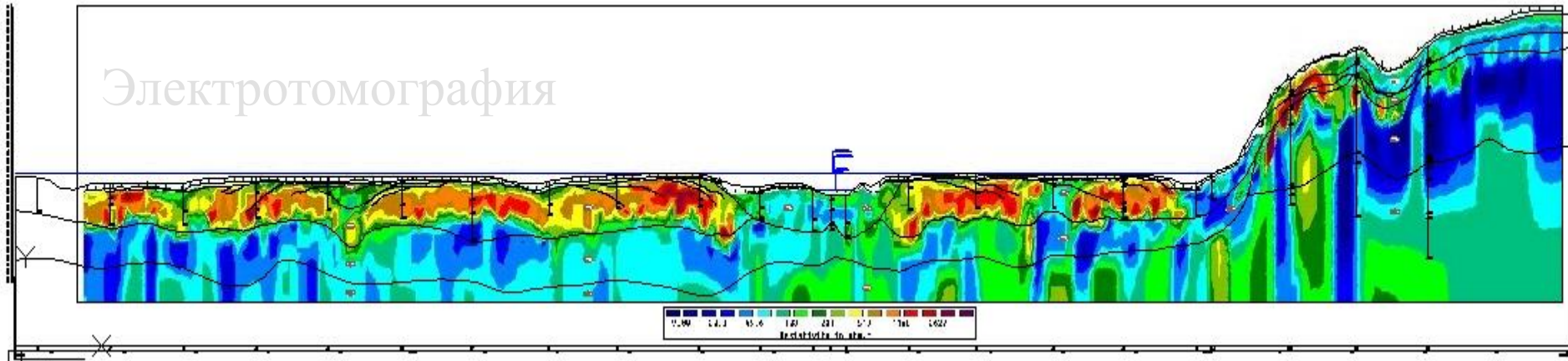
Проектный профиль ГНБ



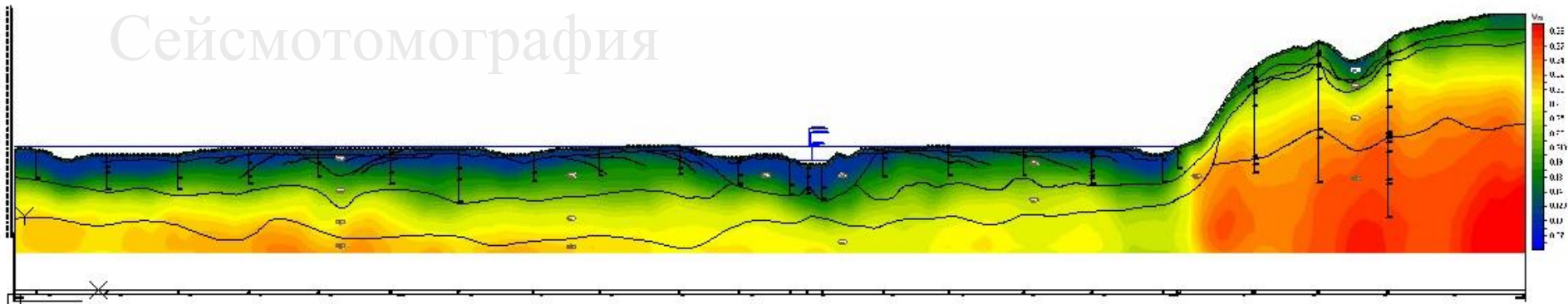
2009 - 2012 гг. Притоки р. Обь

1-ый переход

Электротомография



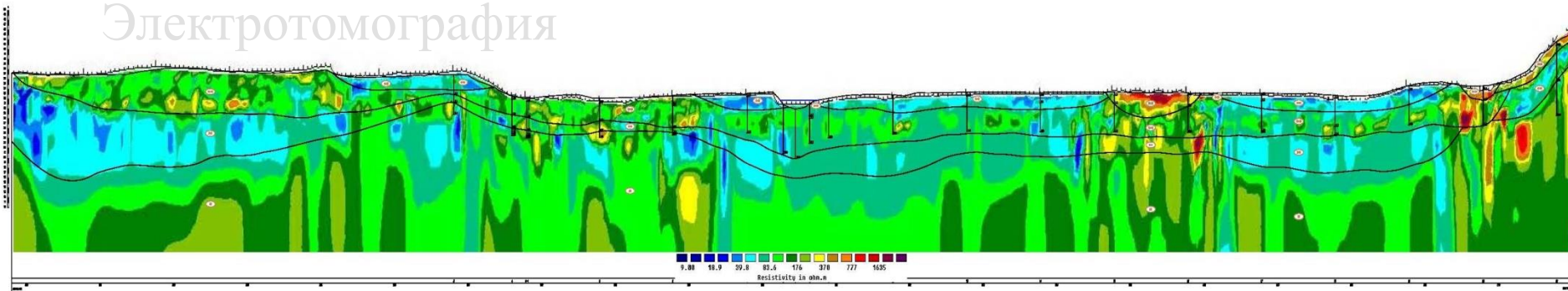
Сейсмотомография



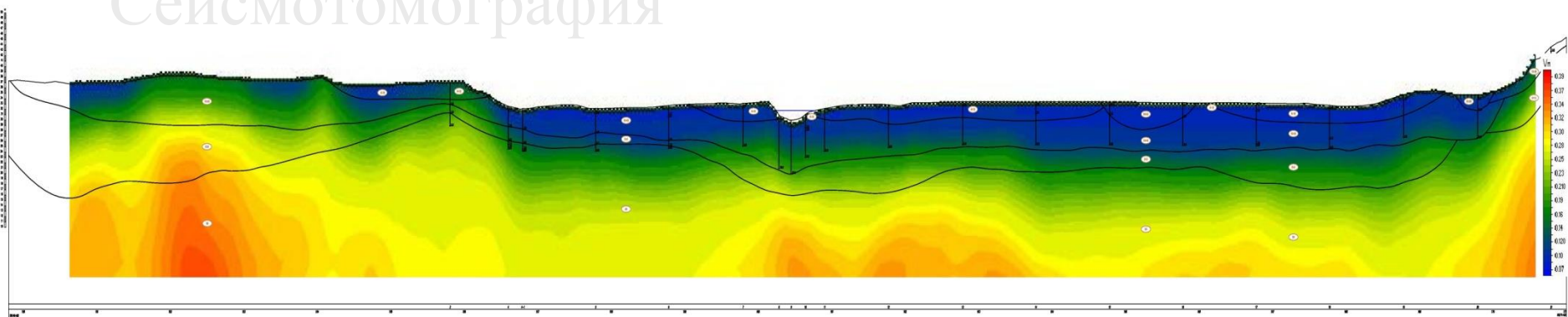
2009 - 2012 гг. Притоки р. Обь

2-ой переход

Электротомография

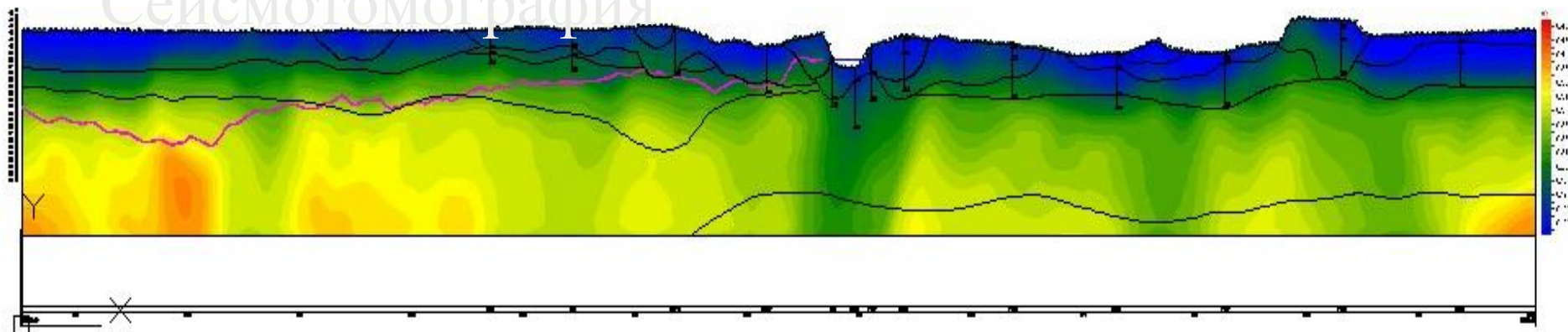


Сейсмотомография



3-ий переход

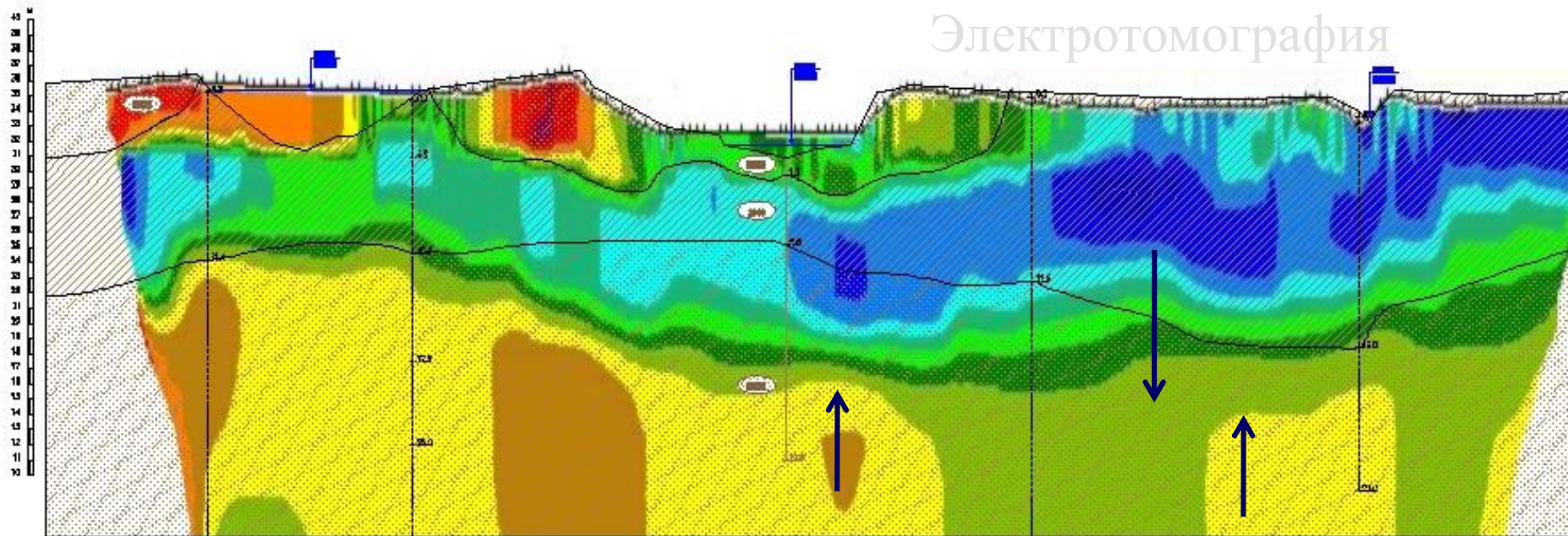
Электротомография



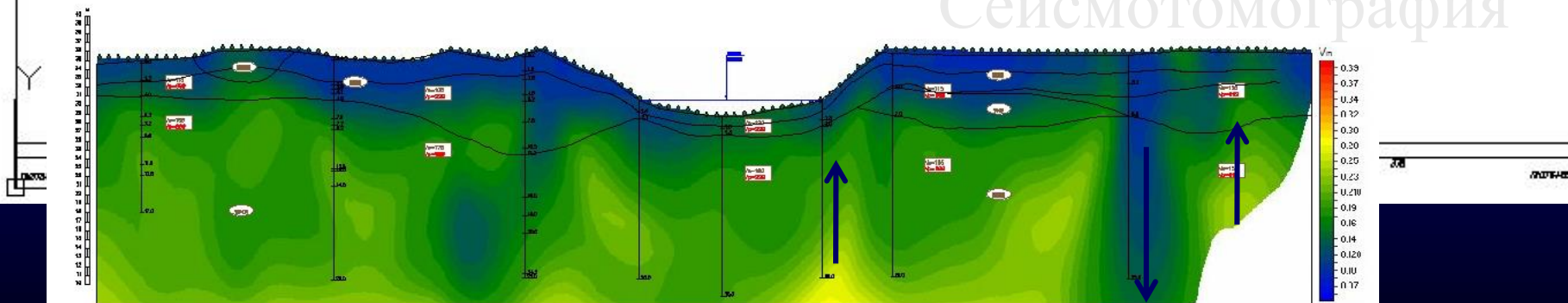
2009 - 2012 гг. Притоки р. Обь

4-ый переход

Электротомография



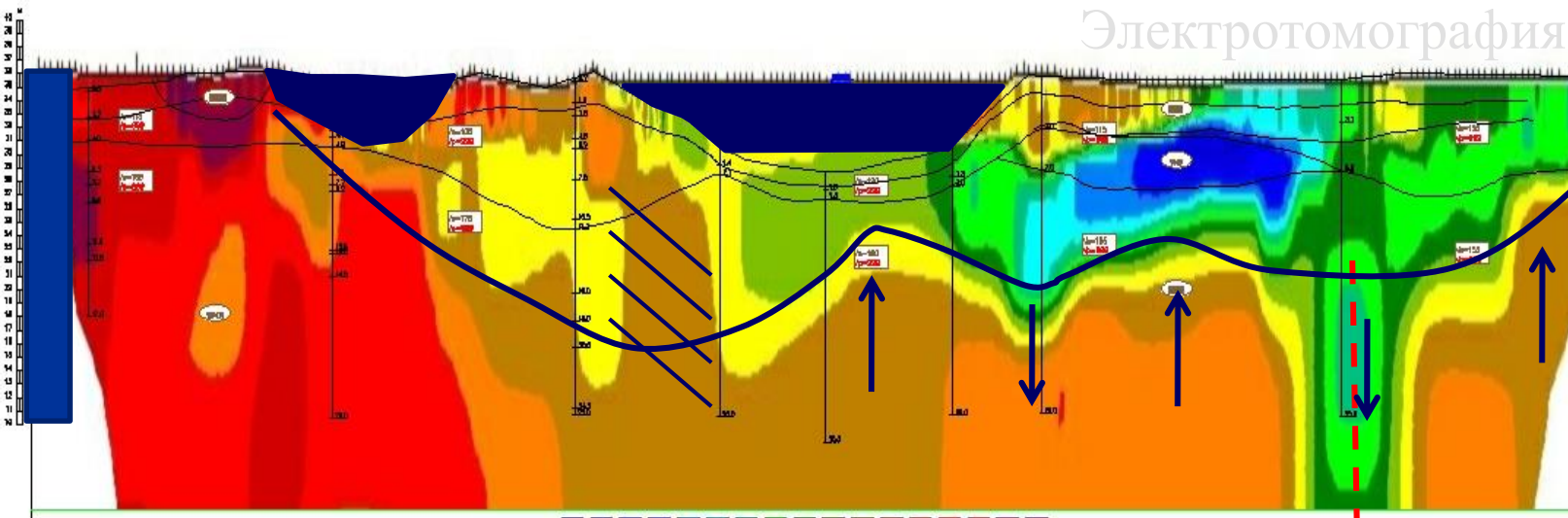
Сейсмотомография



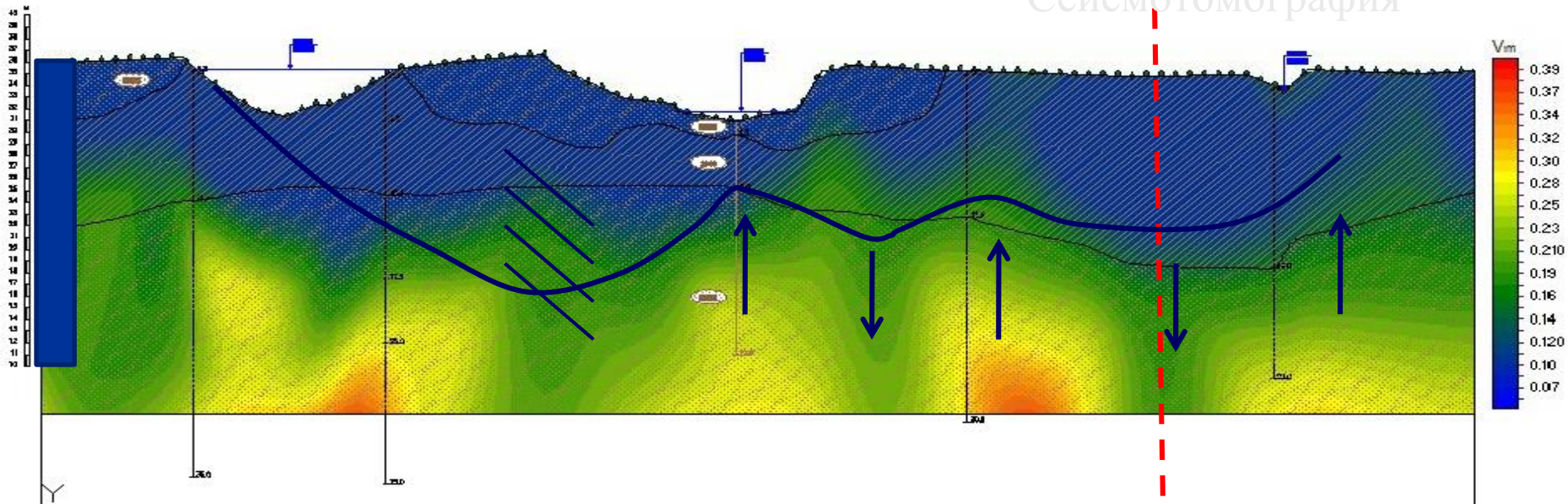
2009 - 2012 гг. Притоки р. Обь

5-ый переход

Электротомография



Сейсмотомография



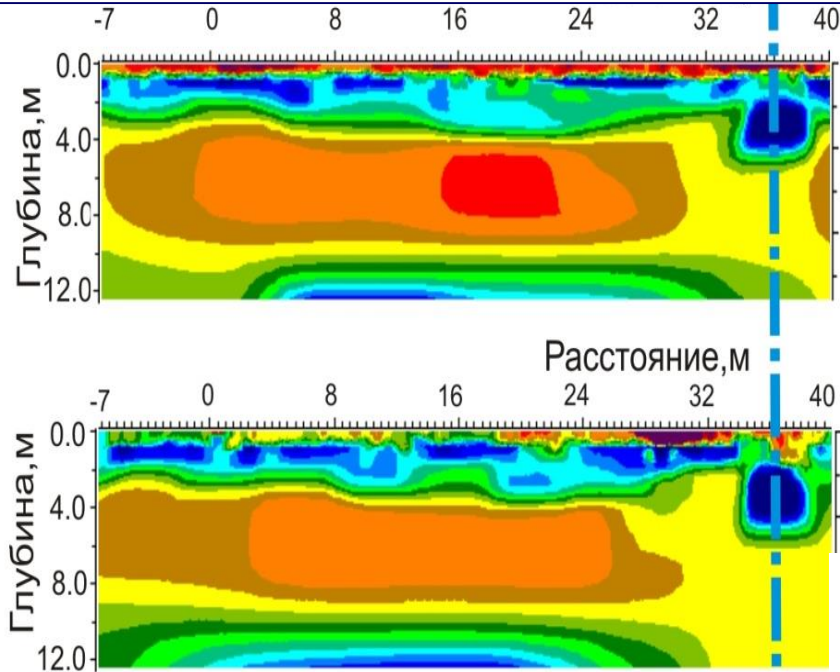
Выводы

по горизонтально-слоистым комплексам

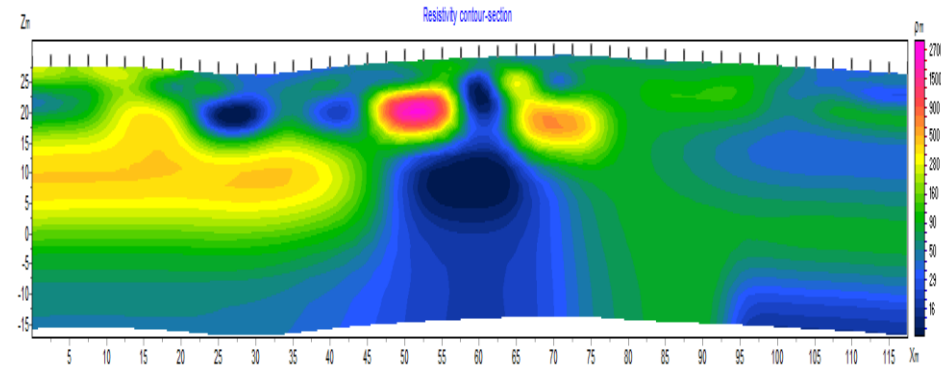
1. ЭТ отражает литологию
2. СТ отражает плотность
3. ЭТ более контрастно
4. СТ более сглажено
5. Диапазон изменений свойств в ЭТ больше, чем в СТ
6. Скорость выполнения ЭТ примерно в три-пять раз выше чем в СТ
7. Глубина исследования в СТ примерно в 1.5 раза меньше чем в ЭТ
8. Результаты ЭТ очень сильно зависят от действия принципа эквивалентности и на 2D разрезах инверсии возникают артефакты (т.е. мнимые виртуальные изображения)

1. Артефакты в Контрастных средах: *проводники*

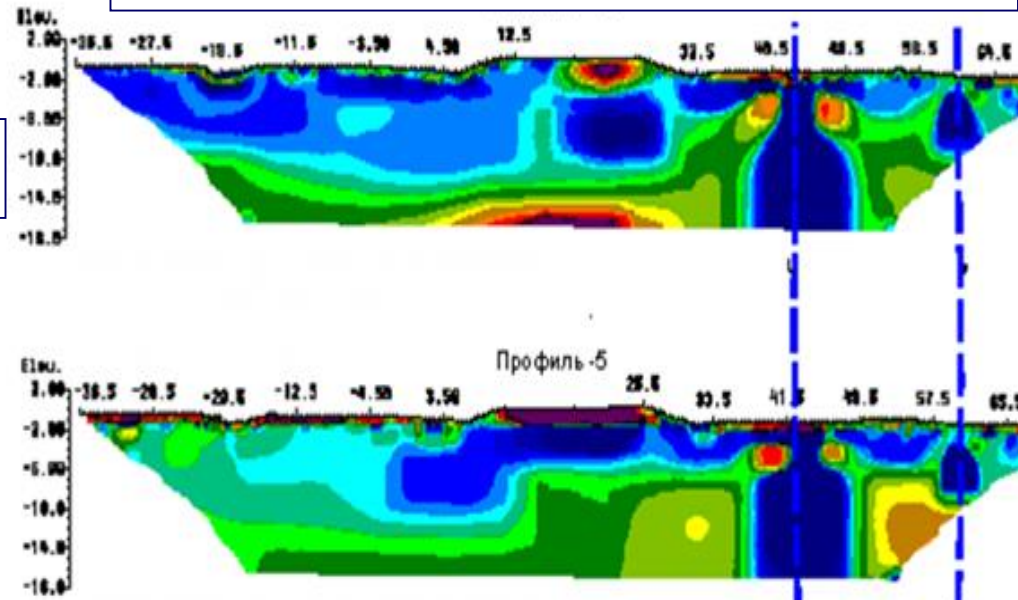
Железная дорога октябрь 2009



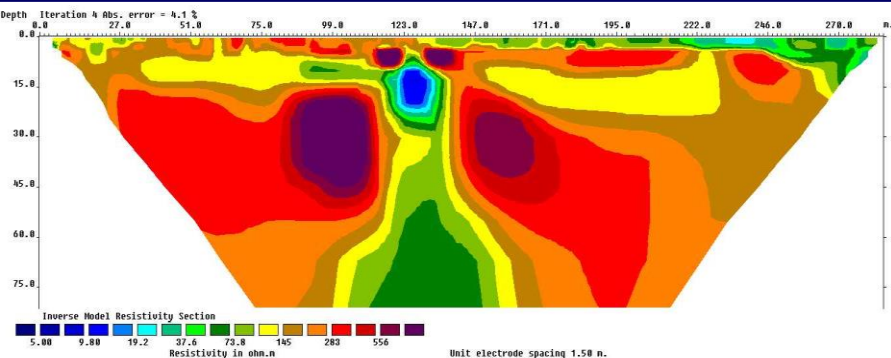
Гурзуф март 2017



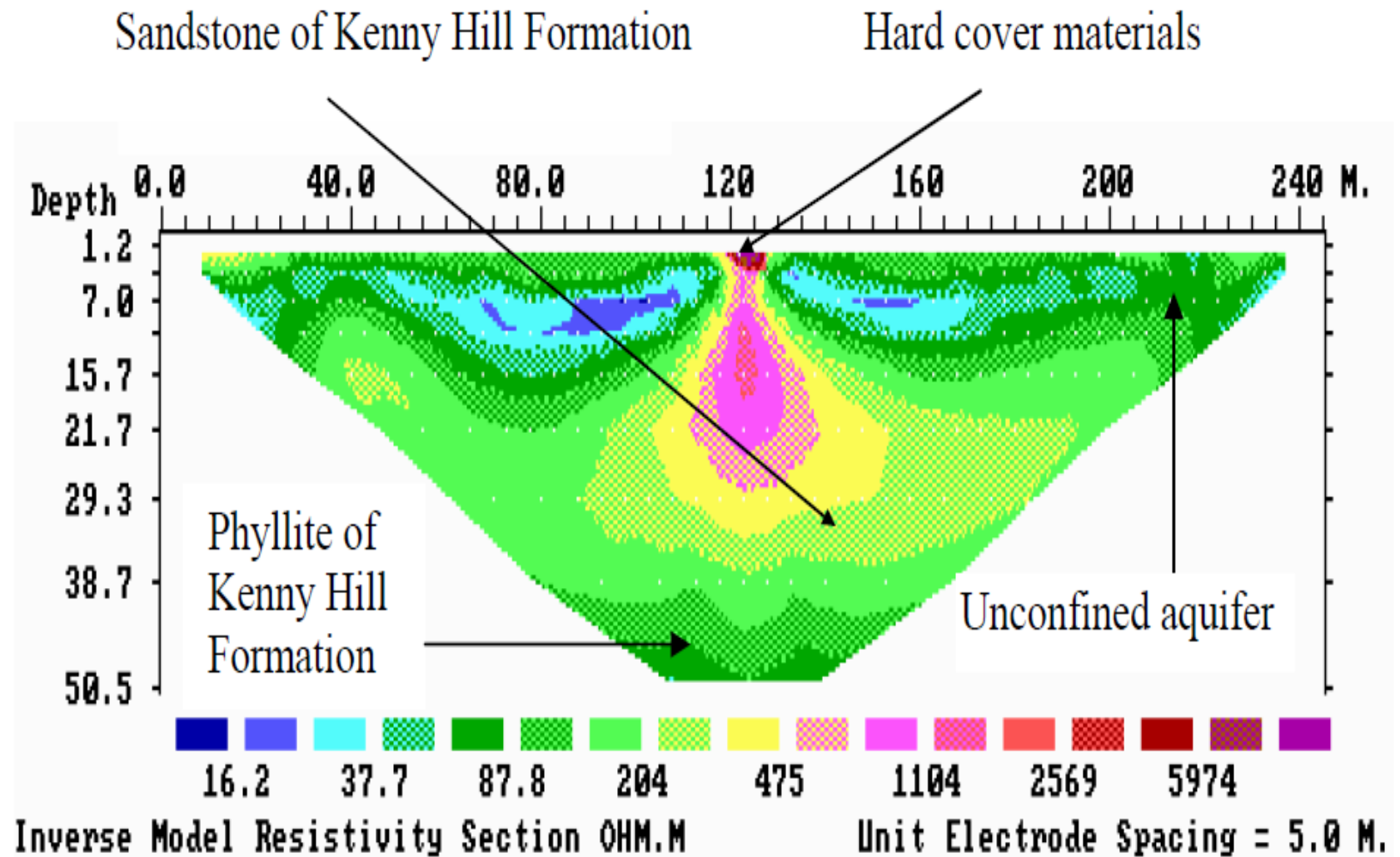
Автомобильная дорога в Ярославской обл октябрь 2009



Севастополь март 2017

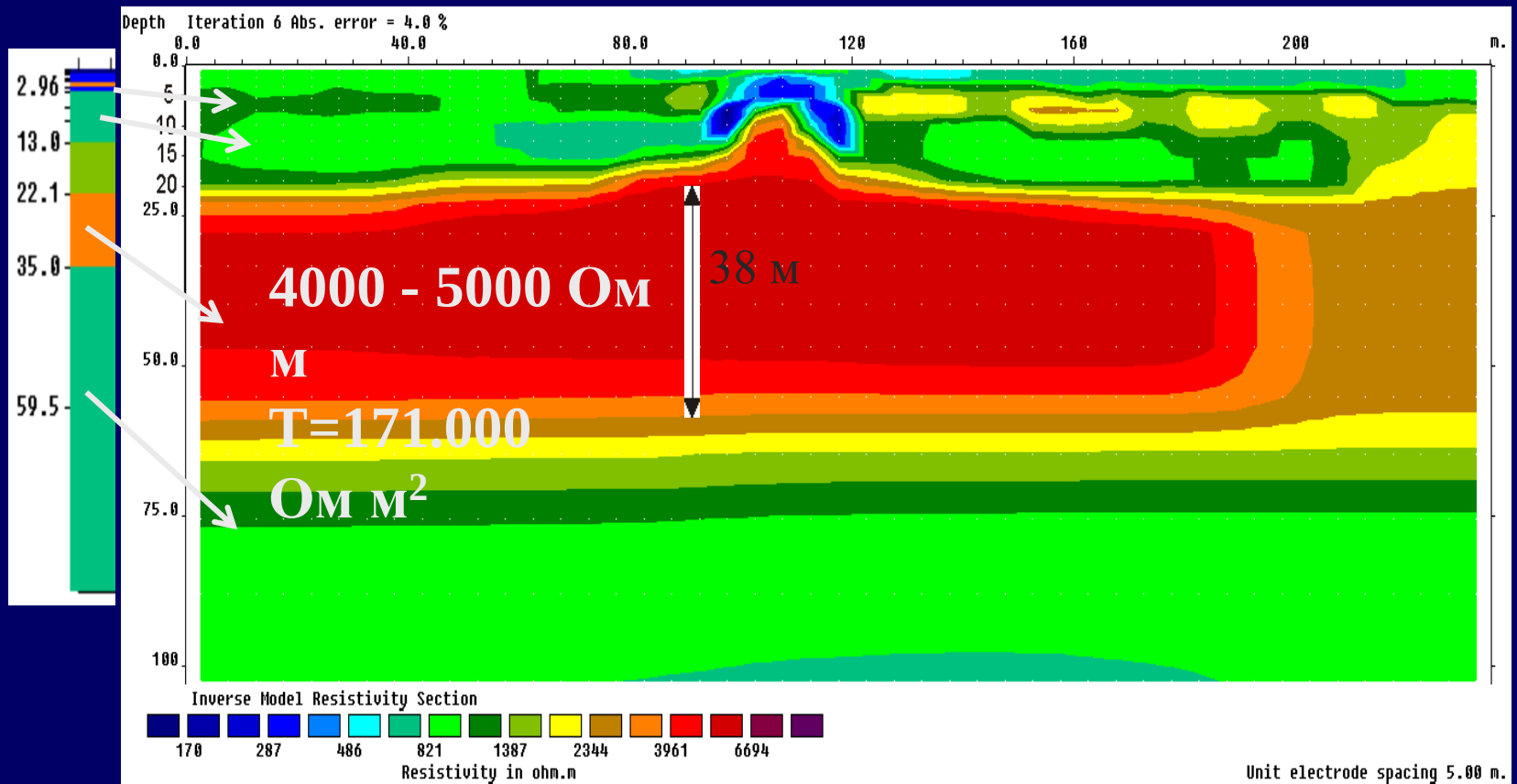


2. Артефакты в Контрастных средах: *изоляторы*

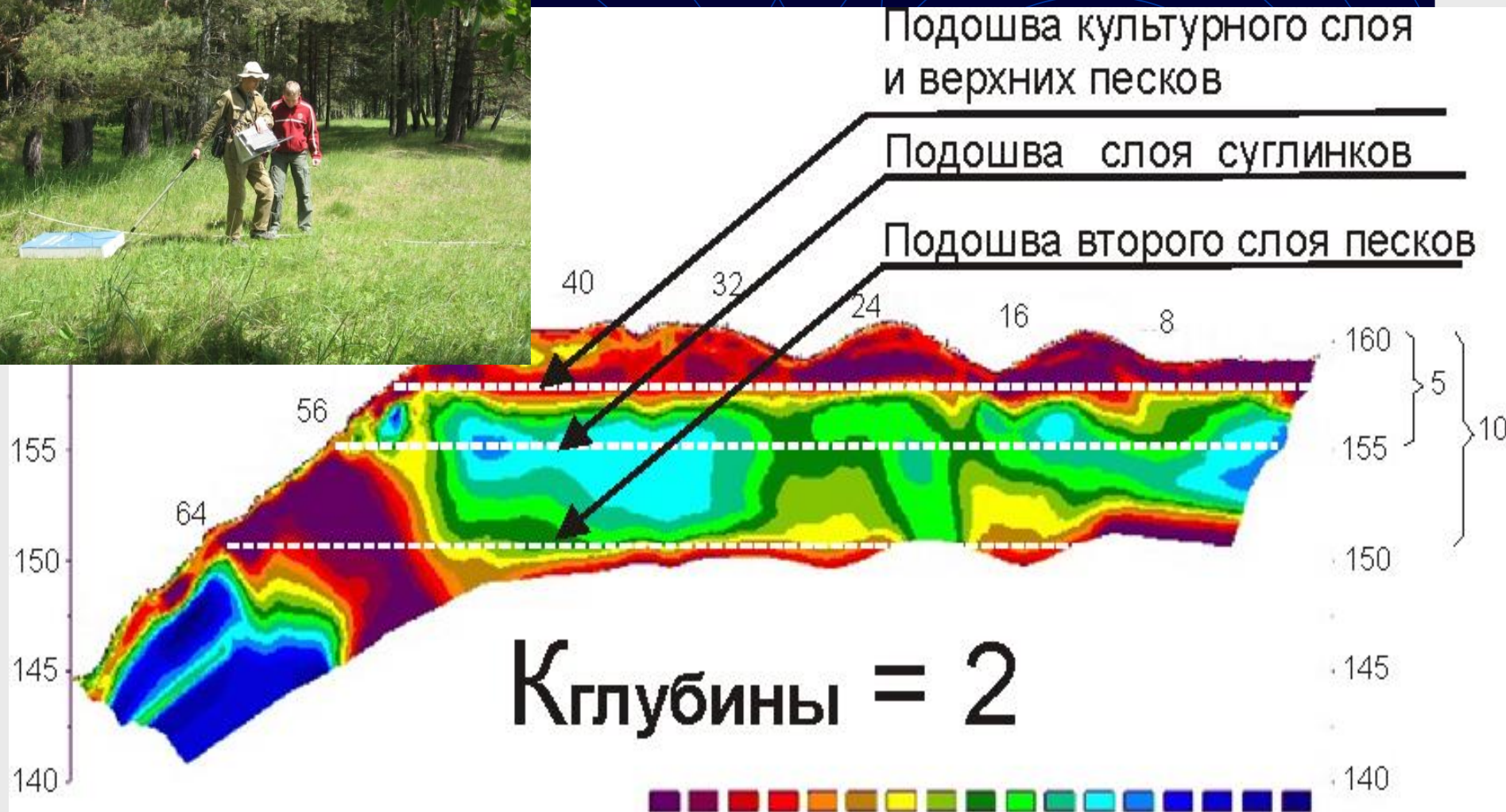


Distribution of Electrical Resistivity Values, along Bukit Jalil Line 5.

2. Проявление принципа эквивалентности: разрастание мощностей

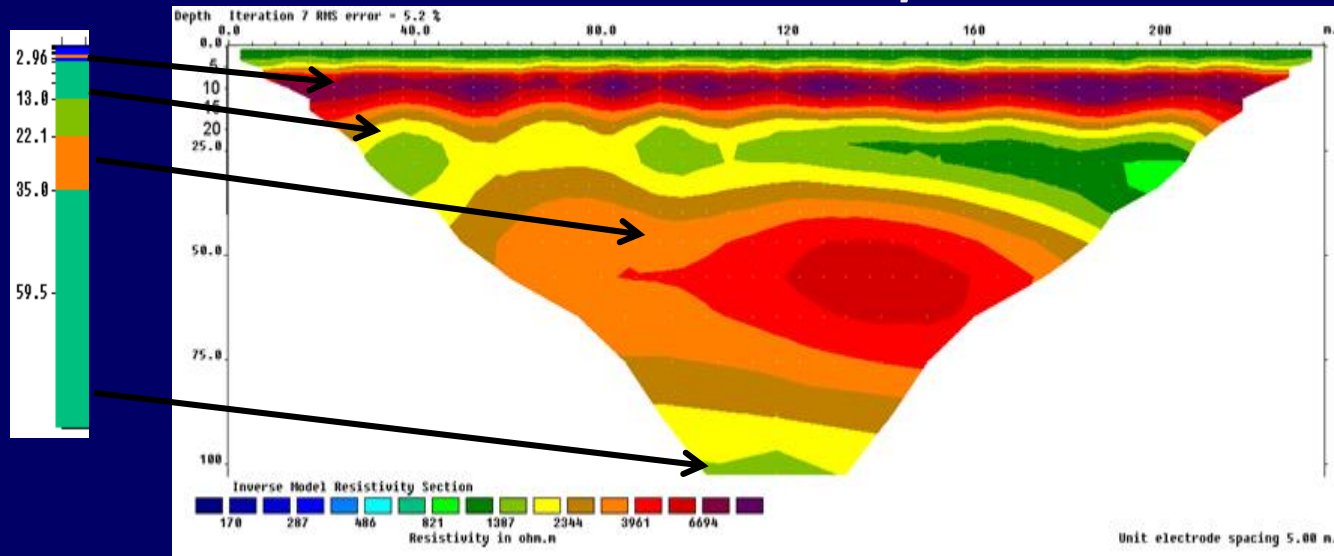


ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ НА АЛЕКСАНДРОВСКОМ ГОРОДИЩЕ. 7 СЕНТЯБРЯ 2008 Г.

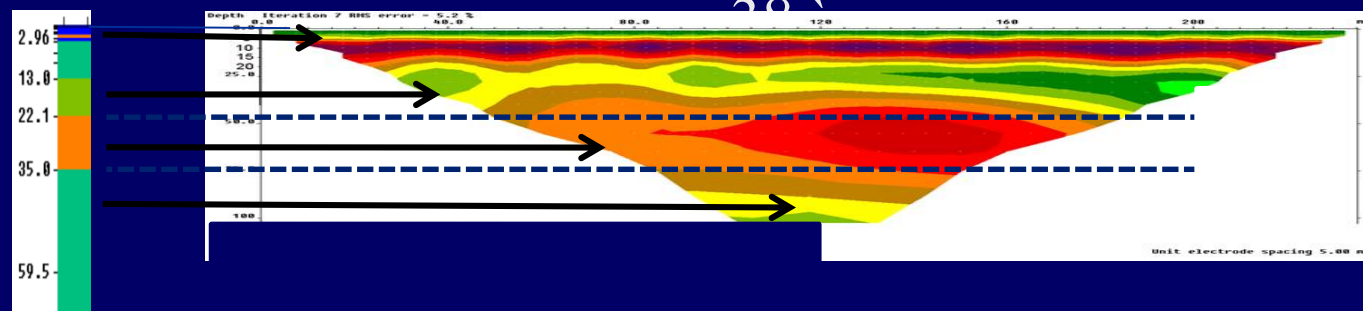


3. Слоистая среда: трансформация глубин

Модель 3: $h_1=2$ $\rho_2=50000$



До сжатия



После
сжатия

- Коэффициент сжатия 2,2. Глубина исследования составляет не 100 м, а 40-45 м.
- Для того, чтобы получить гарантированный результат, нужно увеличить глубину исследования в два-три раза, а для третьего случая мы имеем коэффициент сжатия 3,0-3,5.

4. Влияние рельефа: курган

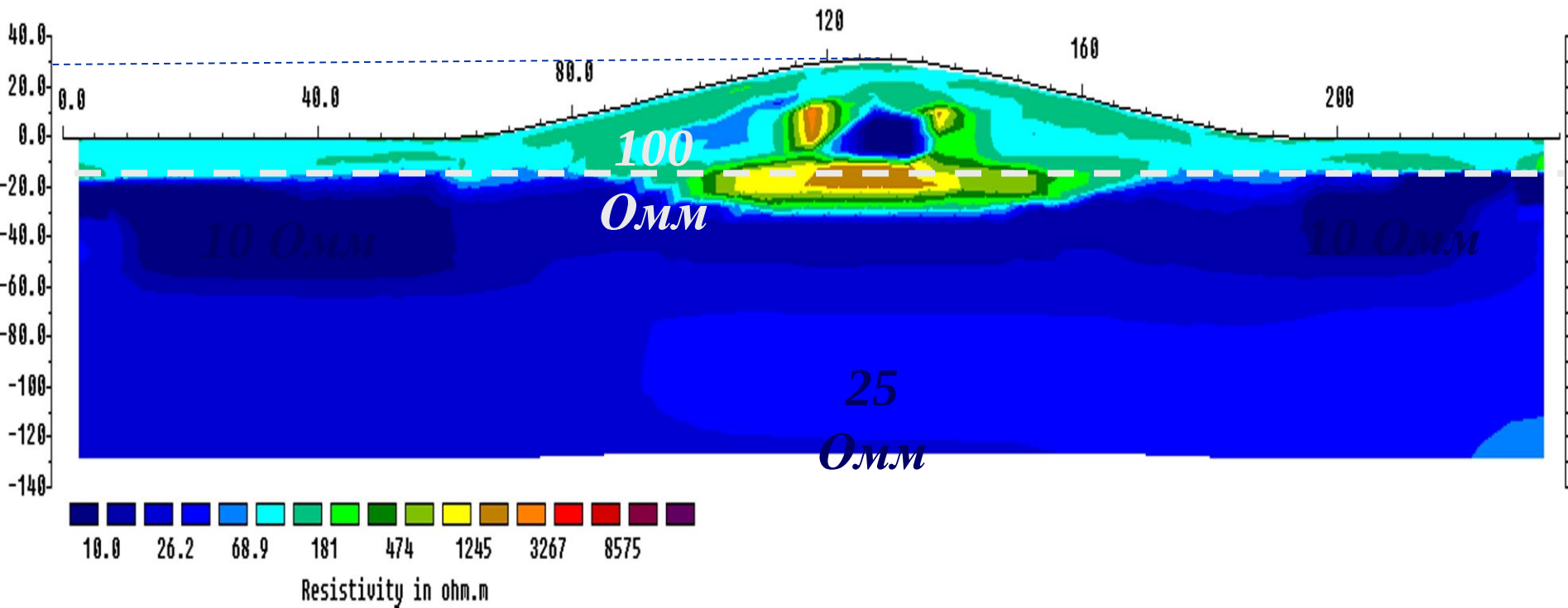
(математическое моделирование)

Вывод программы на model'nom rel'efe

Model resistivity with topography

Iteration 7 Abs. error = 3.6

Elevation



Unit Electrode Spacing = 5.00 m.

Horizontal scale is 27.34 pixels per unit spacing

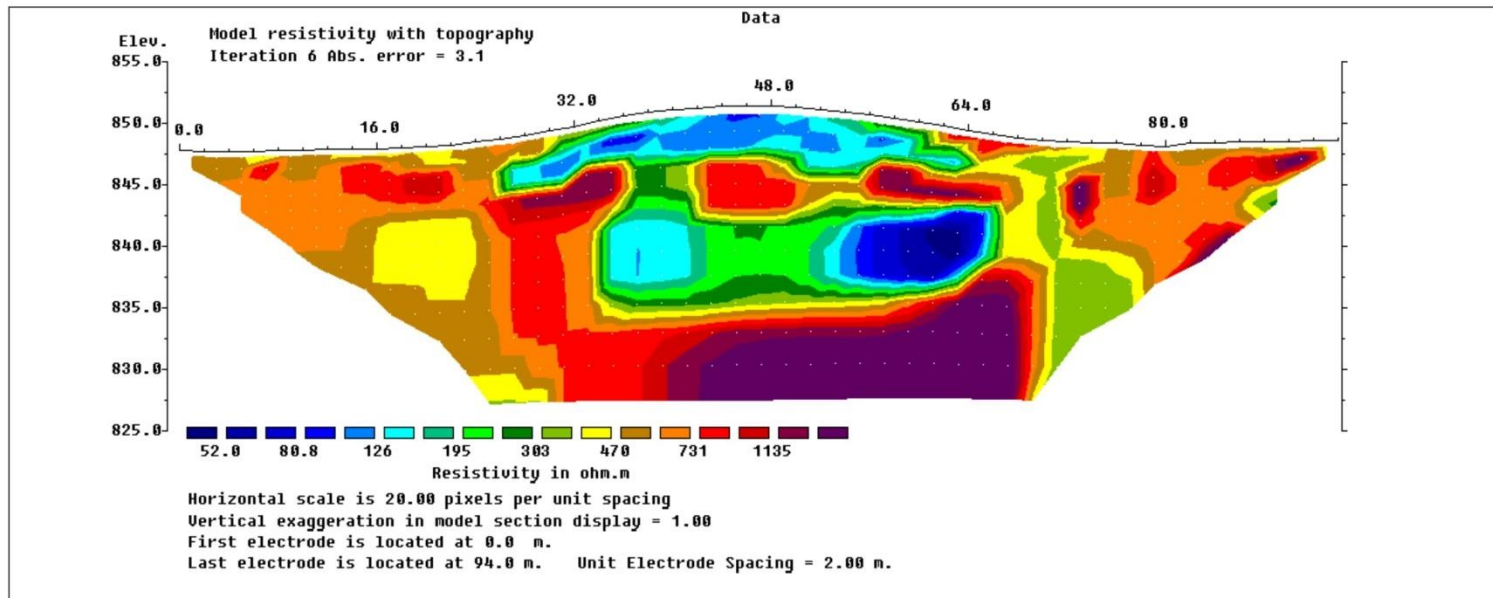
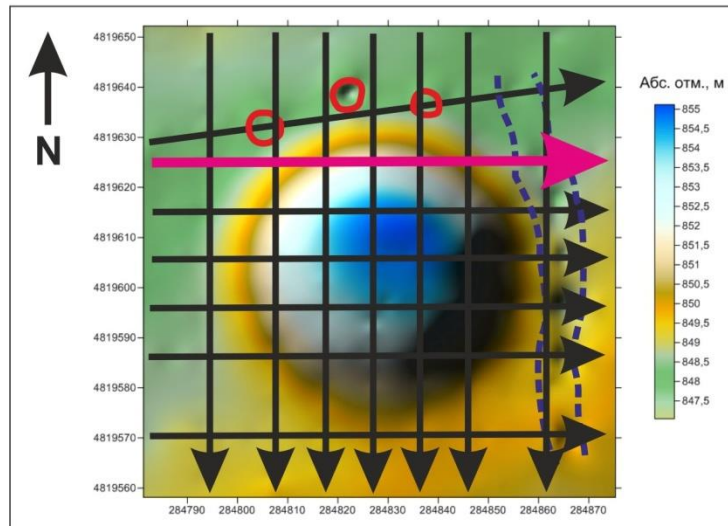
Vertical exaggeration in model section display = 0.20

First electrode is located at 0.0 m.

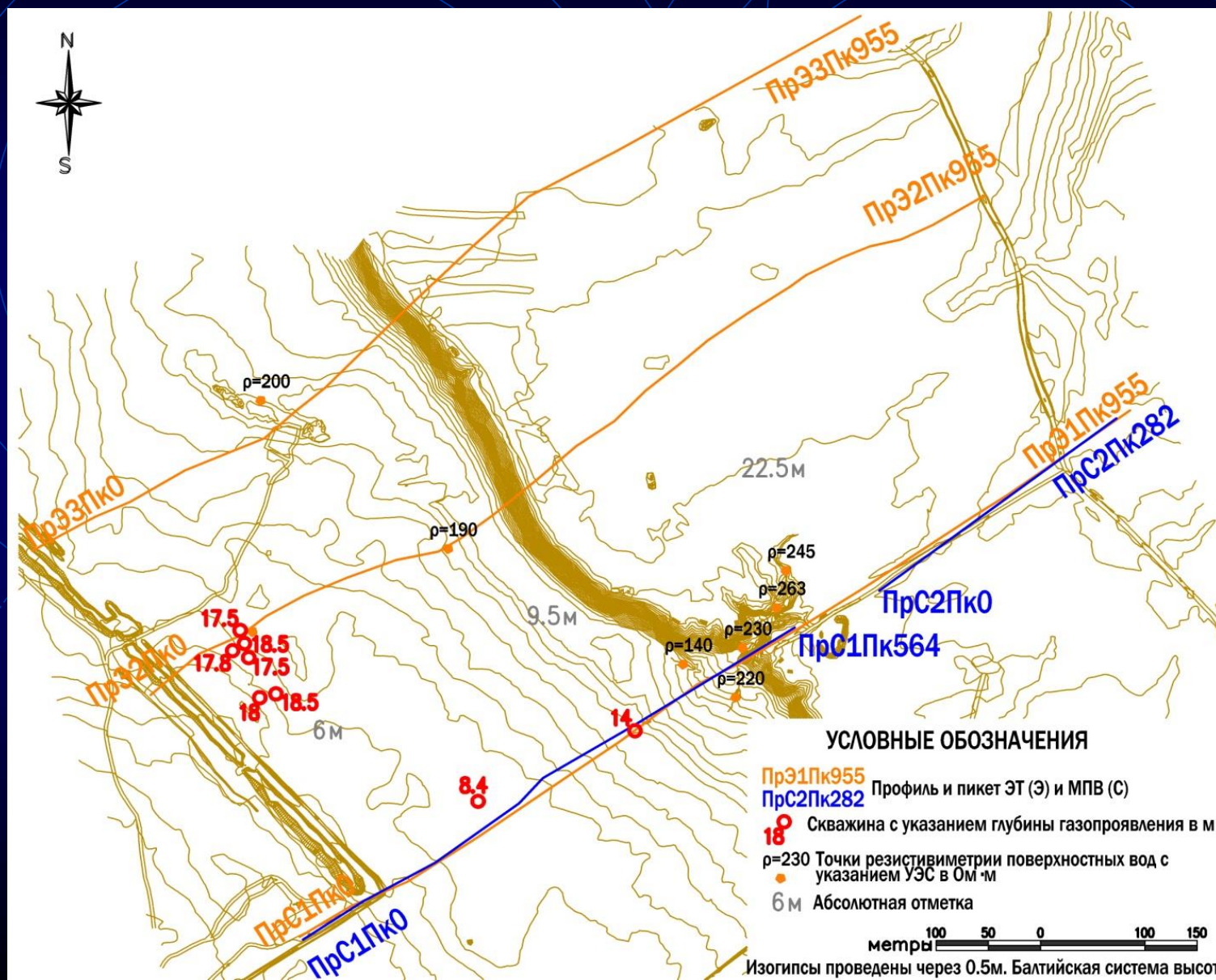
Last electrode is located at 235.0 m.

4. 2D инверсия на кургане

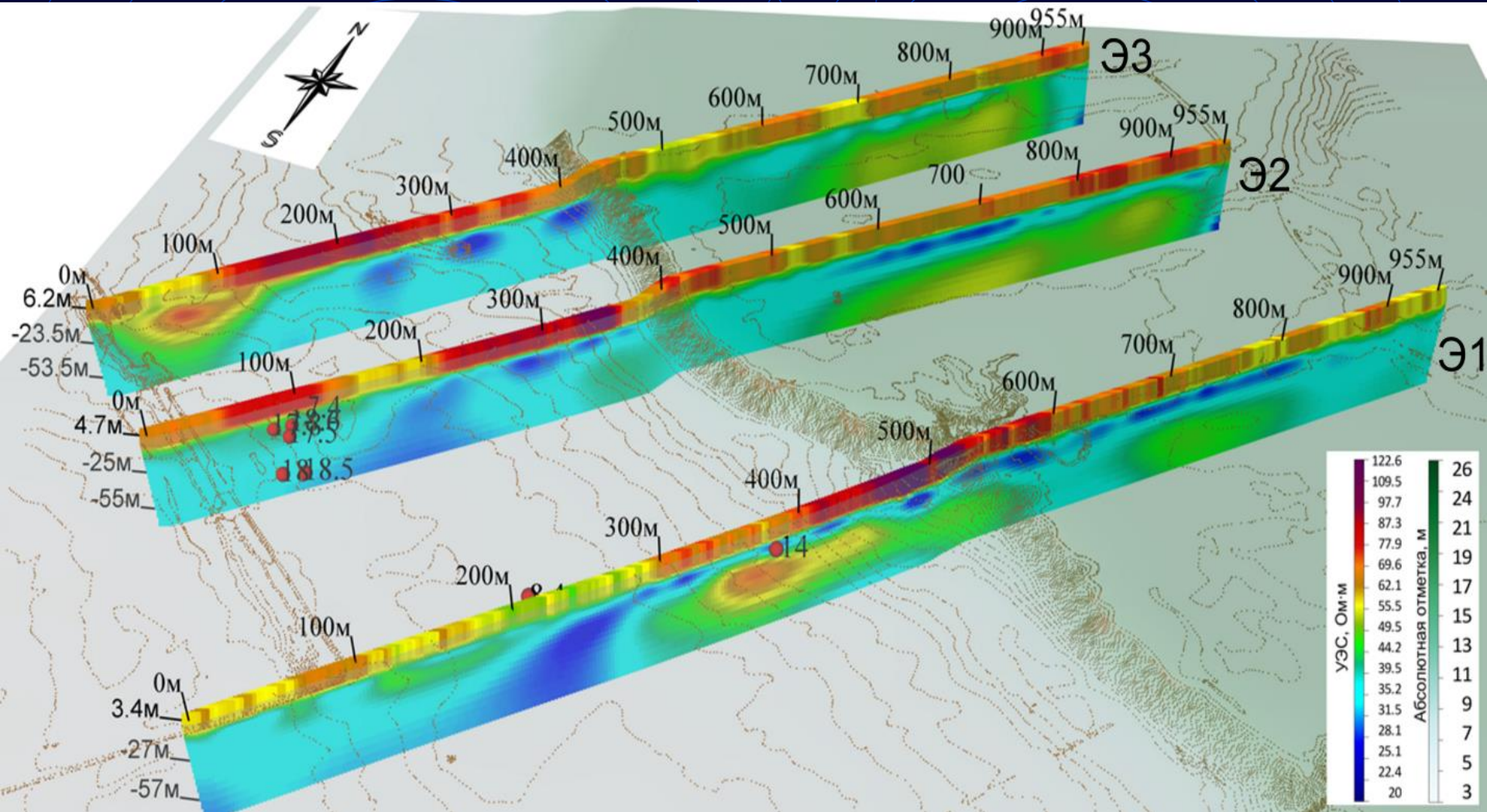
(Казахстан: случай из практики)



ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГАЗОПРОЯВЛЕНИЯХ

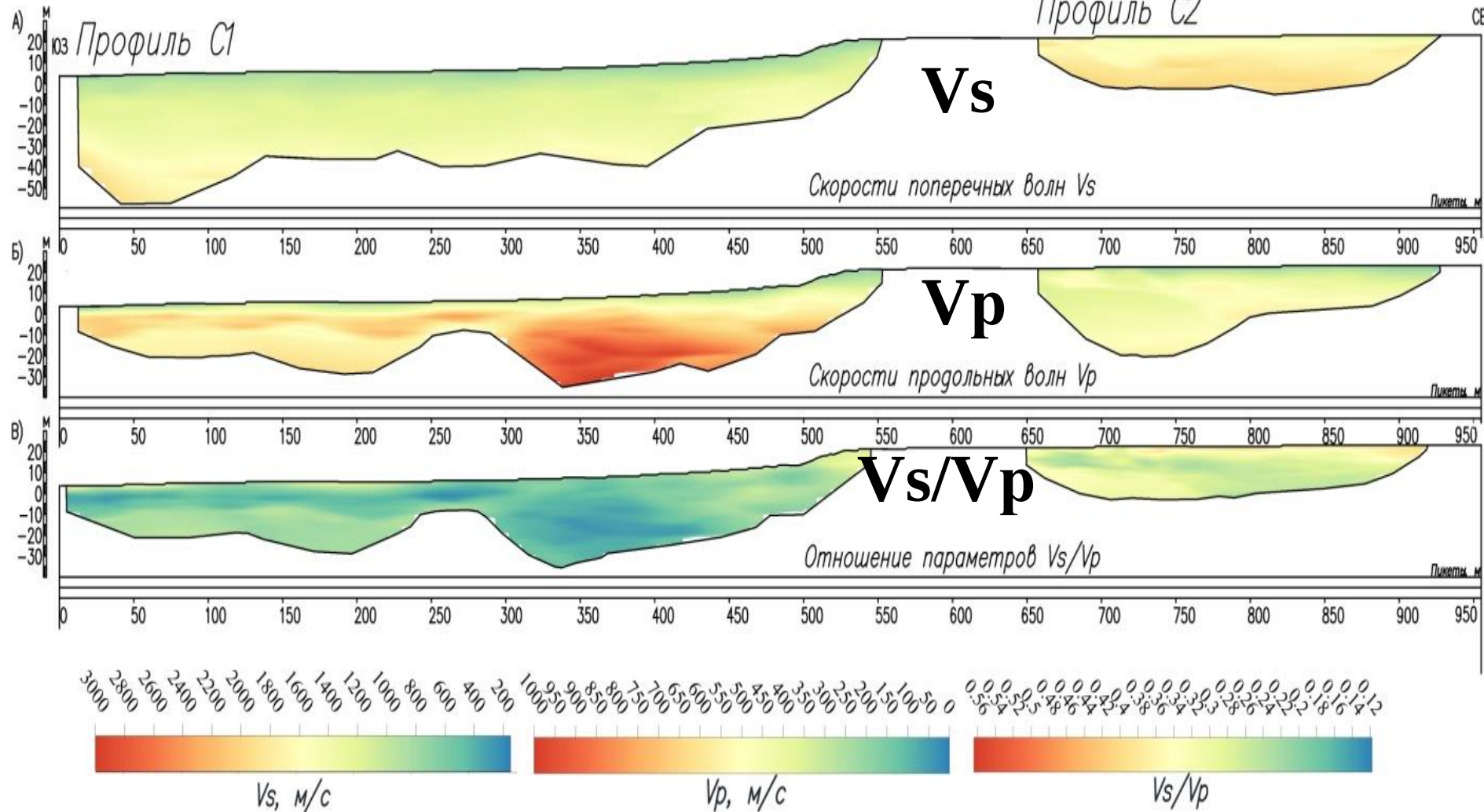


Электротомография на площадке ГАЗОПРОЯВЛЕНИЙ

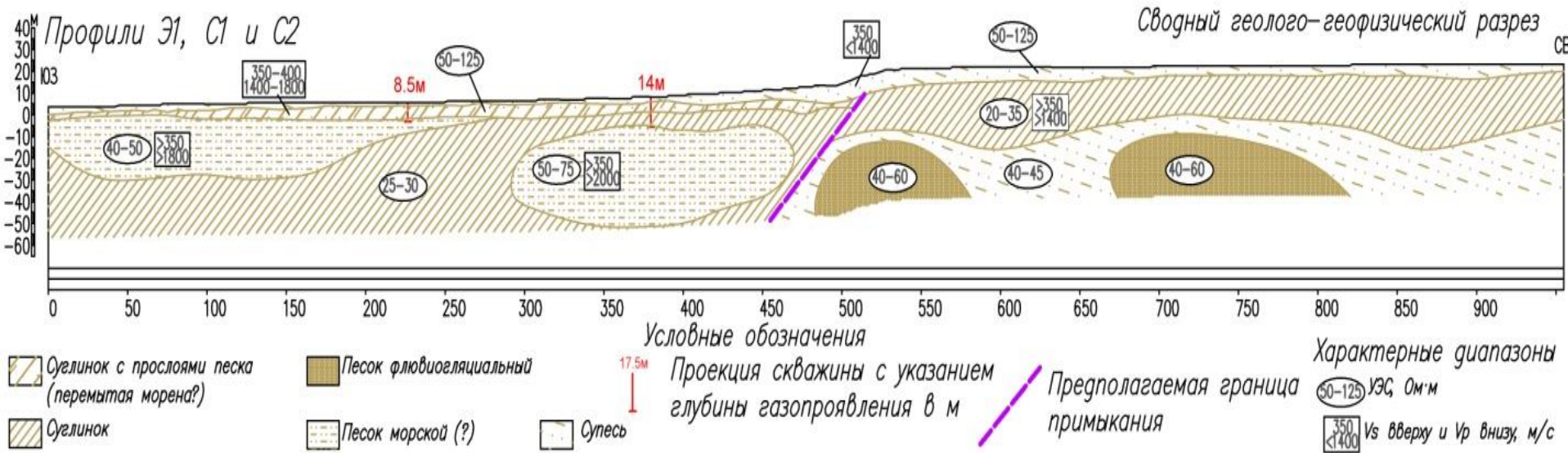


Глубинные сейсмические разрезы в значениях продольных и поперечных скоростей

Глубинные разрезы



Сводный геолого-геофизический разрез по профилям С1, С2 и Э1

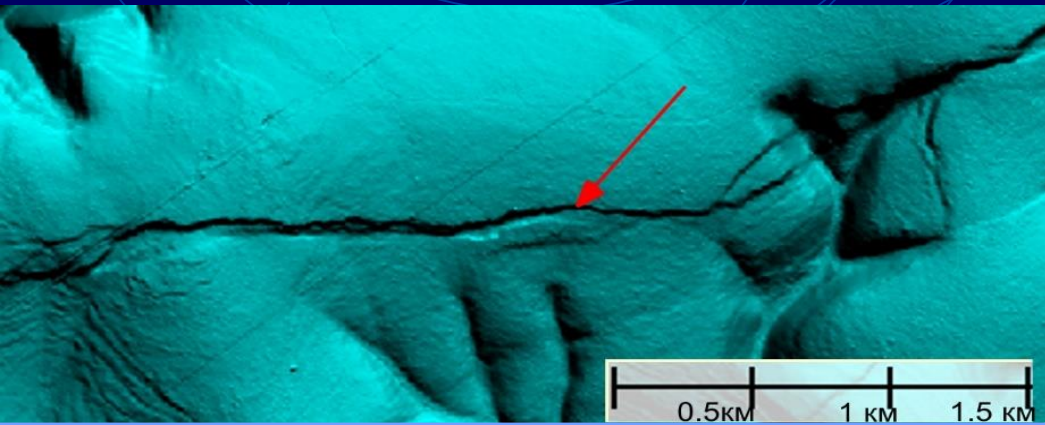


Поисковыми признаками газонасыщенных грунтов для этой территории могут служить относительно 1. высокие значения удельных электрических сопротивлений, 2. повышенные значения скоростей продольных волн и 3. понижение отношения скоростей поперечных волн к скорости продольных

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ



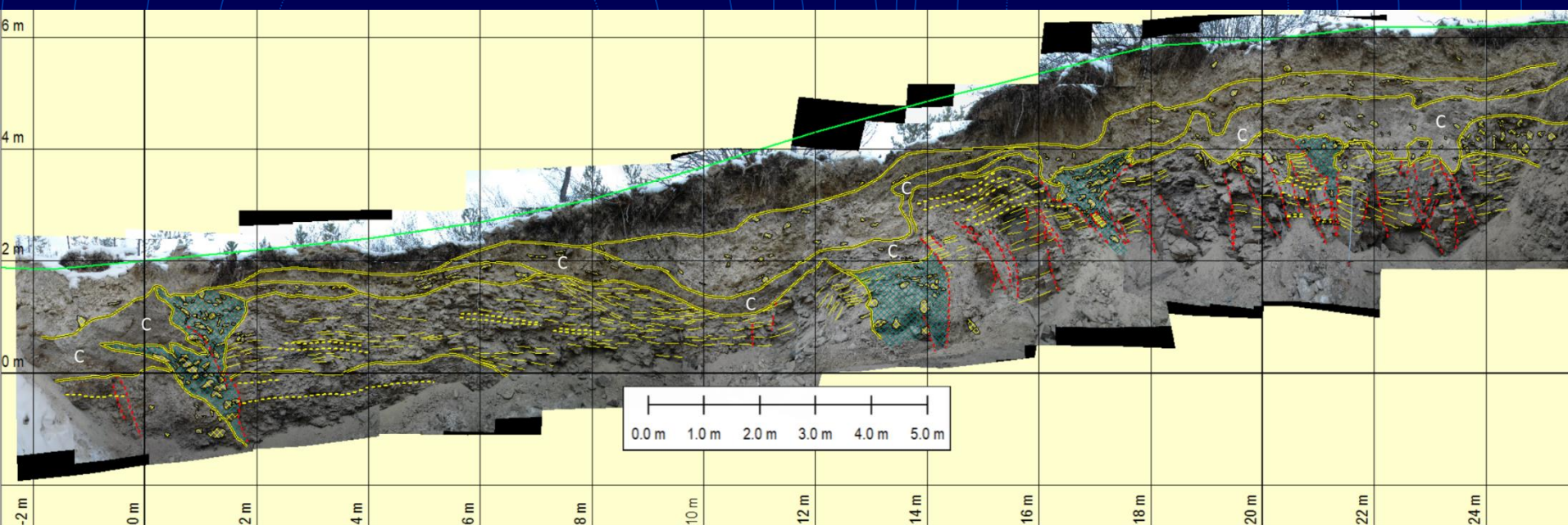
Северный



Южный

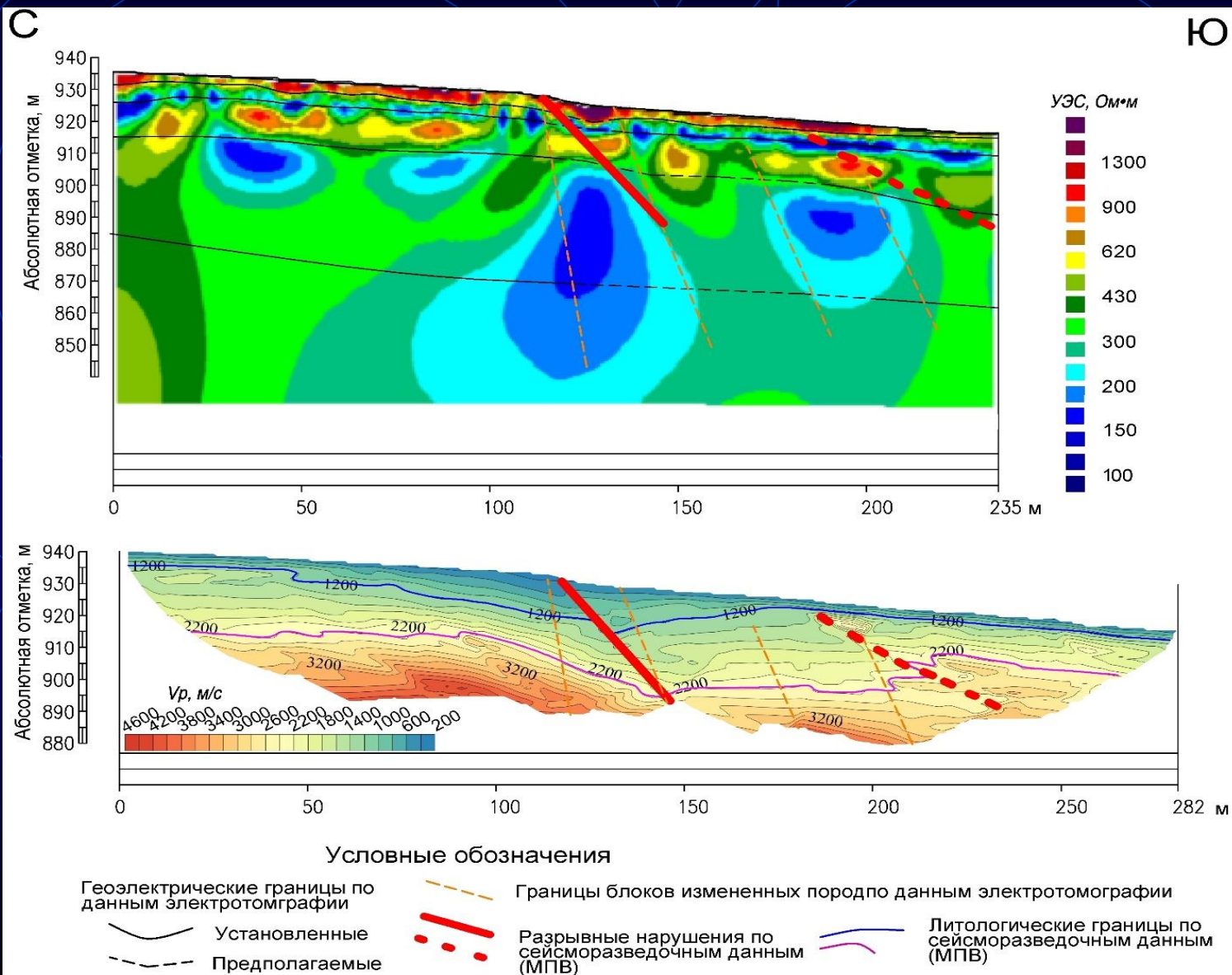


Панорама западной стенки канавы с нанесенными границами

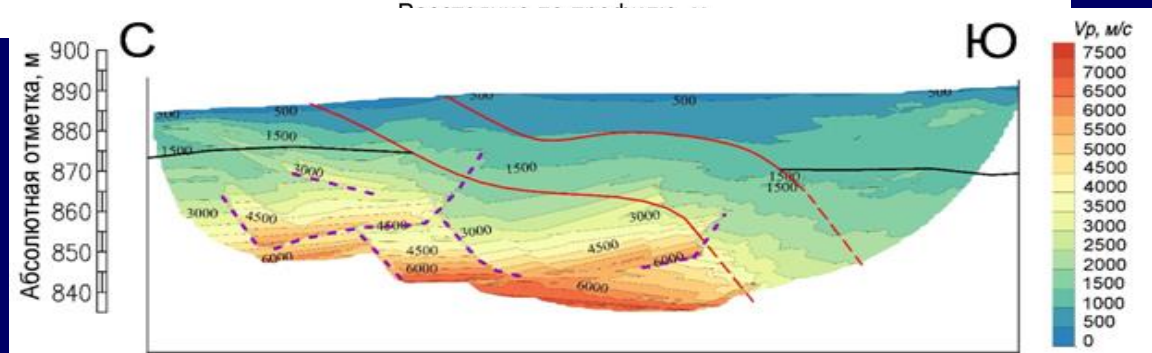
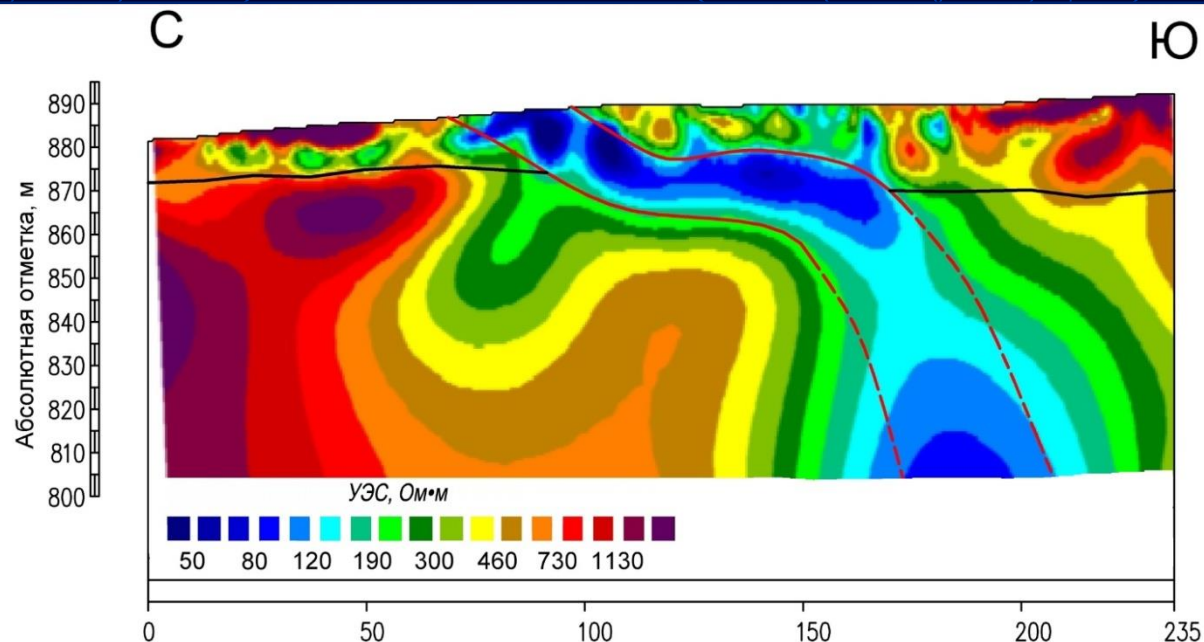


СОСТАВИЛ А.Л. СТРОМ

Сопоставление электроразведочных и сейсморазведочных данных на северном разломе



Сопоставление электроразведочных и сейсморазведочных данных на Южном разломе



Геоэлектрический
разрез

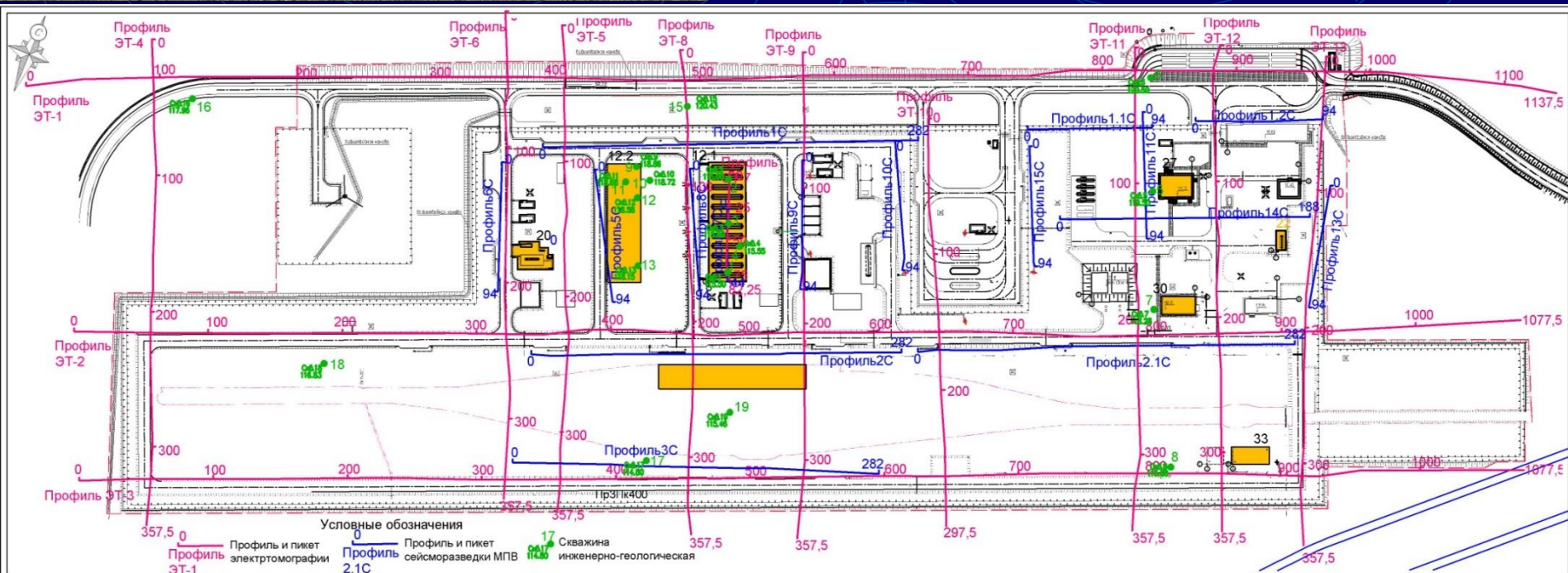
Разрез V_p

Заключение

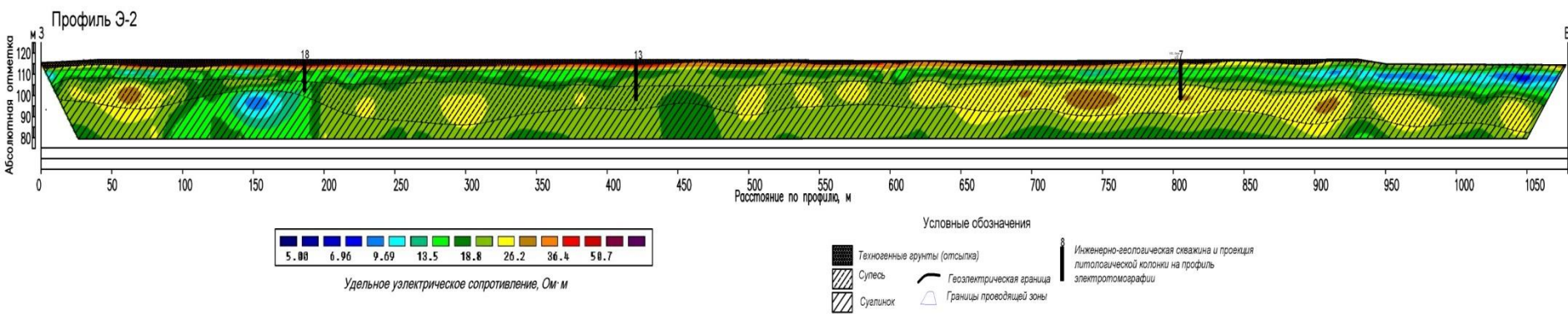
Результаты инженерно-геофизических исследований на «Северном» тектоническом разломе свидетельствуют о существенном разуплотнении массива (**значительное снижение скоростей распространения продольных и поперечных волн**), что характерно для зон тектонических нарушений, **сформировавшихся в условиях растяжения**, что согласуется с данными, полученными в ходе траншейных исследований.

По результатам полевого геолого-геоморфологического обследования и геофизических исследований сделан вывод, что «Южный» разлом представляет собой полого падающую на юг зону древнего тектонического нарушения.

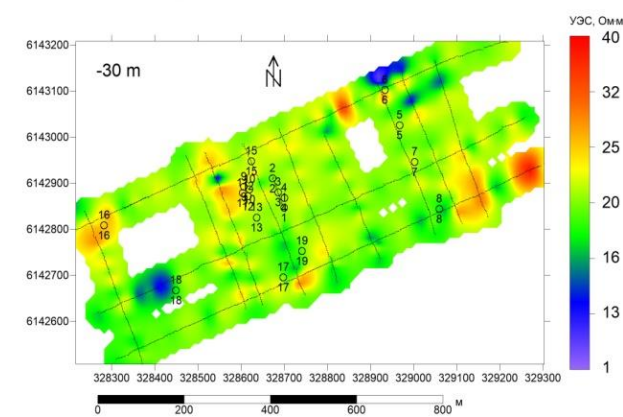
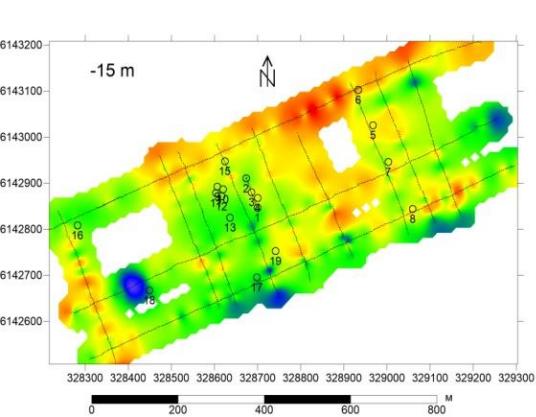
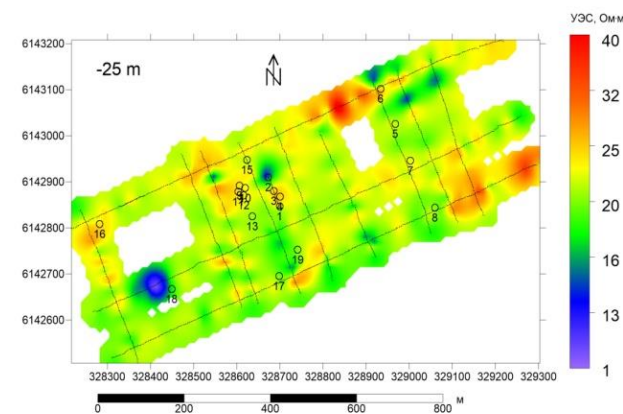
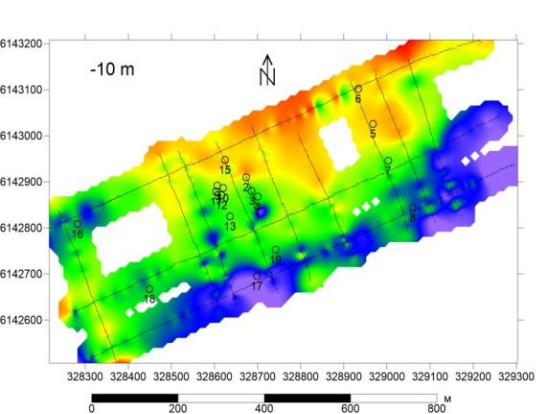
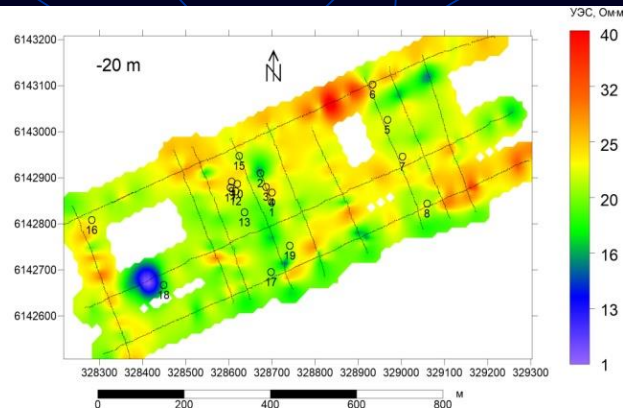
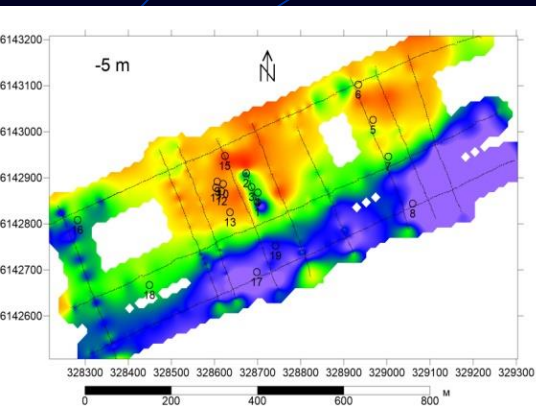
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ на площади распространения просадочных грунтов в Восточной Сибири



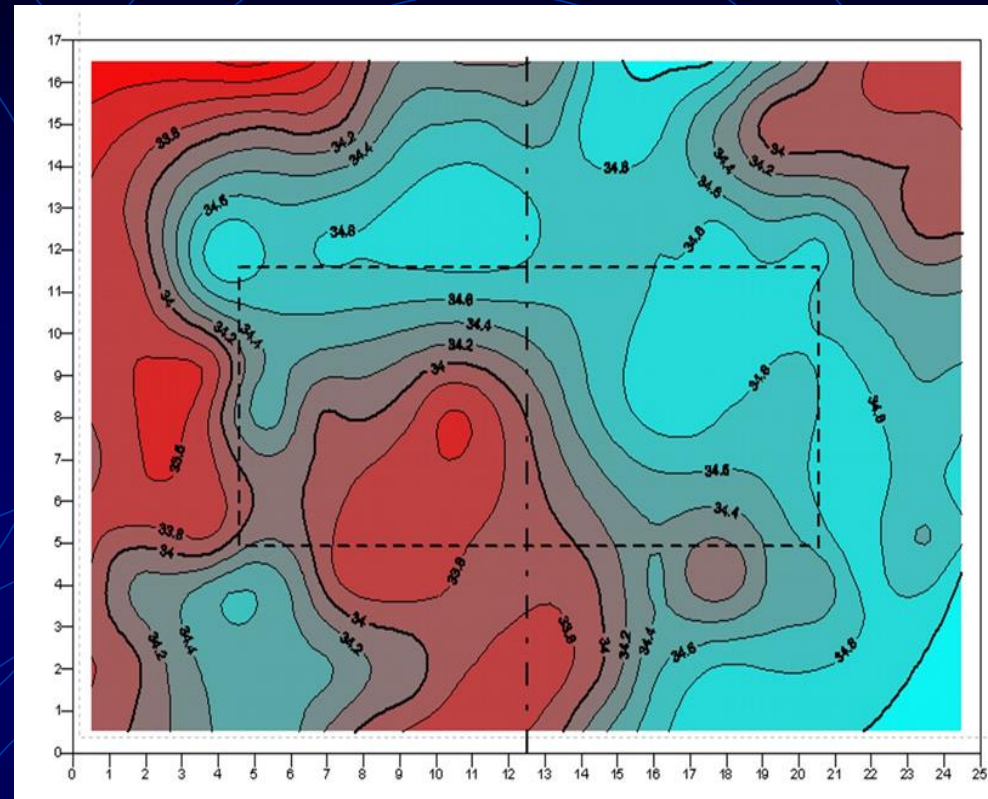
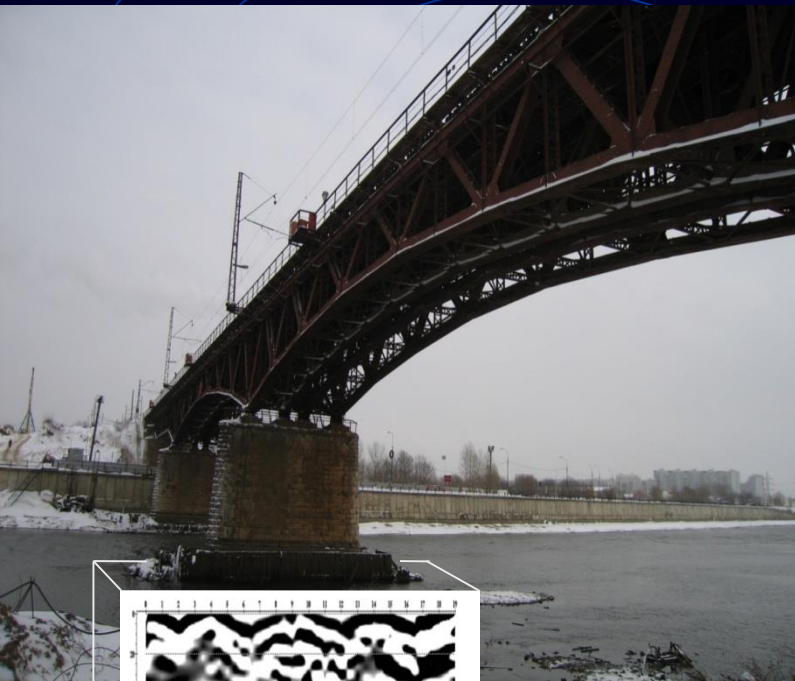
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ на площади распространения просадочных грунтов в Восточной Сибири



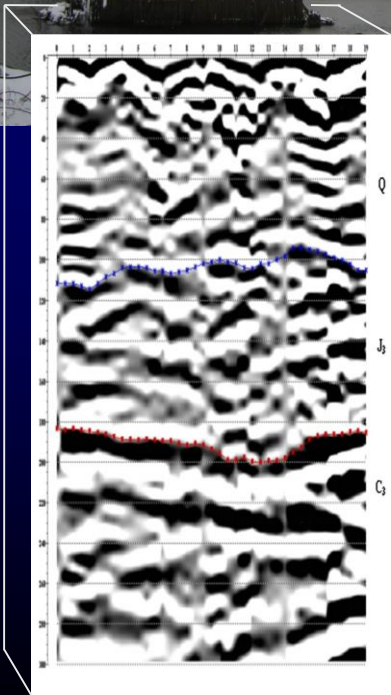
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ на площади распространения просадочных грунтов в Восточной Сибири



3D - сейсморазведка вокруг опор Марьинского моста

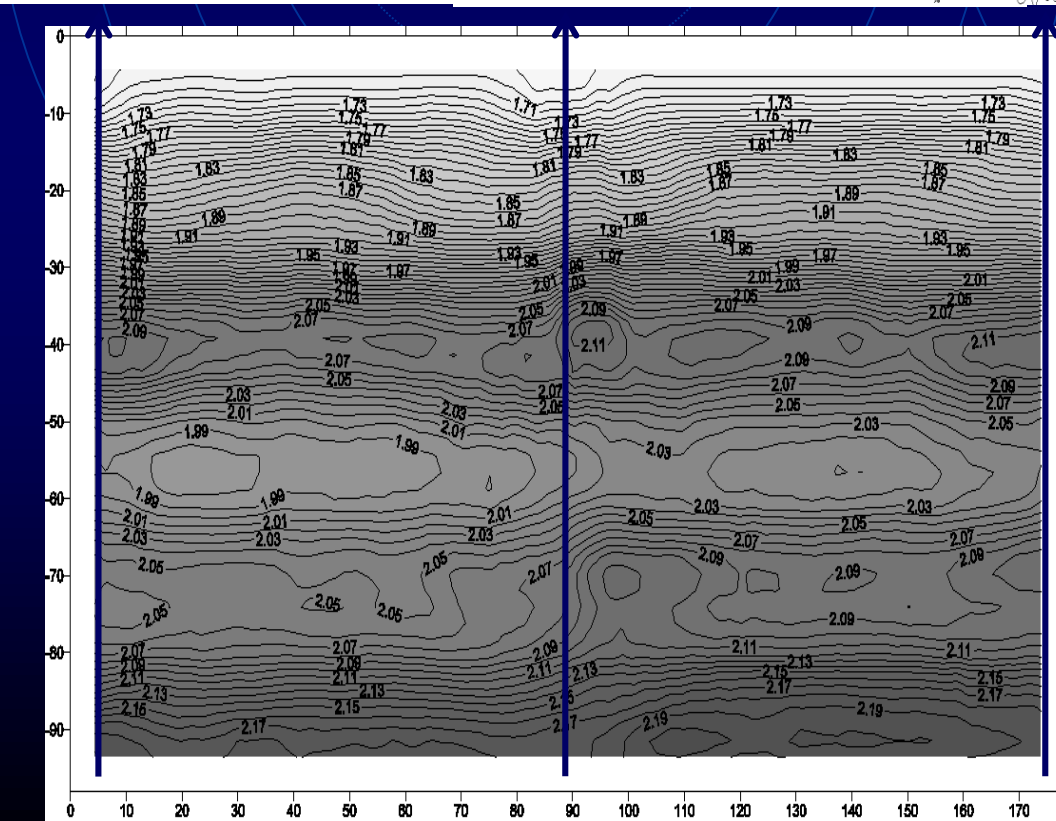
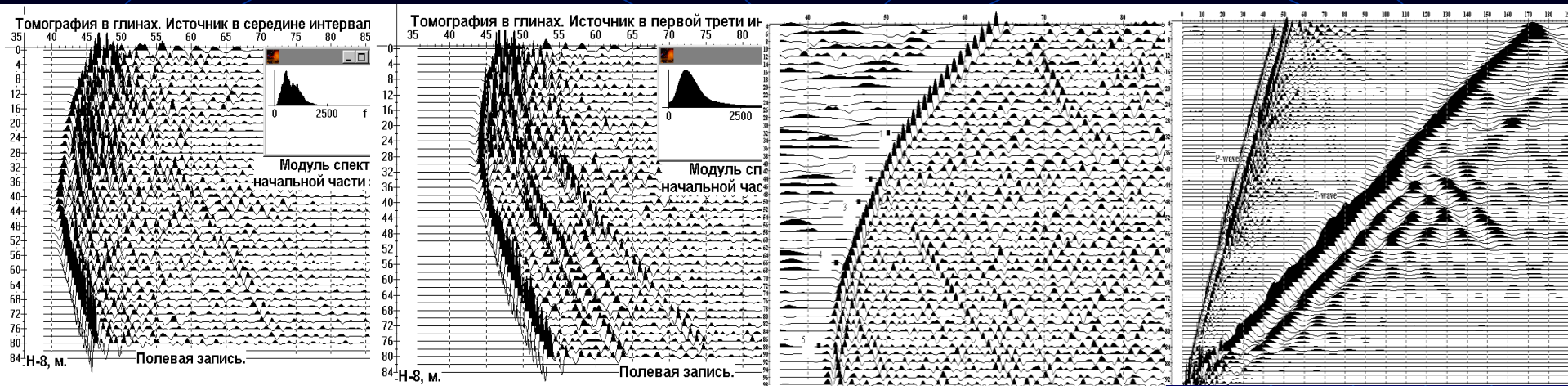


Поверхность кровли карбонатов



Сейсмический
разрез по профилю

Межскважинная сейсмотомография в Москве



Скоростной
электротомографический
разрез

**На профиле вдоль дороги на Малое Устье
впервые на практике был опробован
источник сейсмических волн ESS200**



Гравиразведка

Elevation Model resistivity with topography

Iteration 5 Abs. error = 16.6

180

180

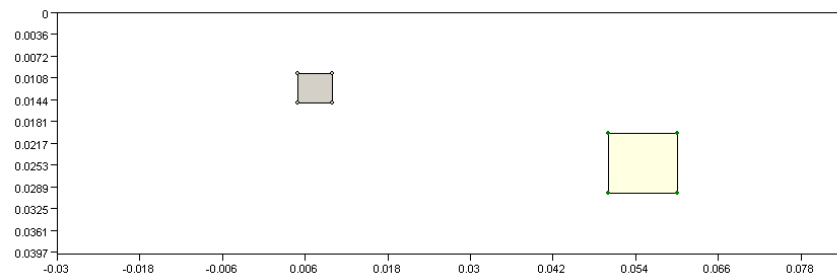
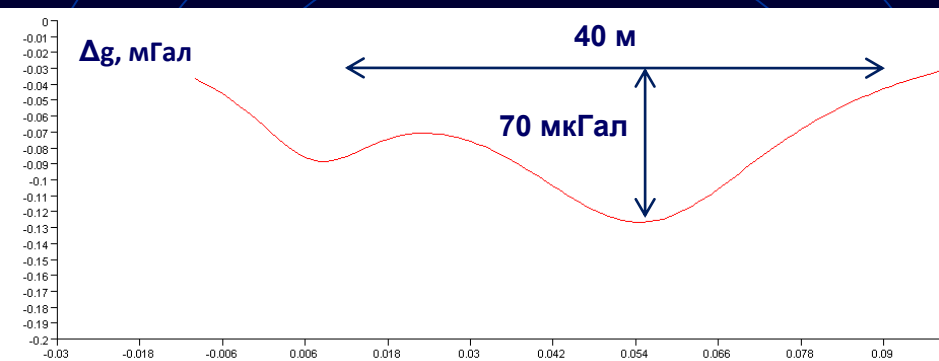


Аппаратура

- Аппаратура: SCINTREX CG-5.
- Для обеспечения гравиметрической съемки данными о рельефе применялась высокоточная гравиметрия с использованием системы дифференциальных GPS-приемников Trimble R8 GNSS

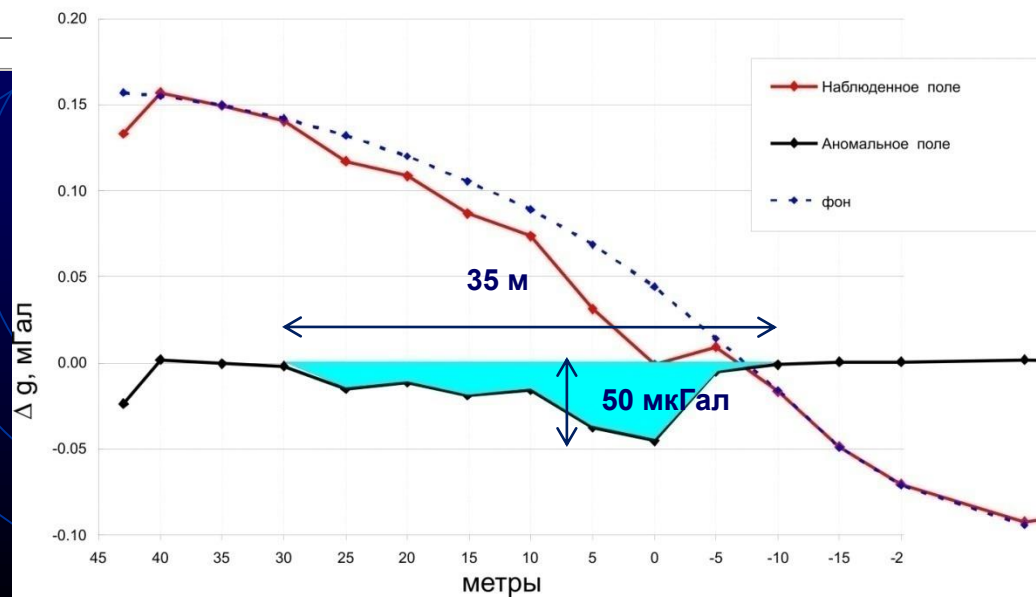


Высокоточная гравиразведка над тоннелем метро возле станции Университет



*Полевой
результат*

Модель

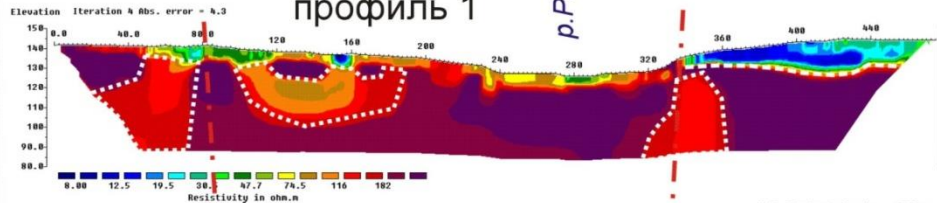


левый берег

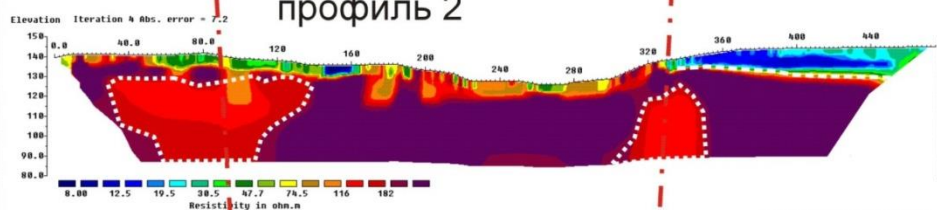
правый берег

профиль 1

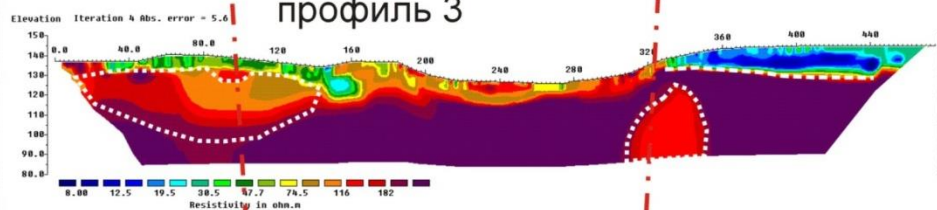
р. Рожайка



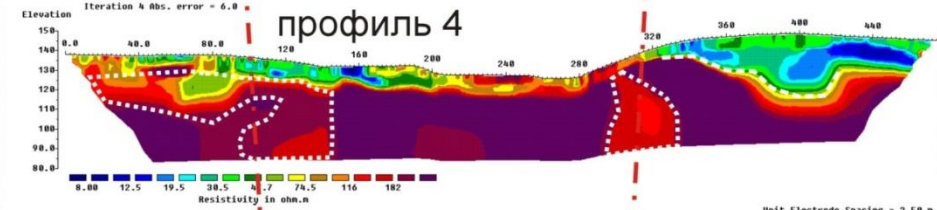
профиль 2



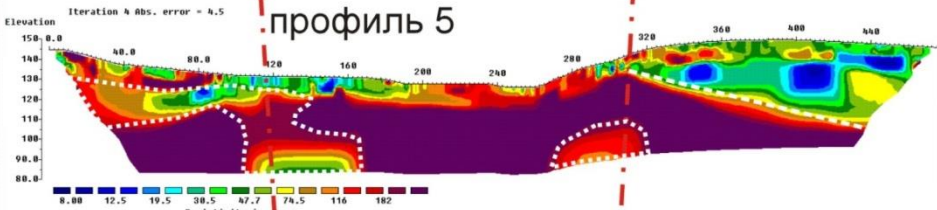
профиль 3



профиль 4



профиль 5



Условные обозначения



Малоамплитудное
тектоническое нарушение



Зона развития карста

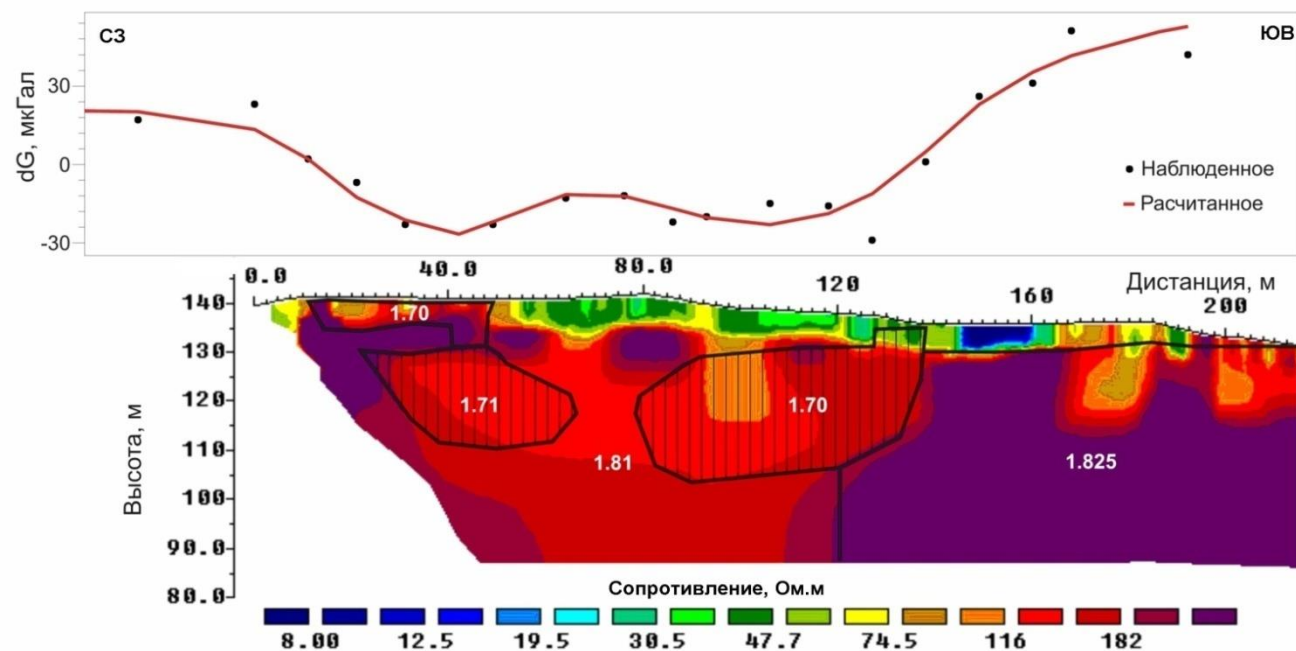
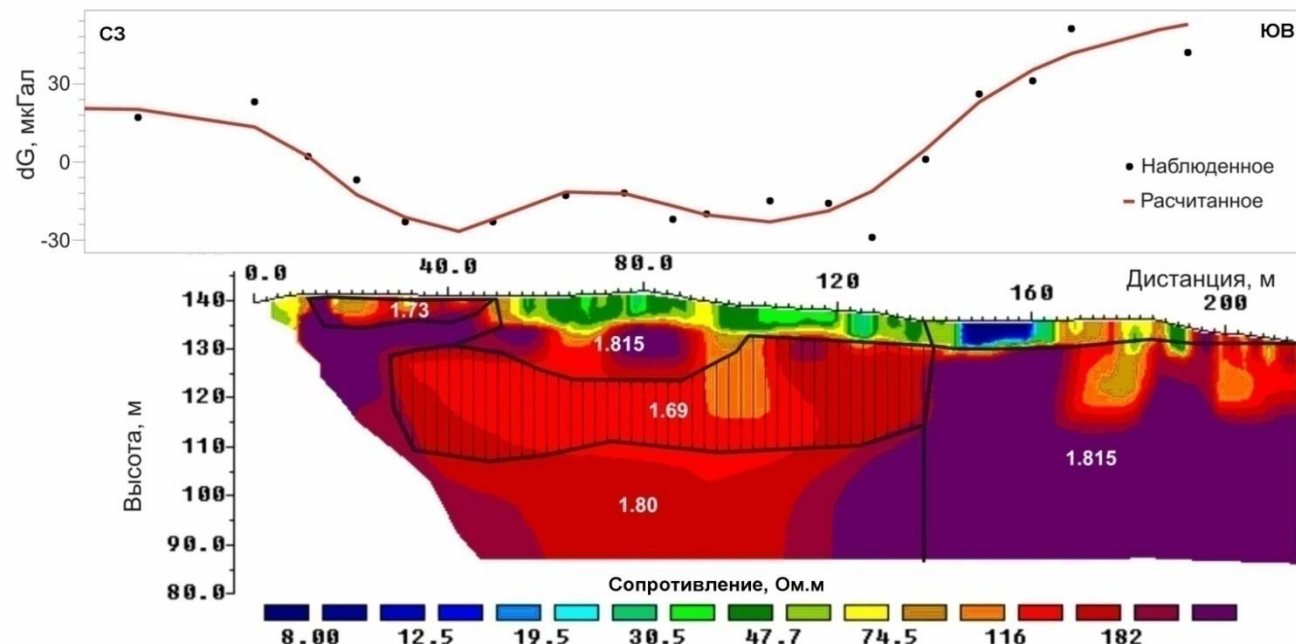
Московская область ЦКАД:

переход через
р. Рожайка

Проектирование моста на
трассе Подольск-
Домодедово

Геоэлектрические разрезы
по профилям 1–5.
Участок мостового перехода

Структурные разрезы. Электротомо- графия и гравиразведка



Магниторазведка

Градиентометр POS-2

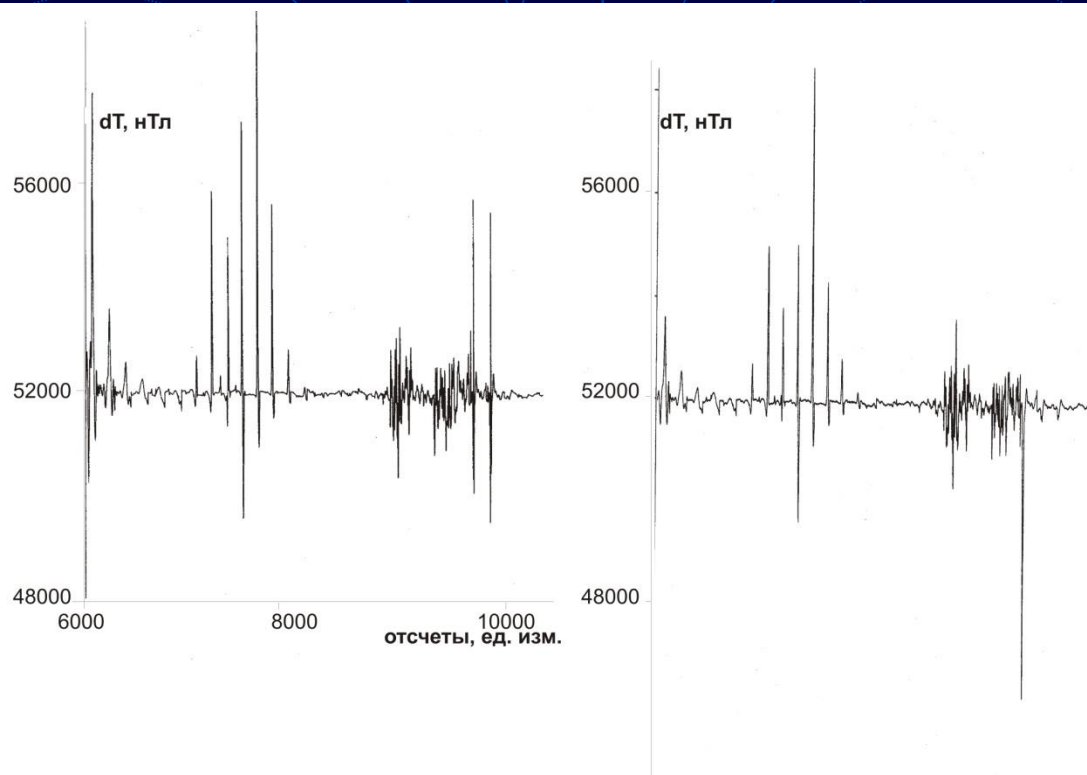


Градиентометр G-858

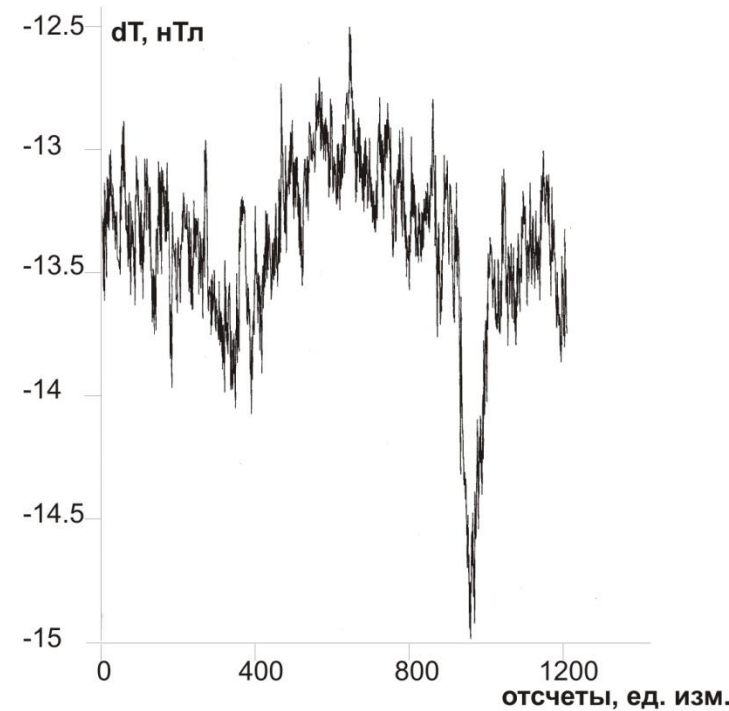
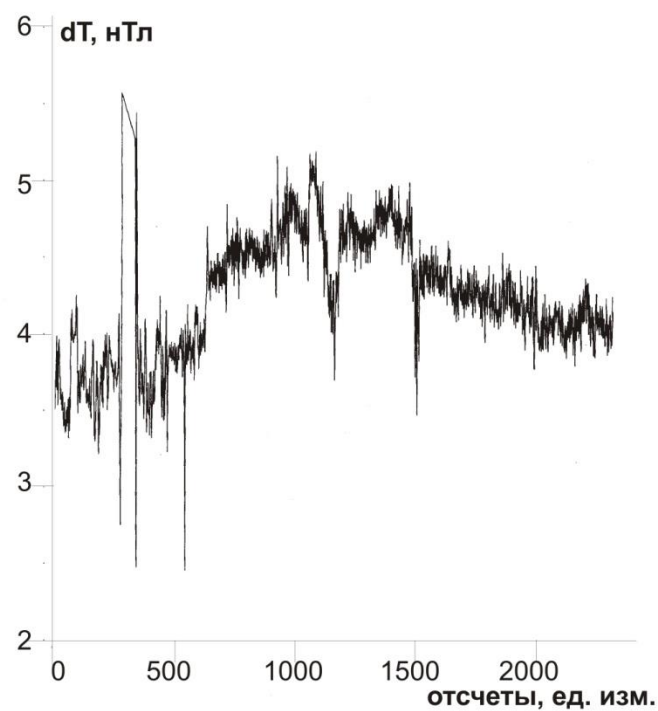
Вертикальный
градиент магнитного поля



Вариации магнитного поля при наличии сильных промышленных помех

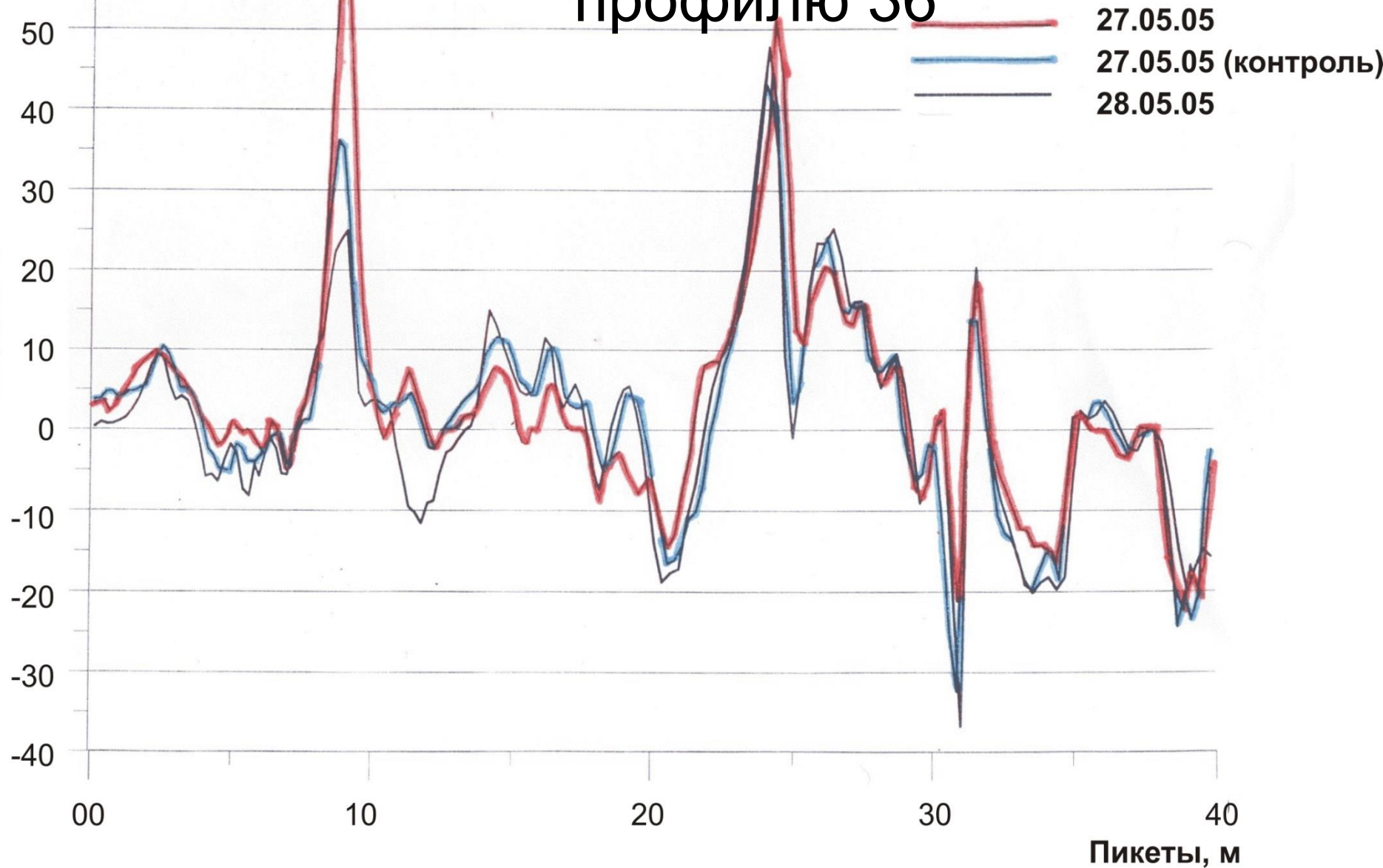


Работа в больших городах осложняется наличием промышленных помех, искажающих сигнал по трем направлениям в пространстве, диапазон изменения которых составляет тысячи нТл

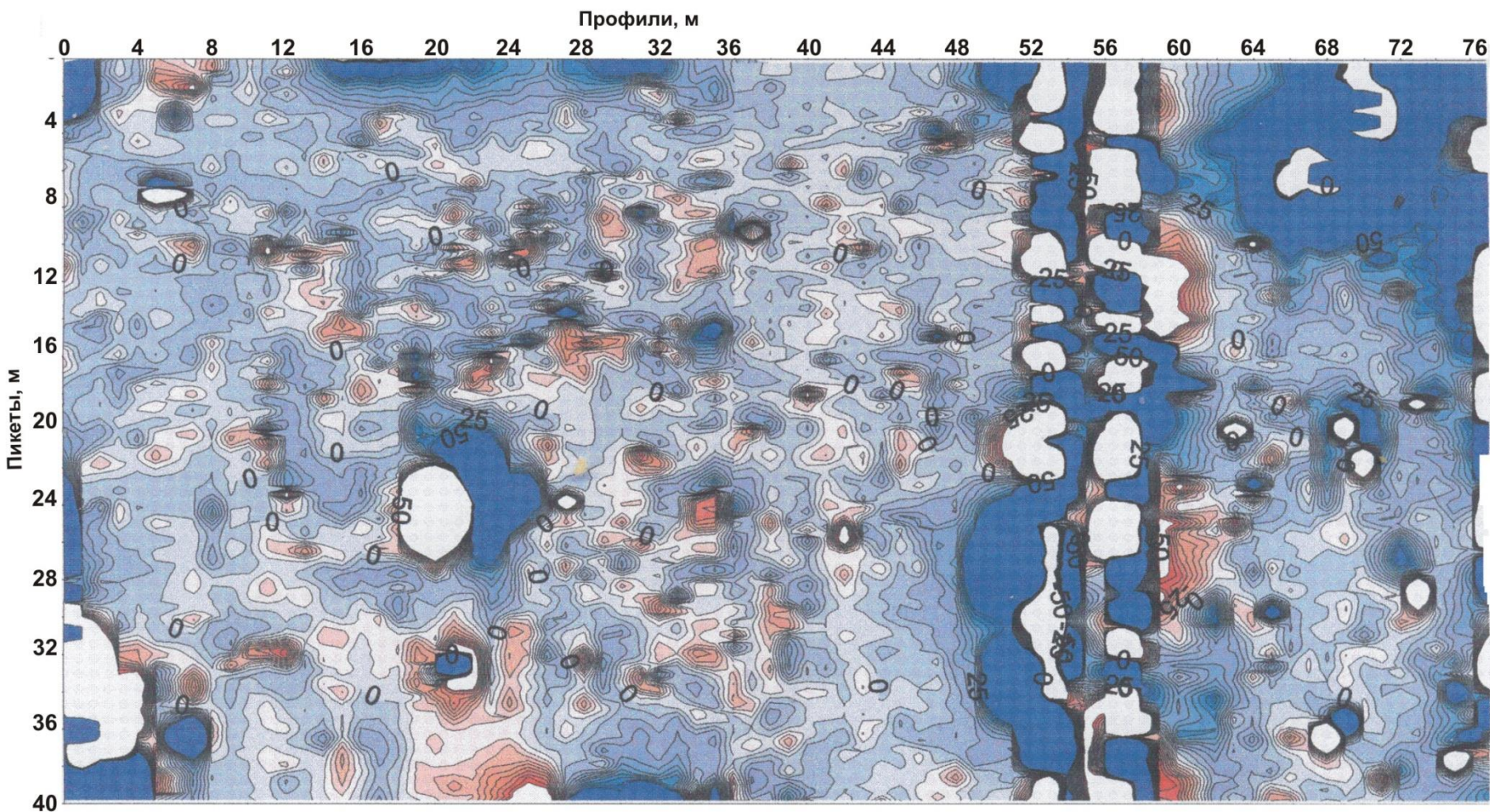


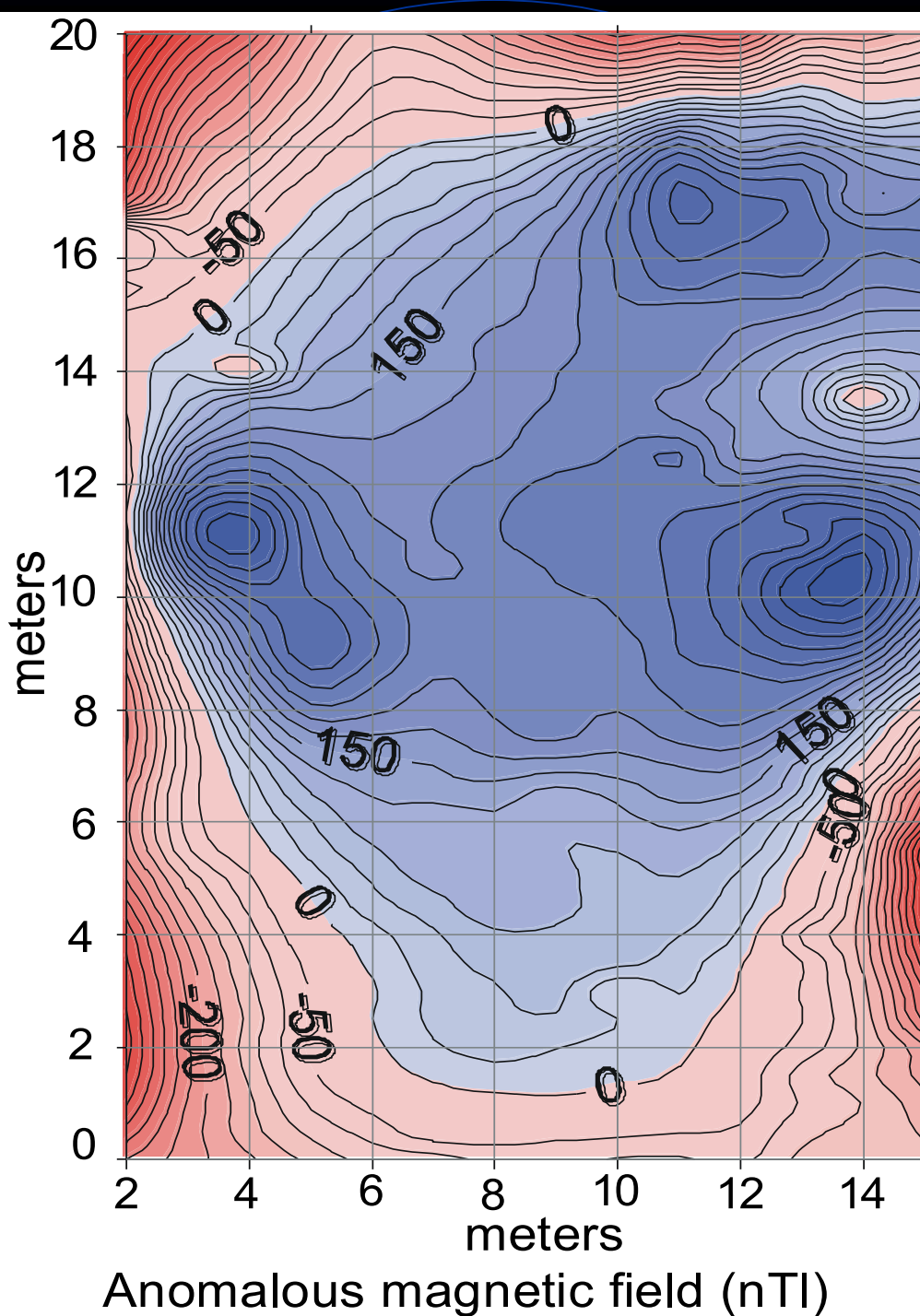
dT, нТл

Контроль точности полевых измерений вертикального градиента dT по профилю 36

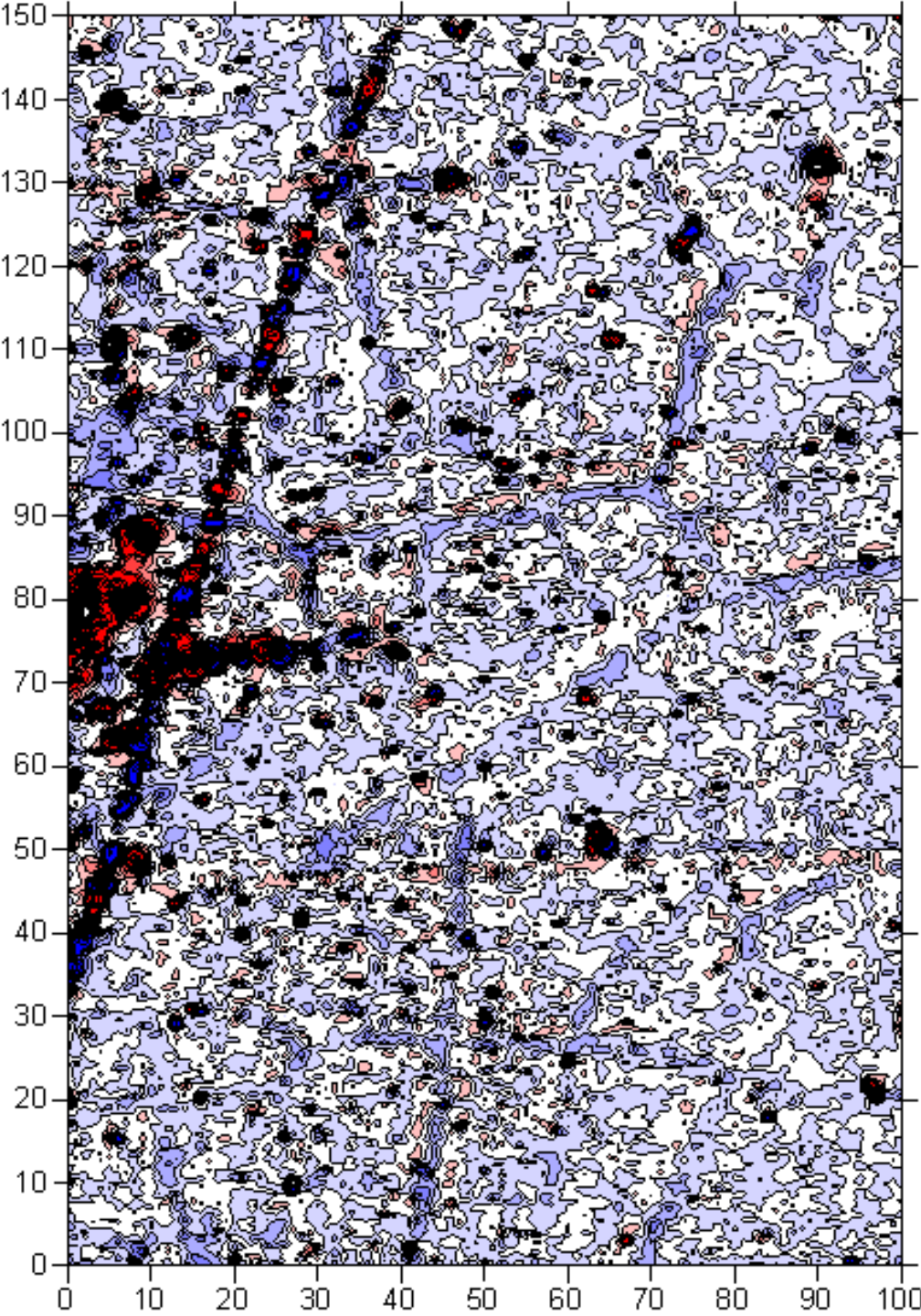


Карта вертикального градиента магнитного поля



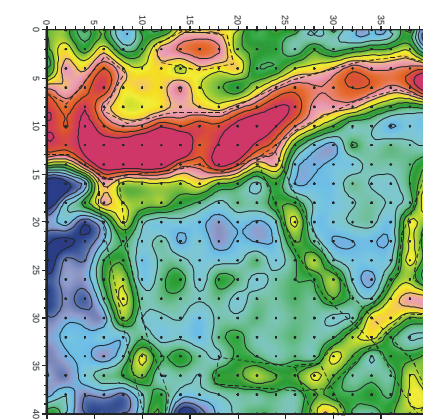


**Карта
аномального
магнитного поля**
на территории бывшей
трапезной в монастыре
Св. Лаврентия в г. Калуге



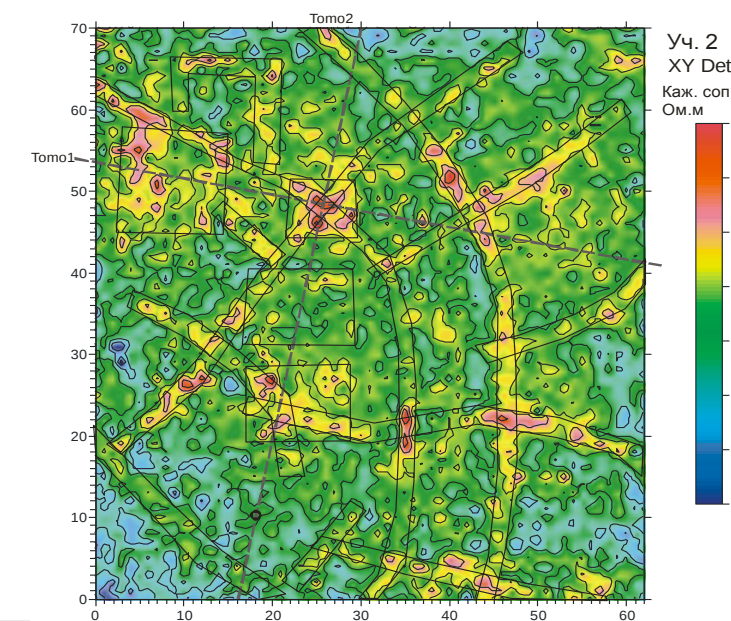
Карта аномальных полей на Бородинском поле

Горки



Семеновское

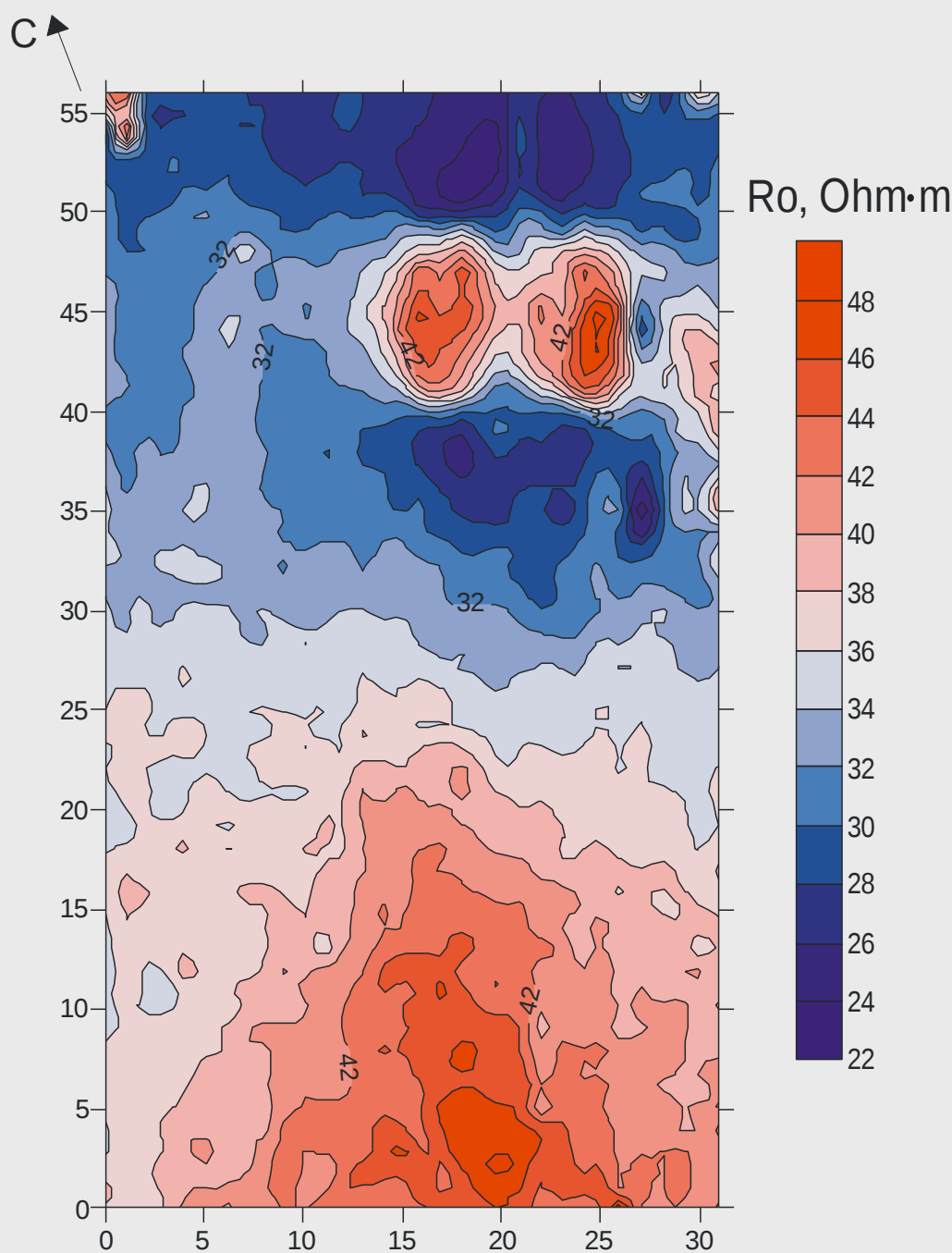
Батарея Раевского



Электромагнитное профилирование



Рабочий момент
съемки EM-34

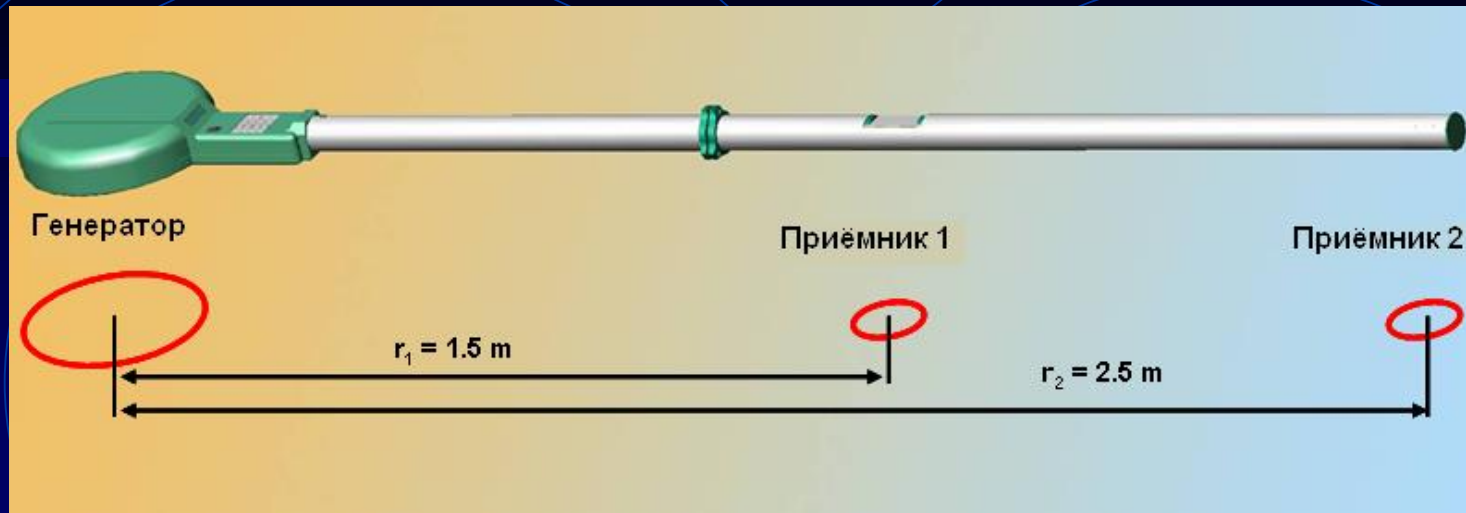


Электромагнитное профилирование



Радиально – частотные измерения с ДЭМП

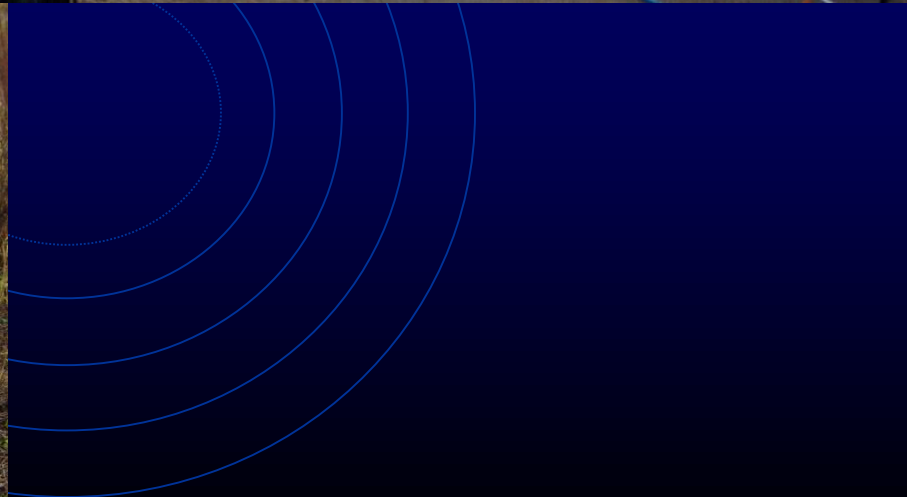
Аппаратура НЕМФИС (ЭМС)



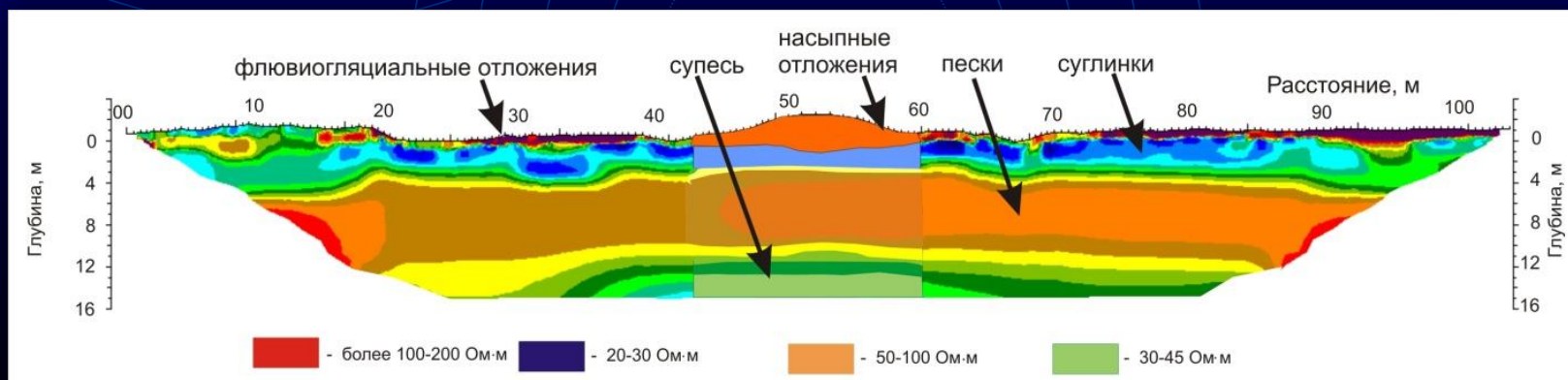
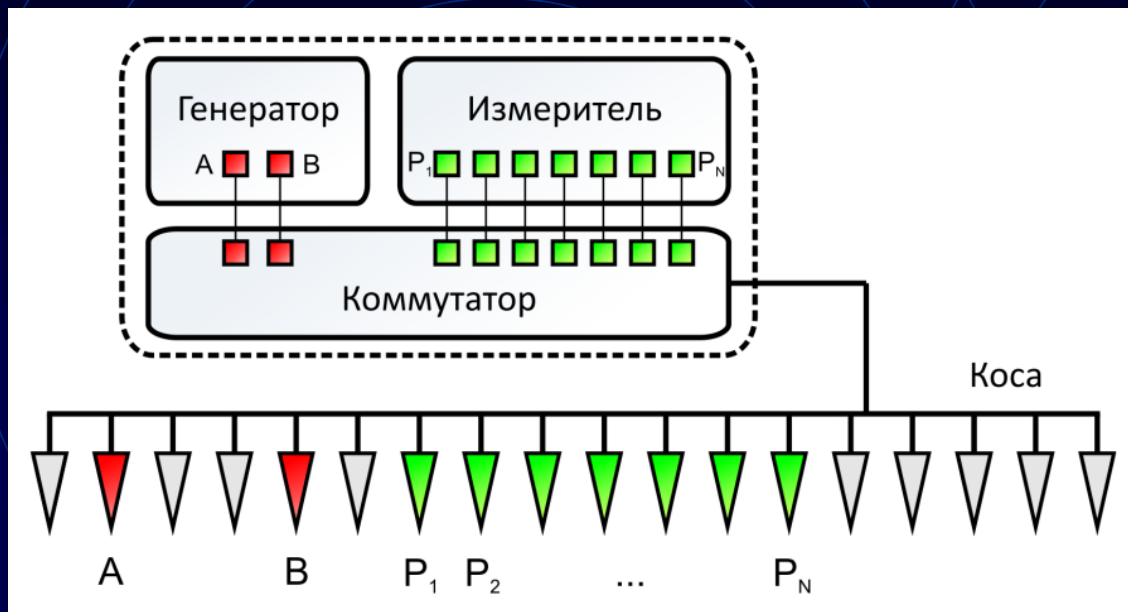
ЭМС представляет собой трехкатушечный зонд с генератором, излучающим гармоническое поле в диапазоне частот 2,5 – 250,0 кГц, и двумя приемниками.

Аппаратура предназначена для детального исследования приповерхностной части грунта на глубину до 10 метров. Аппаратура может быть применена: для обнаружения и мониторинга различного рода коммуникаций; для картирования загрязнений окружающей среды; для картирования грунтовых вод и зон подтоплений; для картирования участков

Электротомография



Метод электротомографии



Многоканально – многоэлектродный комплекс «Омега-48»

Совместный проект ООО «Логические системы» и ООО «НПЦ «Роскан»



- 48 электродов, 10 каналов
- Метод сопротивлений и ВП, ВИЭП, НАЗ, ЕП
- Выходной ток: от 10 мА до 5 А
- Выходная мощность: 500 Ватт
- Входное сопротивление: не менее 10 Мом
- Диапазон измерений: от 10 мкВ до 12 В
- Возможность непрерывной регистрации сигнала
- Управление с компьютера
- Возможность использования двух вынесенных электродов

Аппаратура для электротомографии



Syscal - Pro



CommDD2



Comx64



Скала - 64



Омега - 48



SGD-ETT
TomoZon



ЭРП-K48/96



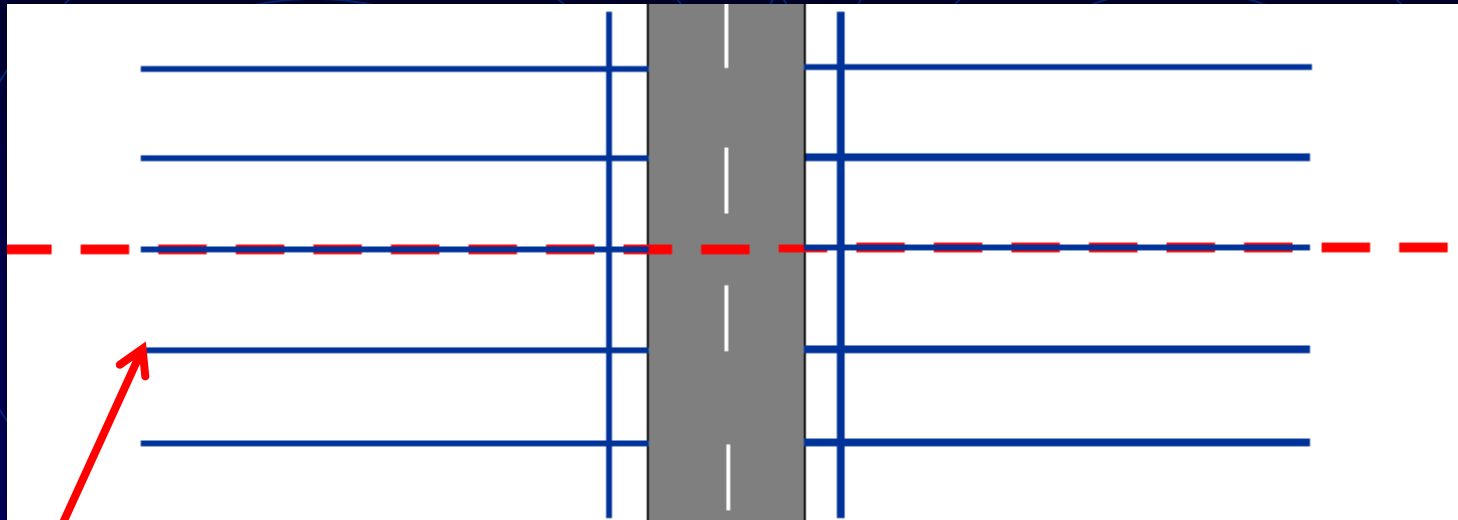
ЭРА-MultiMax

Позиция	Syscal - Pro	ЭРА-MultiMax	Омега-48	Скала -64М	SGD-ETT	COM-64
1. Производитель	Iris Insrtrument s, Франция	ООО «ЭРА», С.Петербург	ООО «Логис», г.Раменское Московской области	Разработано: ИНГГ СО РАН, Изготовлено: ООО «КБ Электрометрии», Поставщик: ЗАО ФСГ «Экология»	НПК «Сиб Геофиз Прибор»	Лаборатория малоглубинной электроразведки, Бобачев
1. Число электродов	48-96	До 10 x 24	48	64 ?	12. x n	64
3. Число каналов	10	1	10	64	8	1
3. R входа	100Мом	100Мом	≥20Мом	10Мом	≥20Мом	≥5Мом
5. Диапазон измеряемых напряжений	0.1-15В	10 мкВ-4В	10 мкВ-12.5 В	0.1мВ-250В	Max 10В	10 мкВ - 2В
6.Масса	11 кг	4.7кг	13 кг	11кг	7.8кг	3кг
7.Установки	Любая	Amn+mnВ, асс.ВЭЗ, СГ	Любая	Веннера(α,β,γ), AmnВ, Дип, Amn, mnВ, АМ	Любая	Amn+mnВ
8.Вызванная поляризация	Есть	Нет-0	Есть	Есть	Есть	Есть
9.Устройство кос	Многожильный кабель	Косы с телеметрически управляемыми электродами, кабели АВ и MN отдельные	Многожильный кабель	Многожильный кабель	Косы с телеметрически управляемым и электродами	Коса только для MN. Питающий электрод переносится вручную
10.Производительность без ВП	Высокая-	Низкая	Высокая	Высокая	Средняя	Низкая
11. Максимальный ток	2.5 А	200мА	5А	1,7А	2А	1 А
12. Объем памяти	20000 отсчетов	5200 отсчетов	Любой	4Гб	Любой	16 Мб
13.Стоимость всего комплекта с косами, электродами и программами	3 млн.руб	Порядка 670-руб.	980 тыс. руб.	313880 руб. (Скала-48)		620 тыс. руб (генератор Астра+измерительМЭР И+коммутаторCOM-64)

ЭТ аппаратура

С.И.Козлов

Схема наблюдений ЭТ

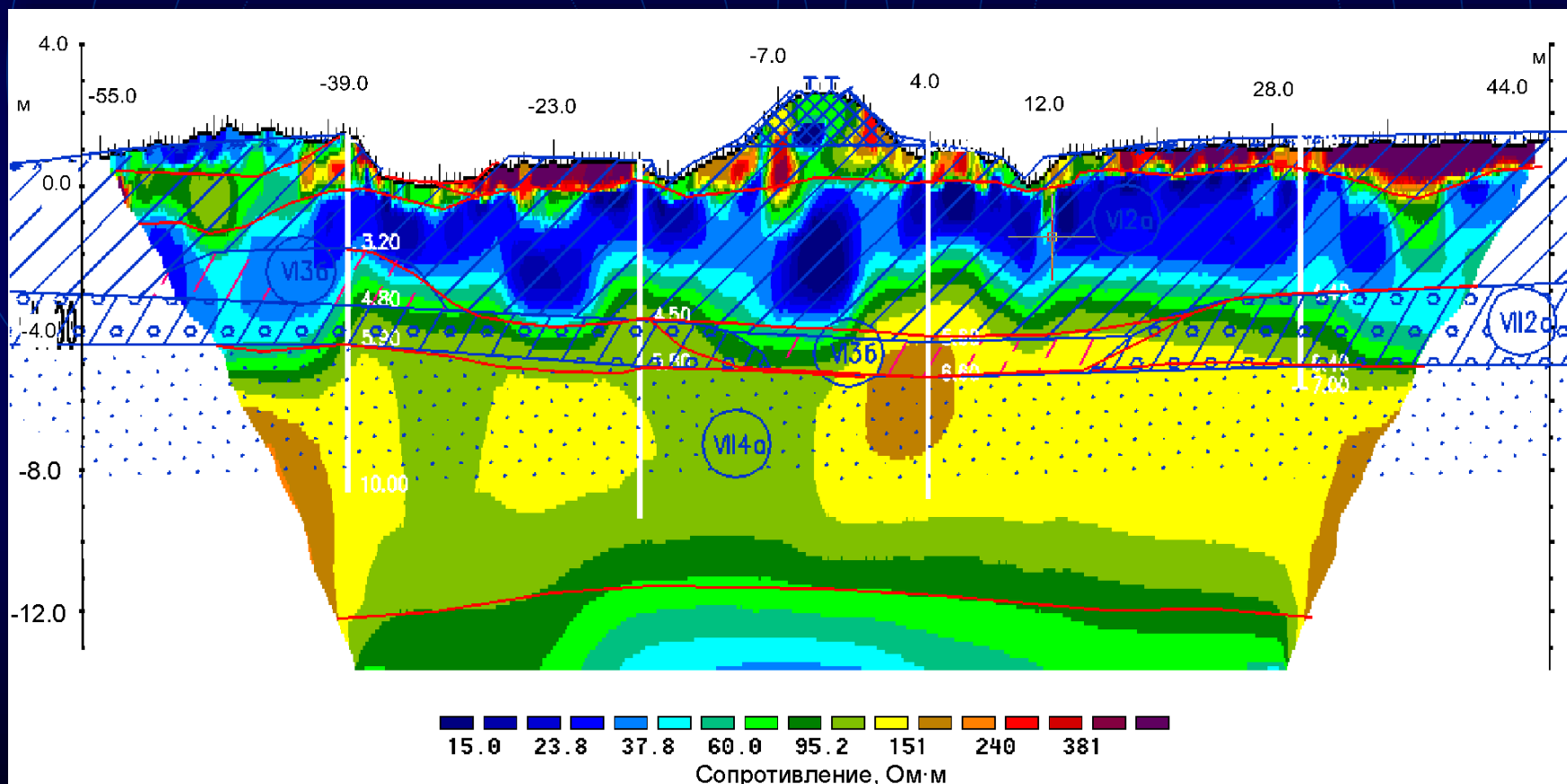


Профили ЭТ

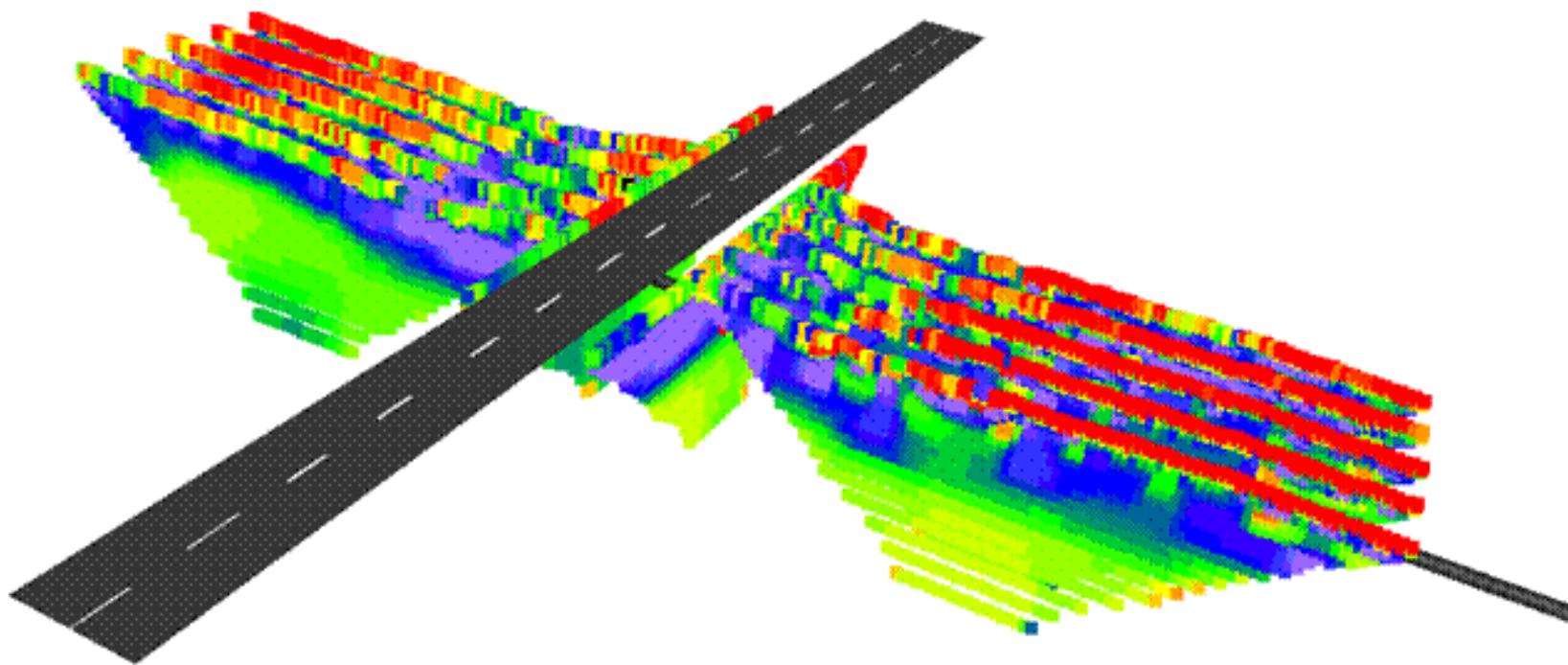
Нитка
проектируемого
трубопровода

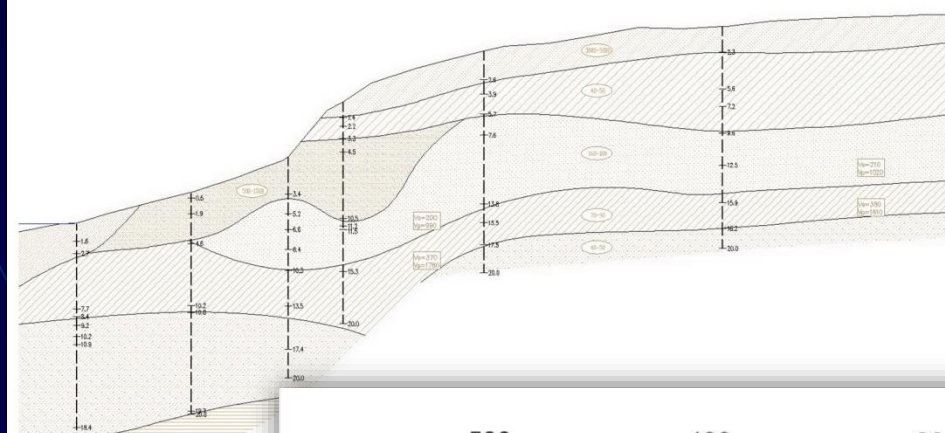
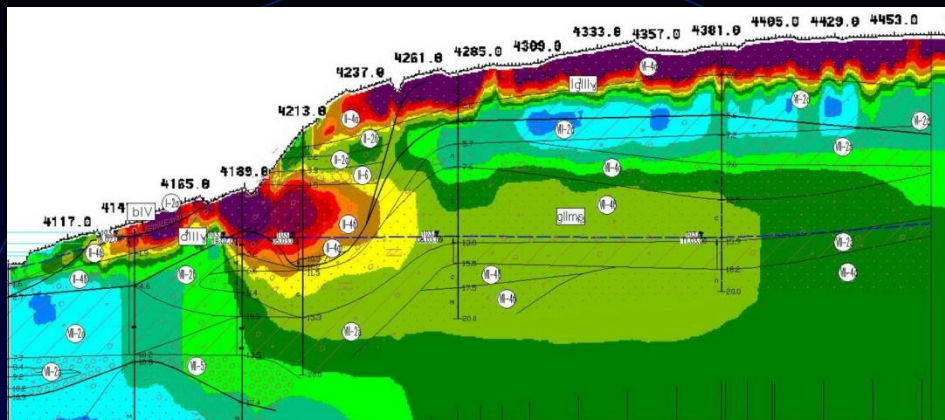


Геоэлектрический разрез по результатам электротомографии



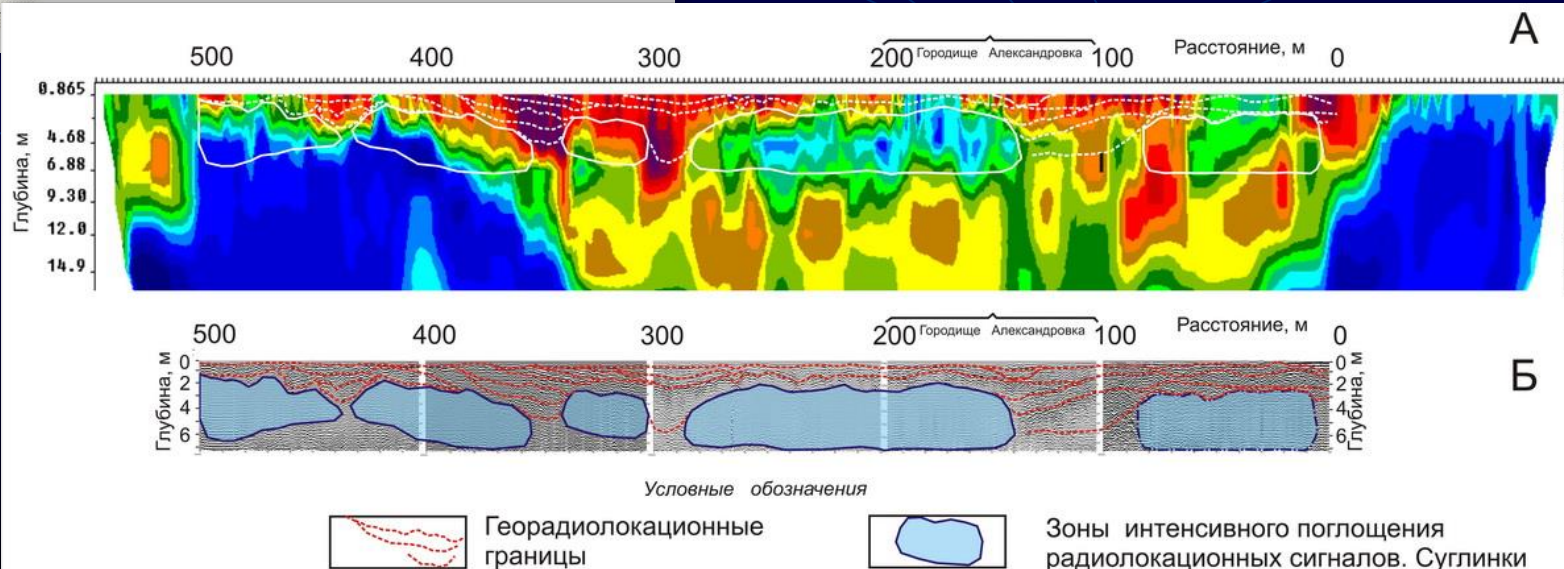
Квазитрехмерная геоэлектрическая модель по данным электротомографии





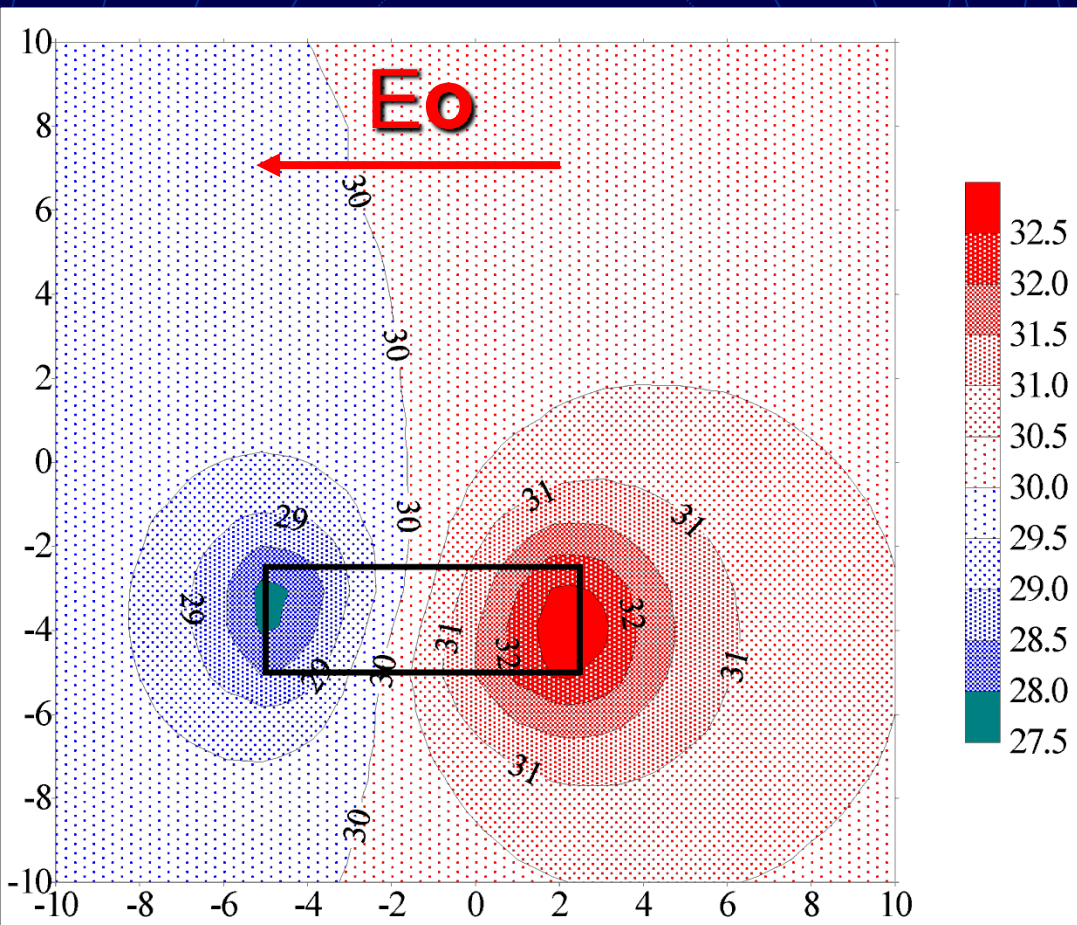
Результаты комплексирования электротомографии с сейсморазведкой и данными бурения. Геофизические работы в рамках инженерно-геологических изысканий на переходе проектируемой трассы трубопровода через реку, 2009 г.

Комплексирование георадиолокации и электротомографии. Геофизический полигон, д. Александровка, Калужская область, 2009 г.



Векторные измерения электрического поля

U над высокоомным объектом



- В соответствии с уравнениями Максвелла и теорией метода интегральных уравнений на границах неоднородностей под действием внешнего электрического поля появляются

ВТОРИЧНЫЕ

электрические заряды
или токовые источники

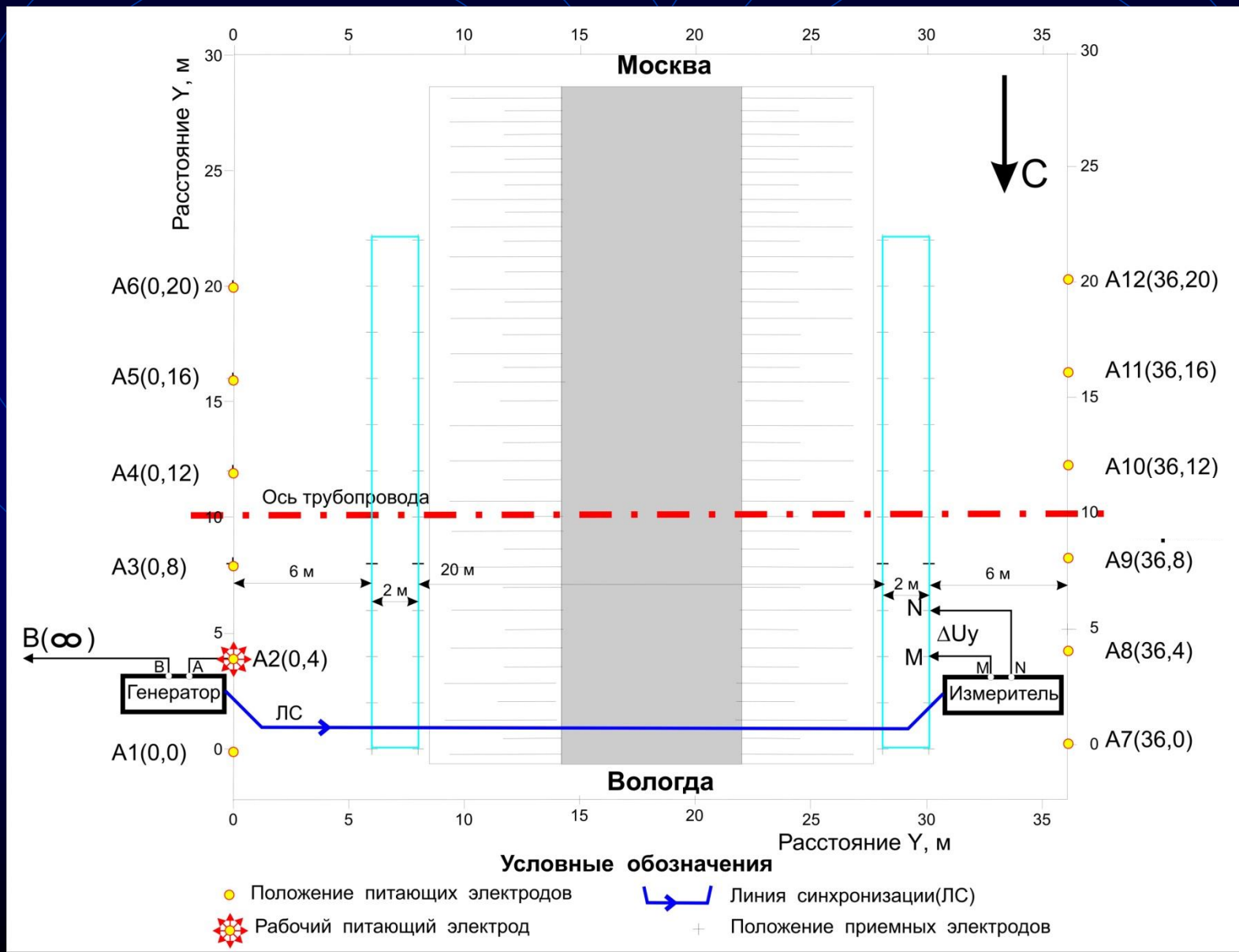
Векторная съемка электрического поля с измерителем ЭРП-1



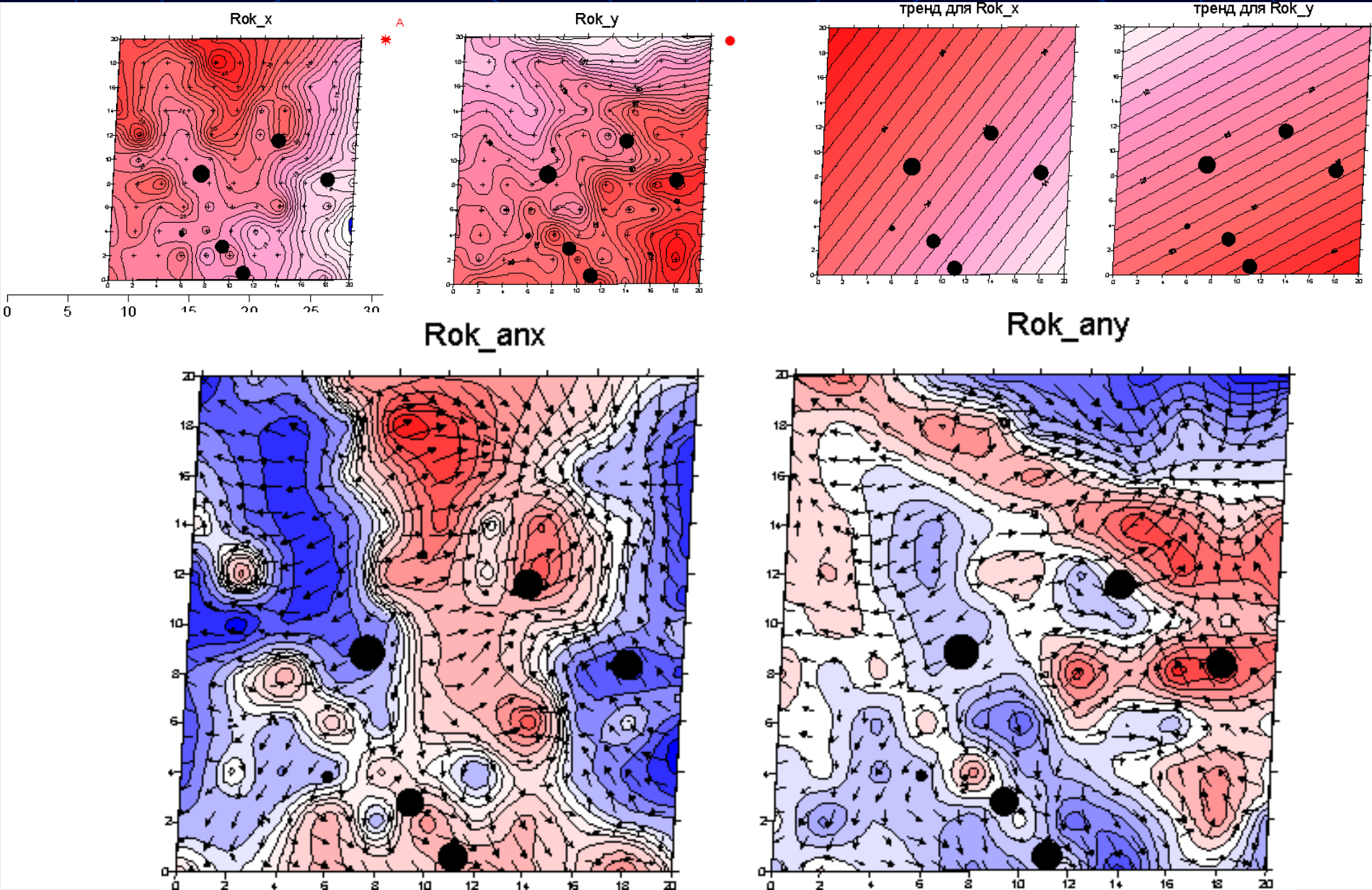
Векторная съемка с ОМЕГА-48



Пример методики векторной съемки с ЭРП-1



Получение векторов аномального поля при первом положении А

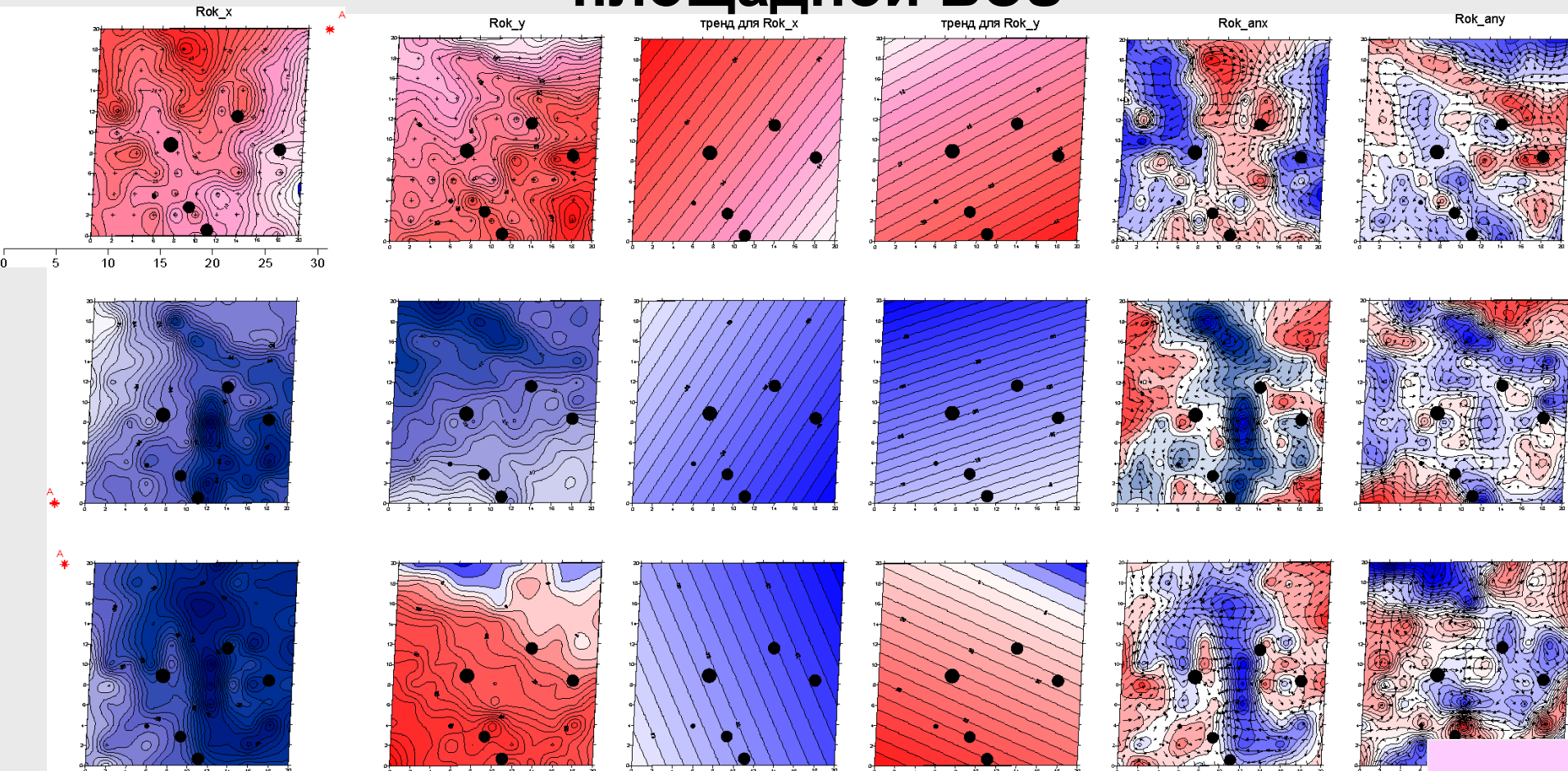


Получение векторов аномального поля при первом положении А

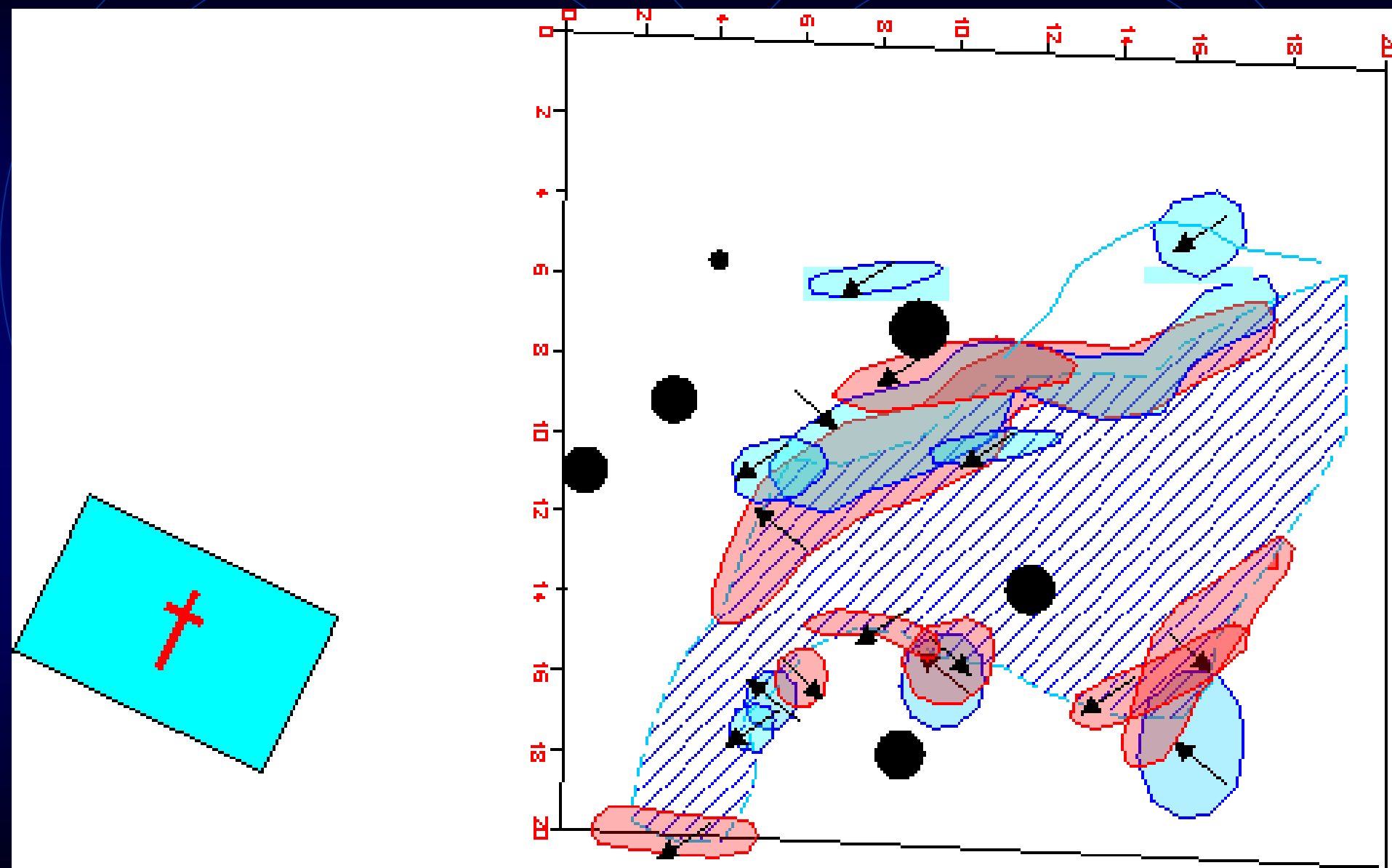
Исходные

Тренд – площадной ВЭЗ

Аномалии



Результаты векторной съемки

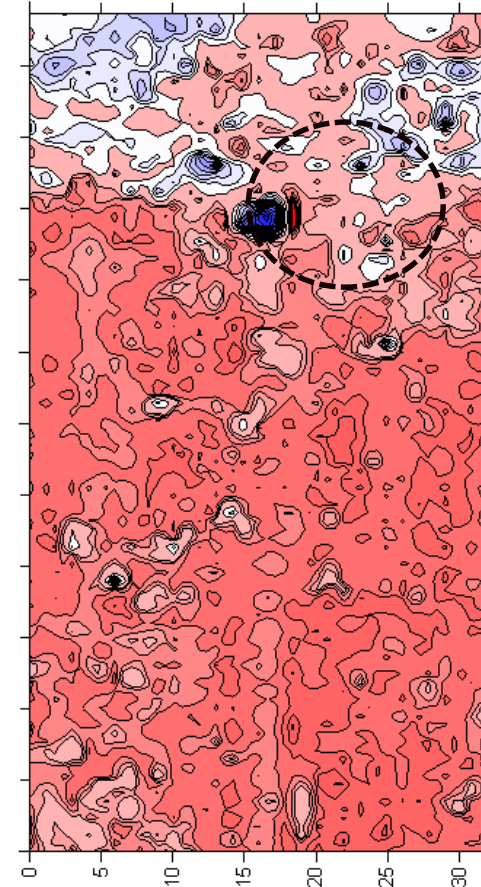
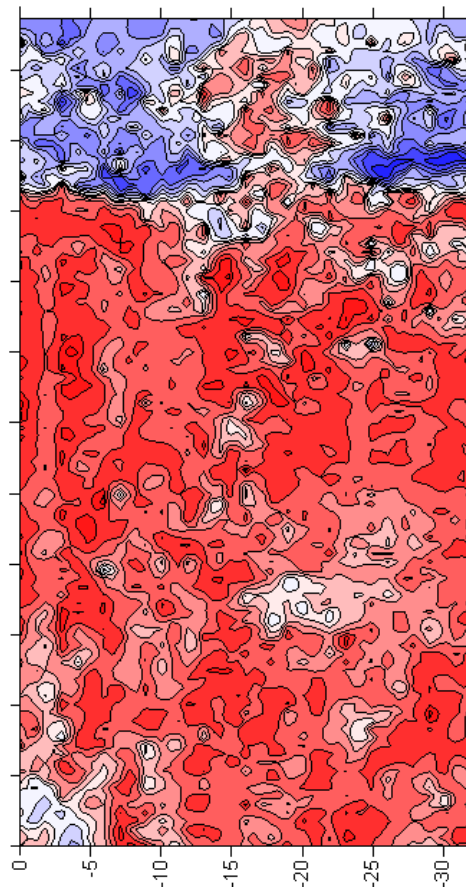


GPR

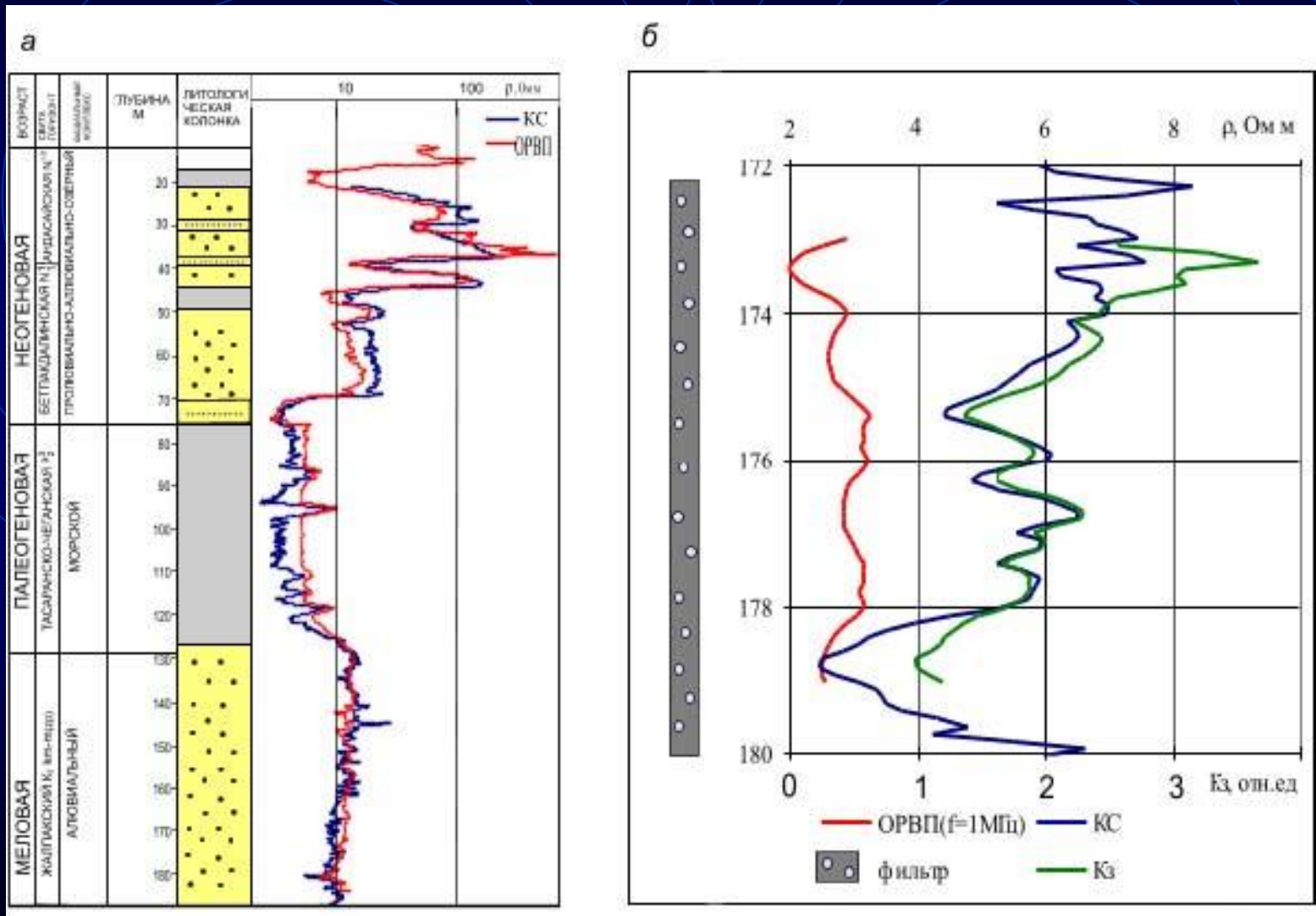
Площадная георадарная съемка.
Преобразование Гильберта. Срезы на
времени 18 и 27 нс

$t=18 \text{ nsek}$

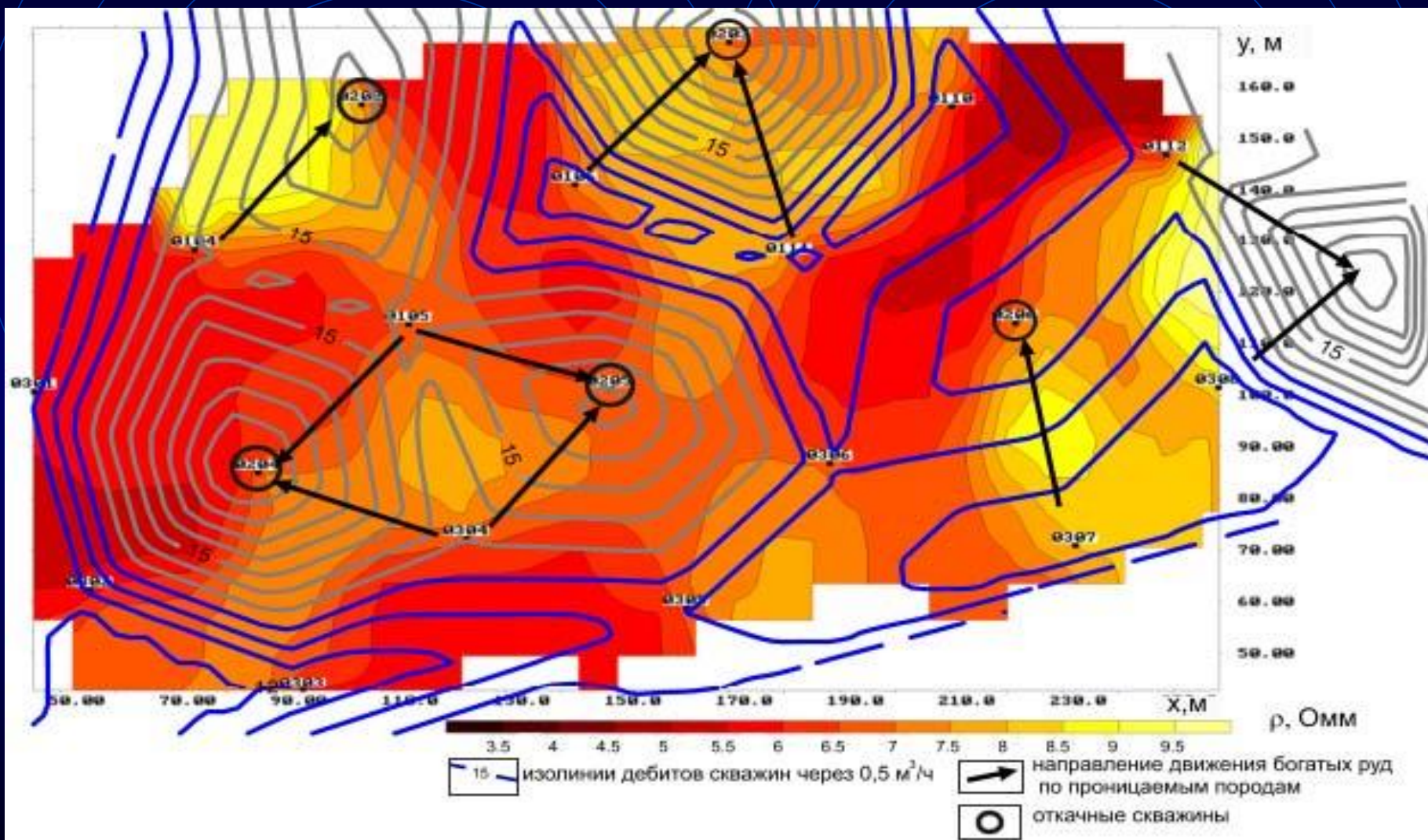
$t=27 \text{ nsek}$



Каротаж в закрытых скважинах



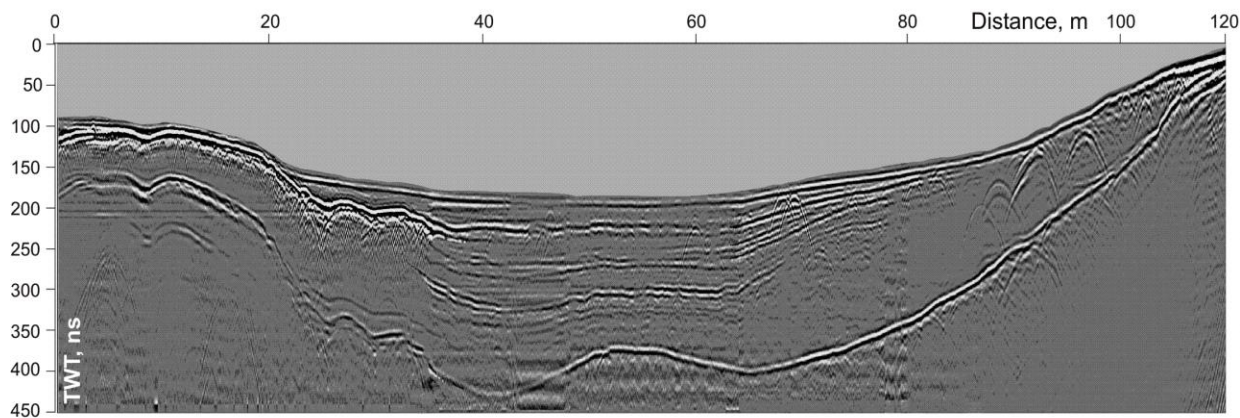
Сопоставление результатов радиоволновой геоинтроскопии с дебитами скважин на закисленном блоке на глубине 180 м



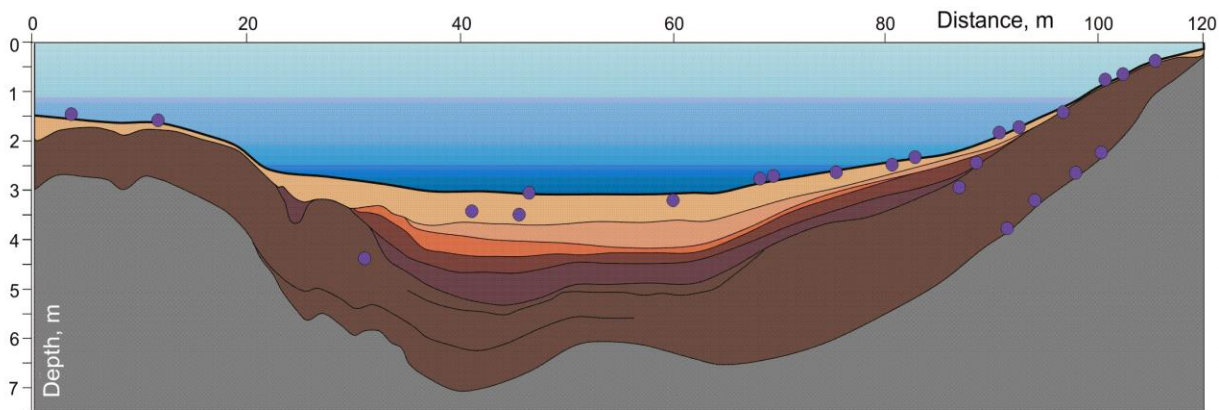
Исследования на о. Озерки (Калужская область)



Результаты съемки с георадаром "Zond-12" -
экранированная антенна 300 МГц



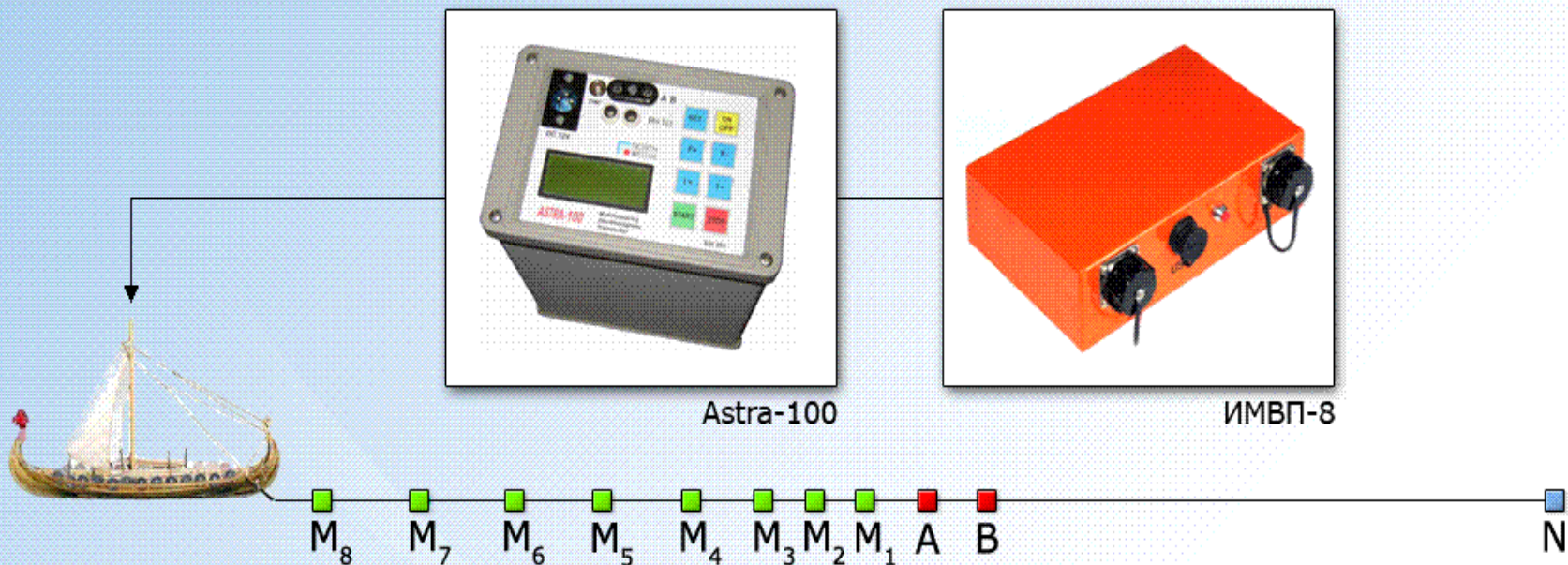
Геолого-геофизический разрез по георадарным данным



- Максимальная глубинность - 12 м
- Сопротивление воды 75 Ом

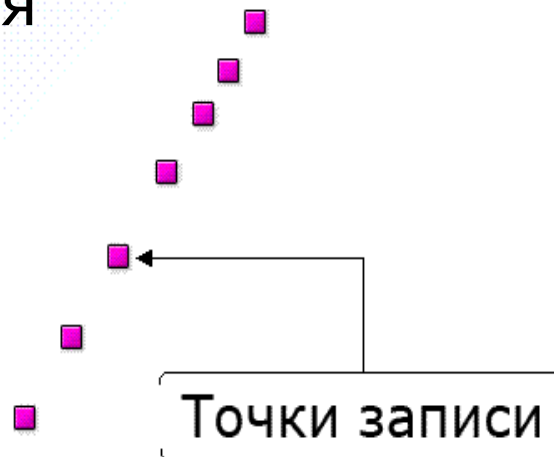


Непрерывные акваторные зондирования



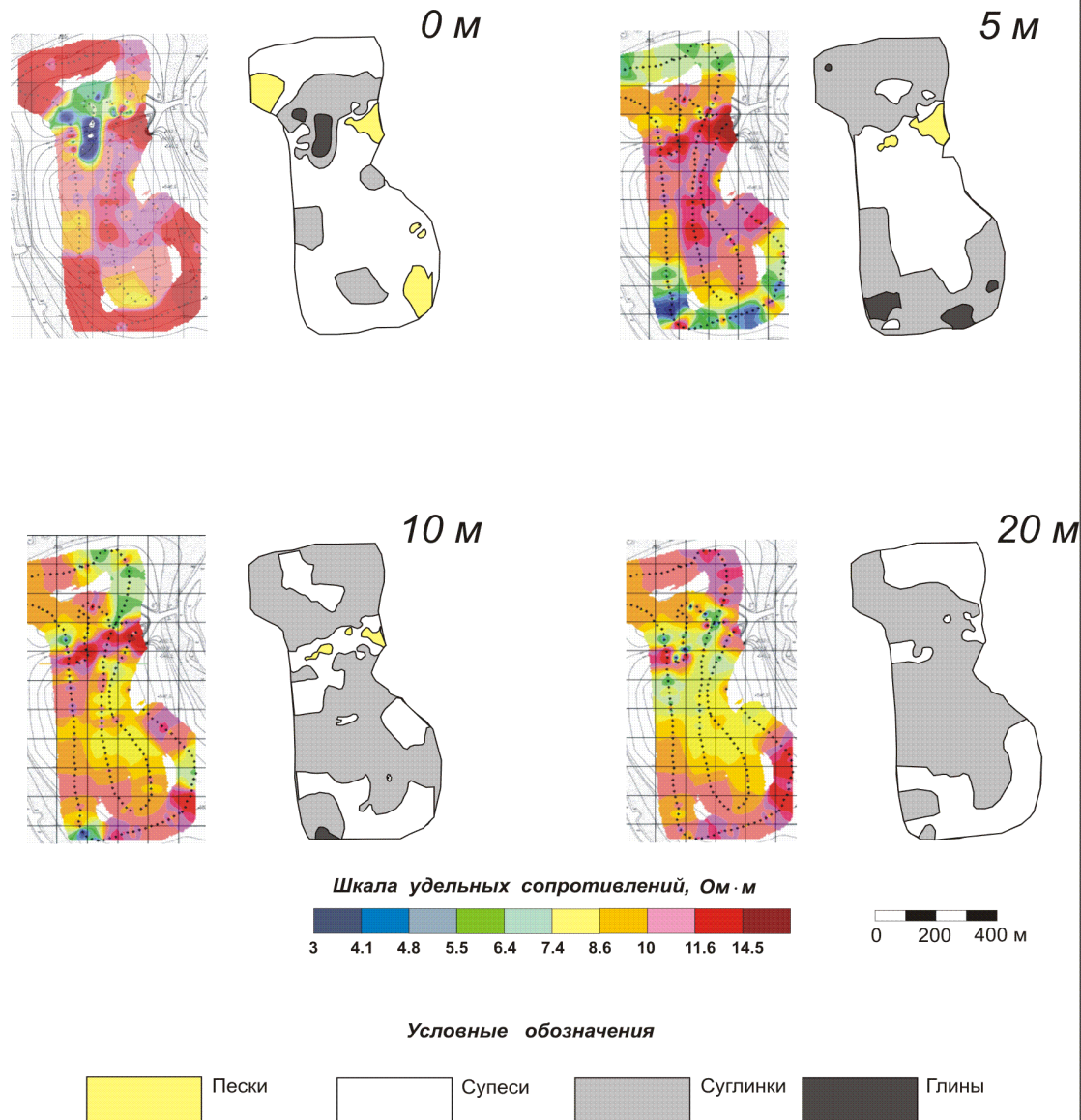
Инверсная асимметричная установка Шлюмберже

- Сбор данных производится с помощью специализированной плавающей косы
- Основное отличие рабочей установки - перемена питающих и приемных электродов местами
- Производится непрерывная регистрация сигнала на множестве каналов
- Возможность получения кривых ВЭЗ с очень частым шагом по профилю



Методика
НАЗ

Результаты интерпретации НАЗ на акватории хвостохранилища



Карты срезов
геоэлектрического
разреза для разных
глубин
литологические типы
отложений:

- дно;

- 5 м от дна;

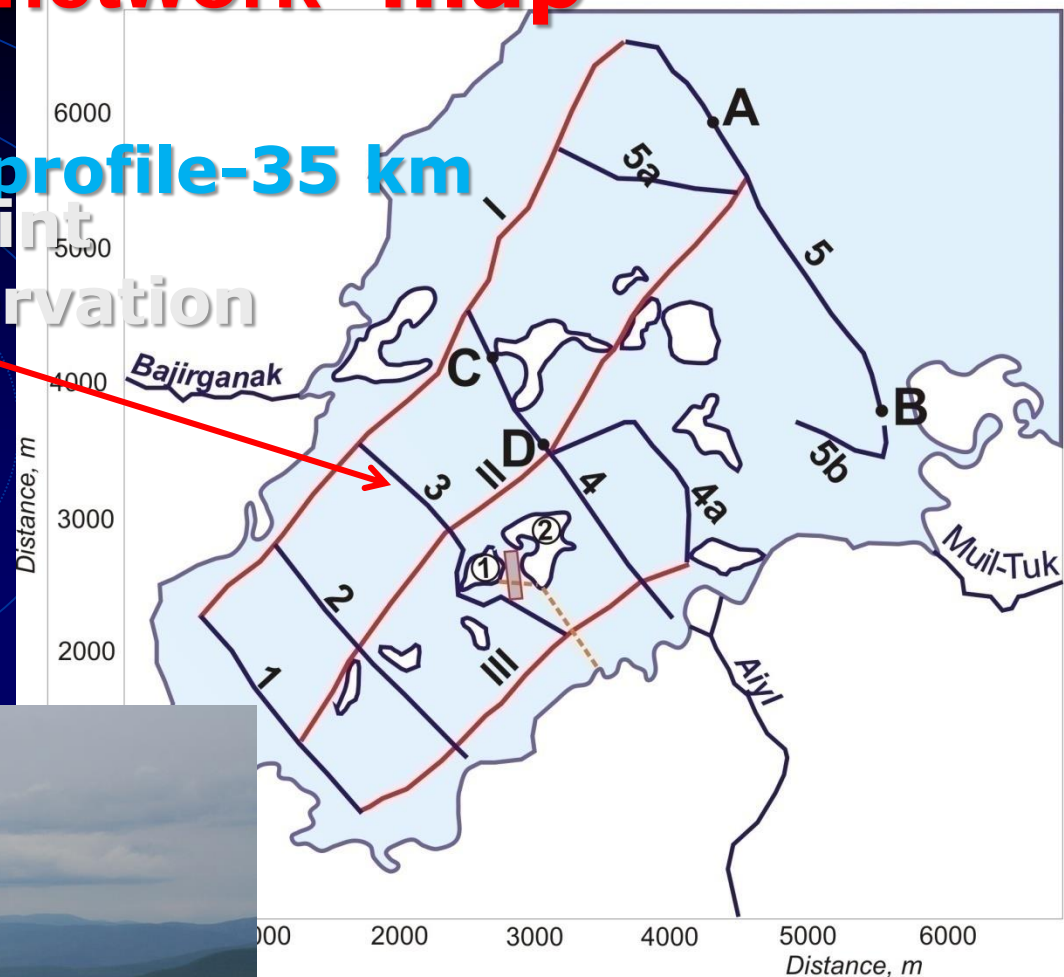
- 10 м от дна;

- 20 м от дна

The observation network map

Total length of profile-35 km

Point
of observation



Legend

Por-Bagin Fortress

Bridge

Detailed CAS survey in 2008

②

Promezhutochny island

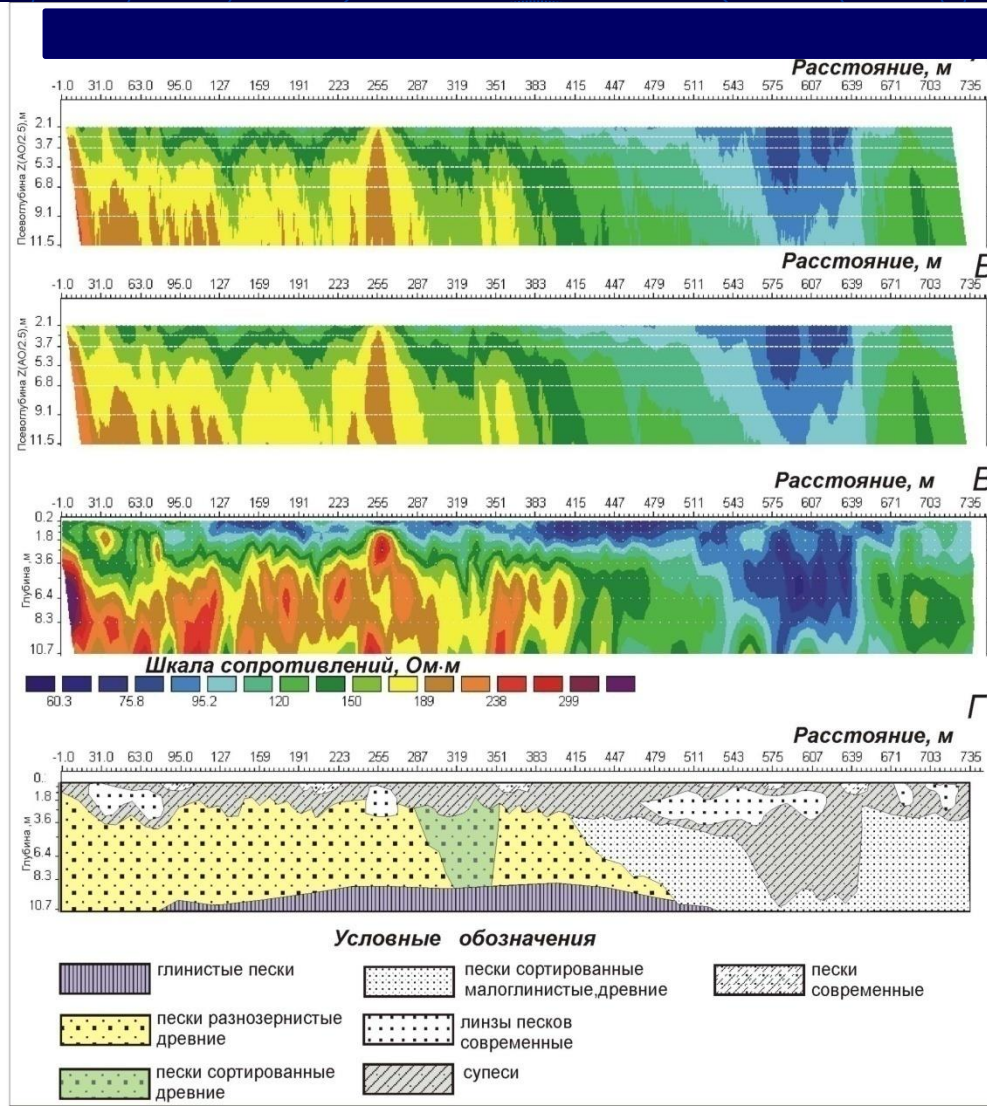


CAS profile lines



2D inversion results along profile 4

Line CD. Sounding step 1 m



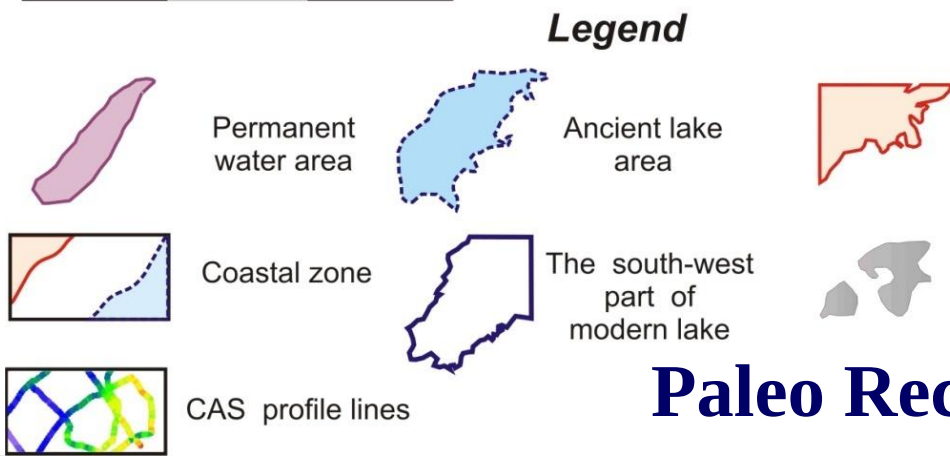
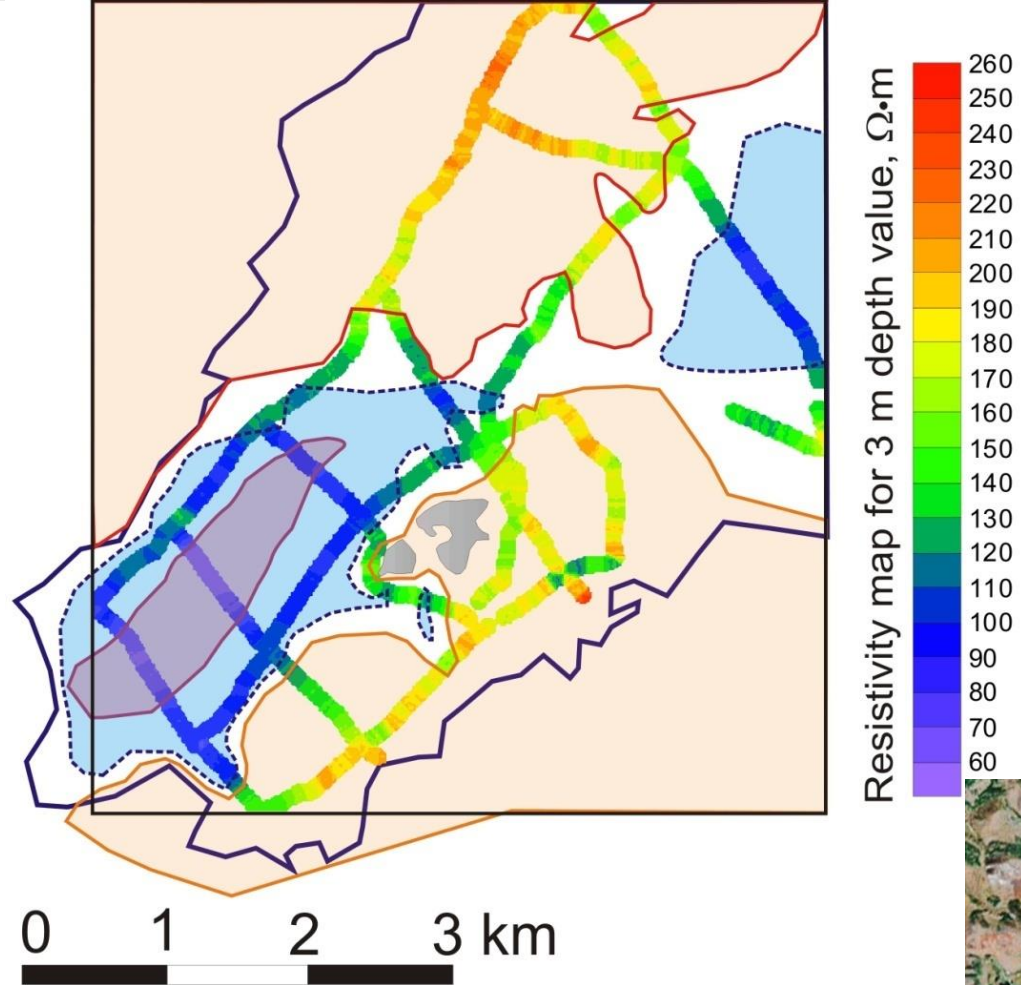
Field pseudo-section ρ_a

Calculated pseudo – section ρ_a

Geoelectrical section $\rho(x,z)$

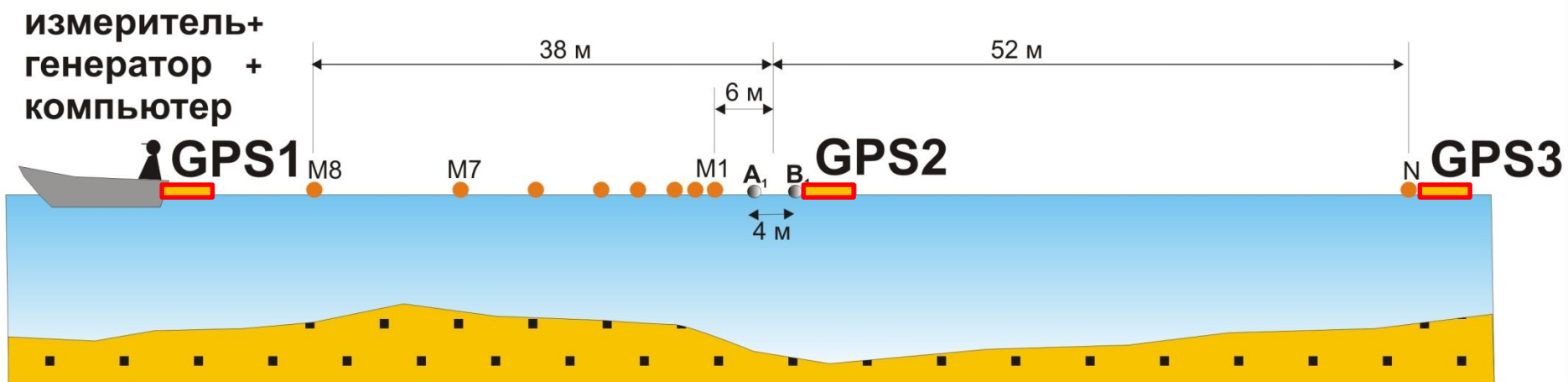
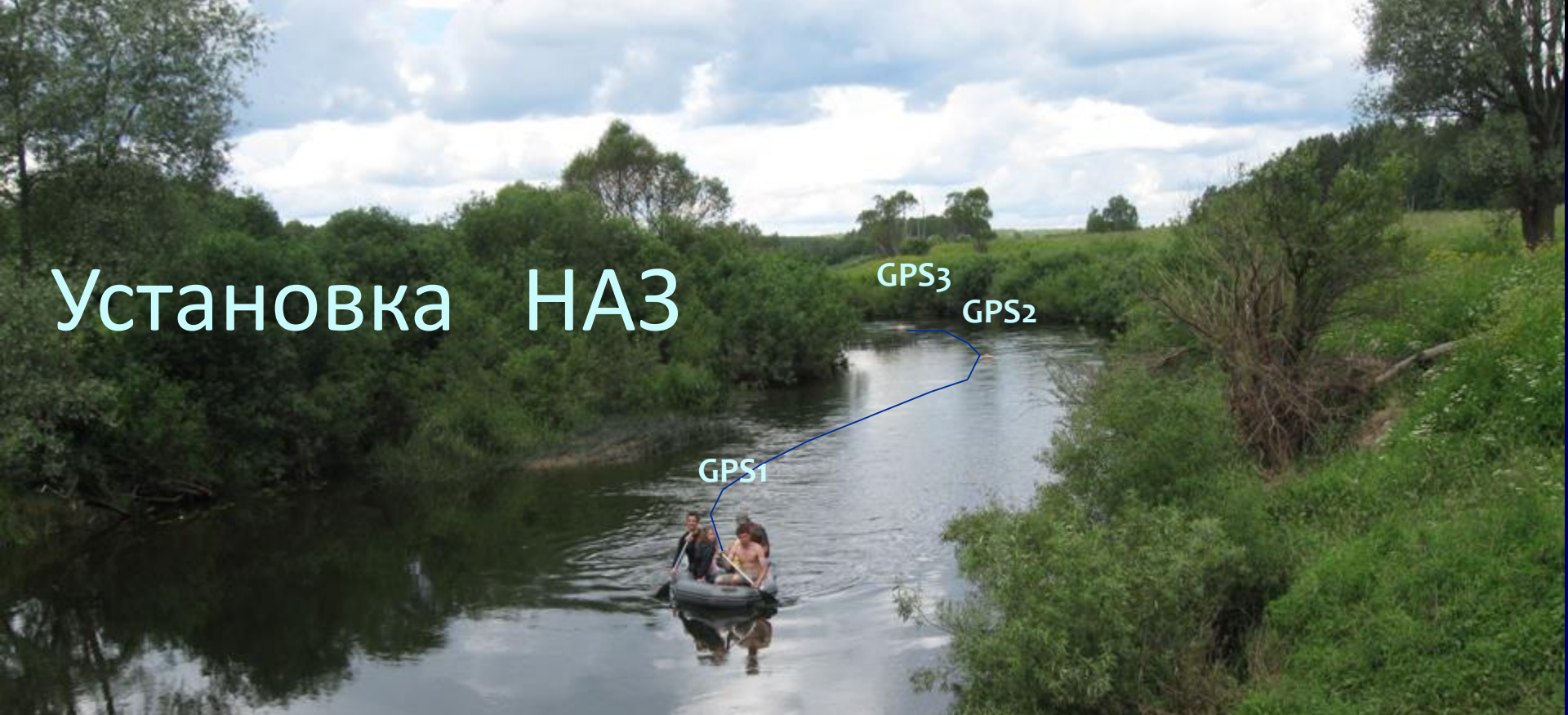
Geological-geophysical section





Paleo Reconstruction

Установка НАЗ



Профиль съемки

метры

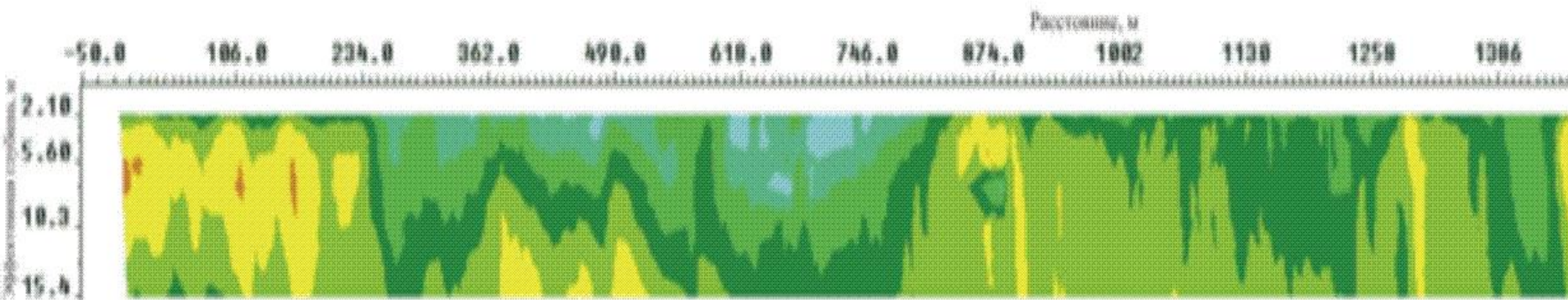
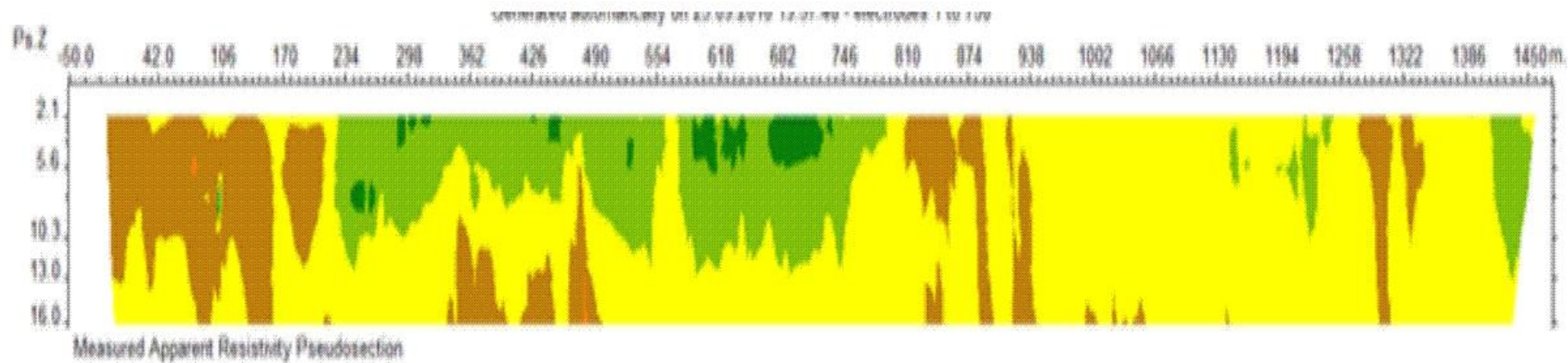
0

500

1000



Результат двух проходов с интервалом 2 месяца

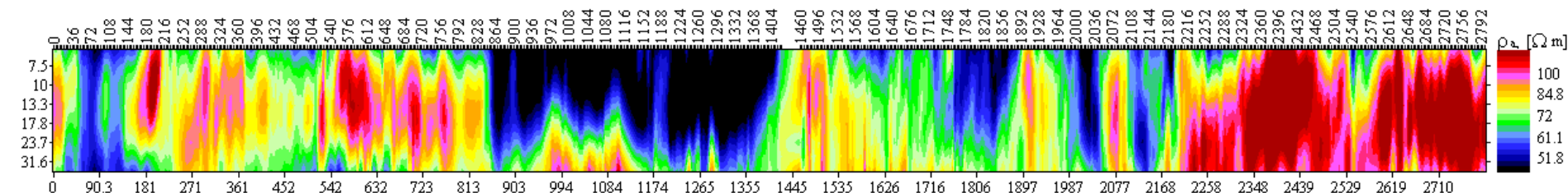


Результат 1D – интерпретации НАЗ

Изображение в программе IPI2Win

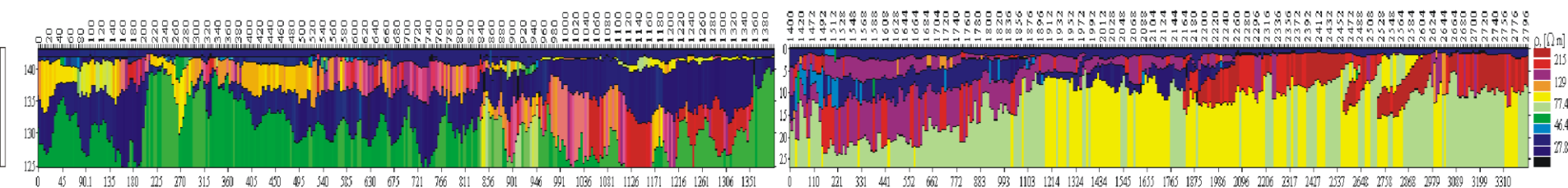
AB/2,m

Pseudo cross-section



H, m

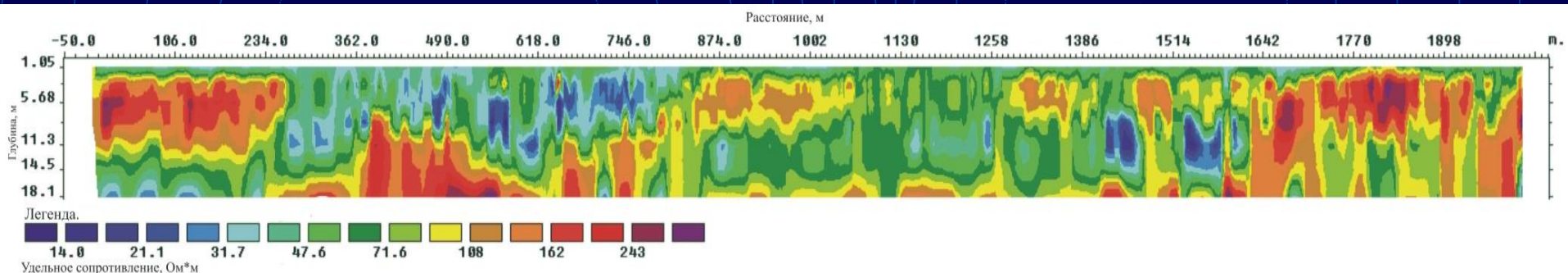
Resistivity cross-section



Сравнение разрезов сопротивления после интерпретации

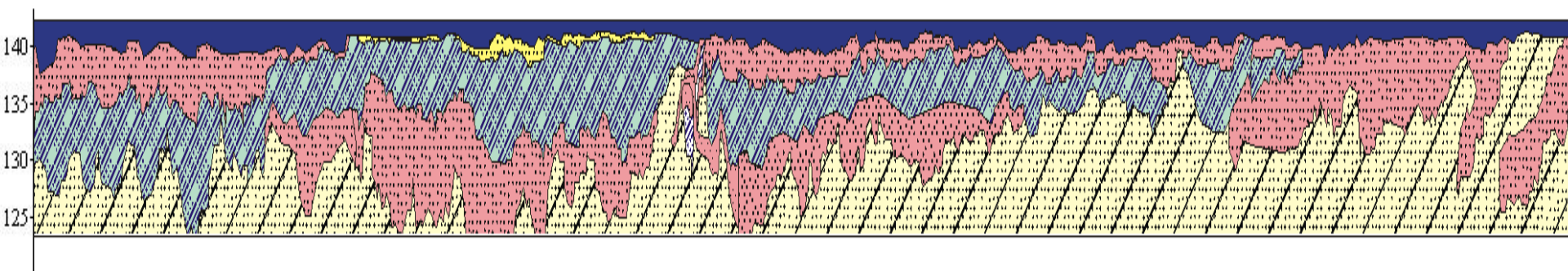
Результат 2D инверсии

19 Июня 2010

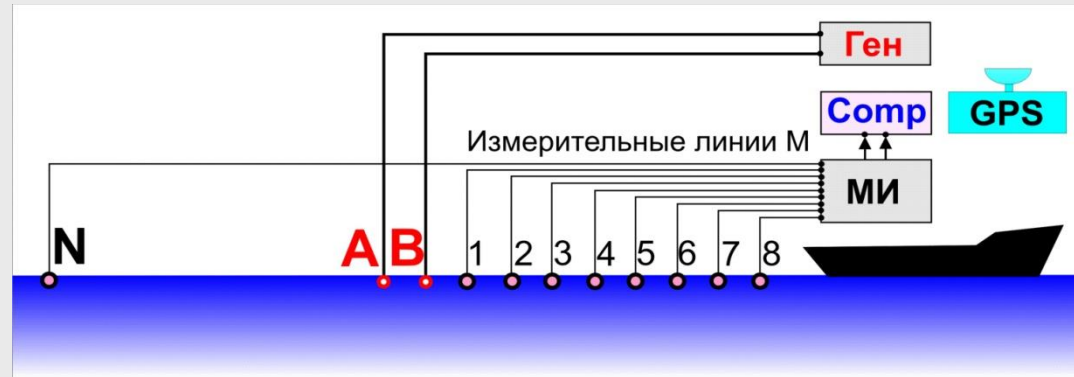


Разрез по результатам 1D – интерпретации

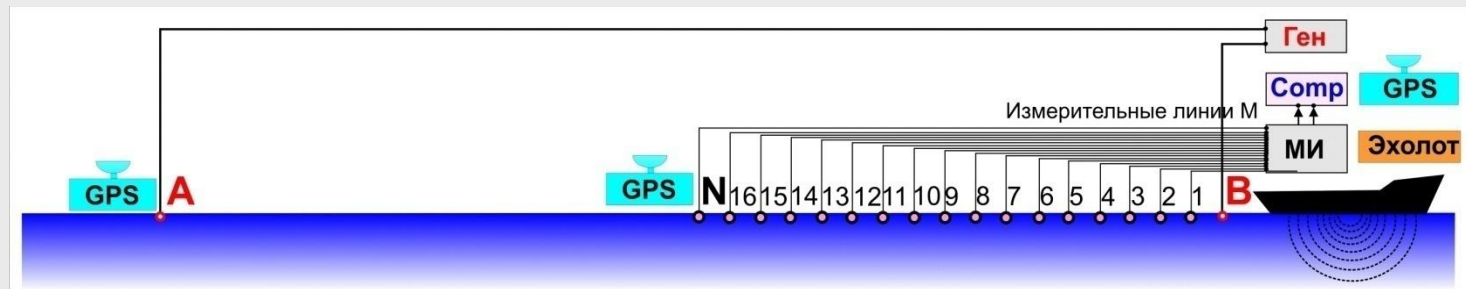
25 Июня 2010



Обычный НАЗ



Последняя модификация НАЗ

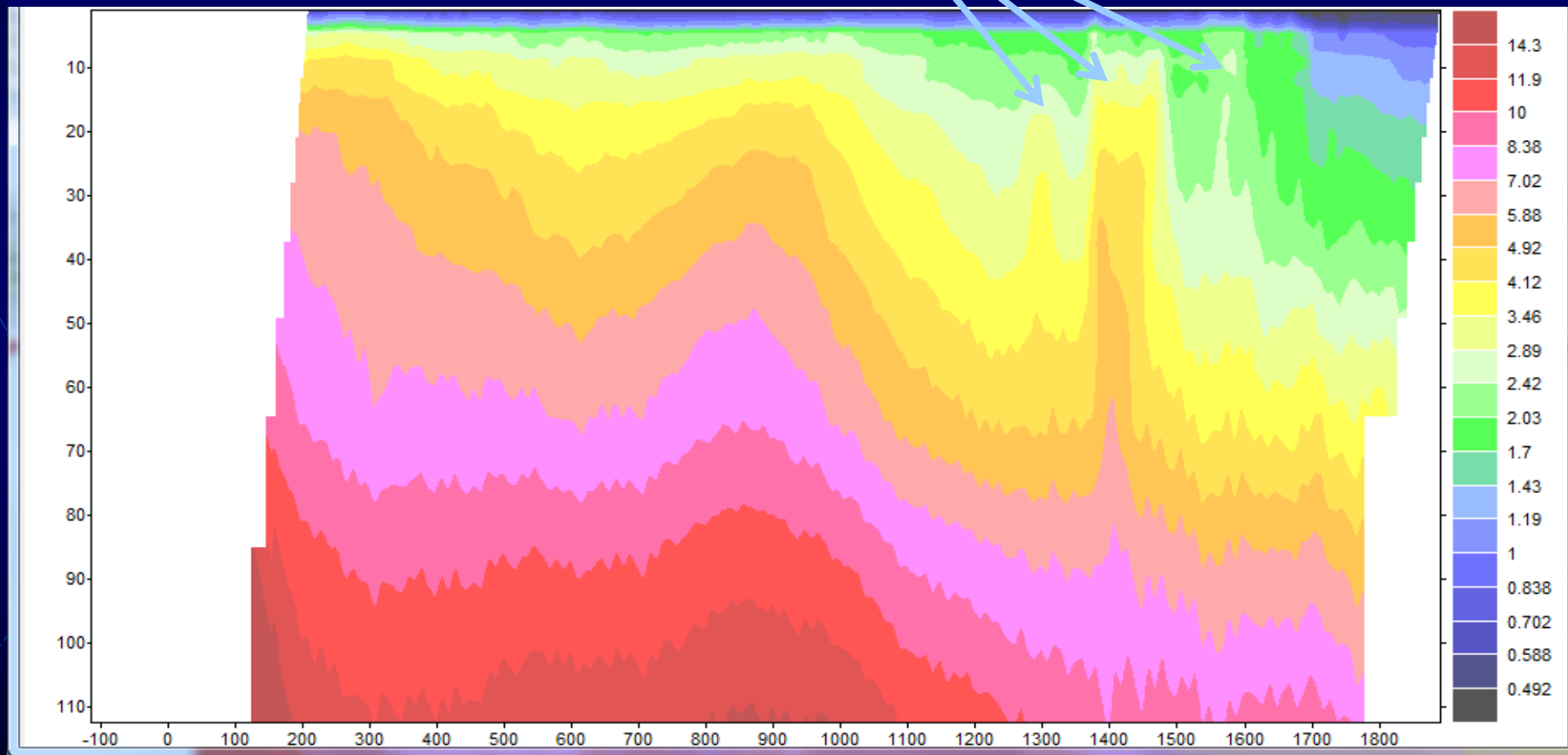


Карта фактического материала НАЗ



Разрез кажущегося сопротивления по профилю 1

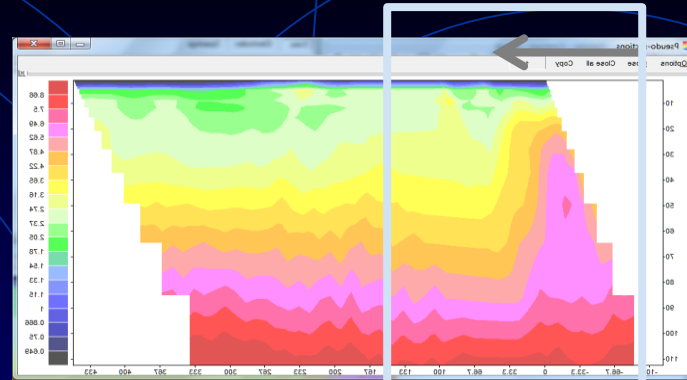
ЛОКАЛЬНЫЕ
АНОМАЛИИ



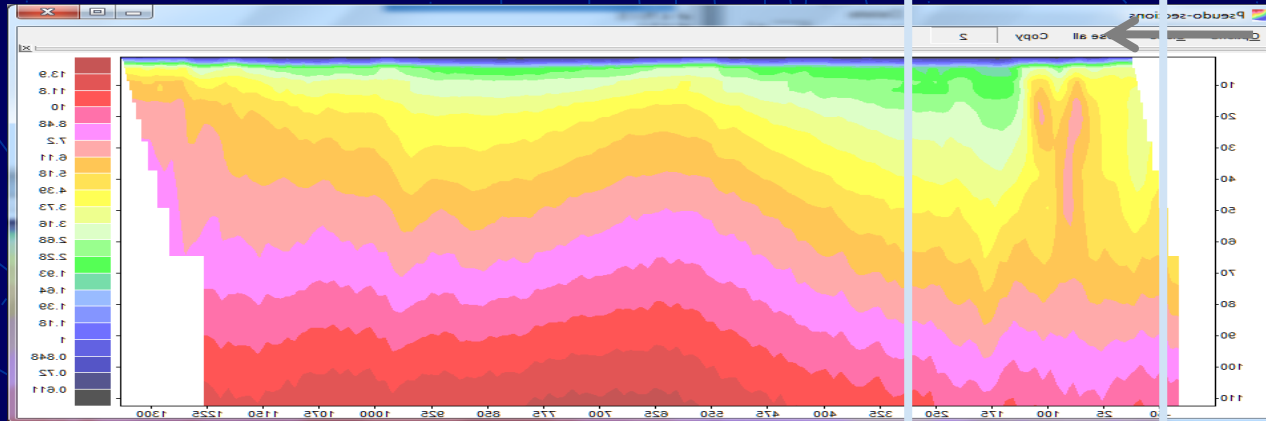
ГЛУБИНА ОБЪЕКТОВ – ОТ 3 ДО 8 М
ШИРИНА ОБЪЕКТОВ - ОТ 10 ДО 30 М

Сопоставление продольных профилей НАЗ

ПРОФИЛЬ 5

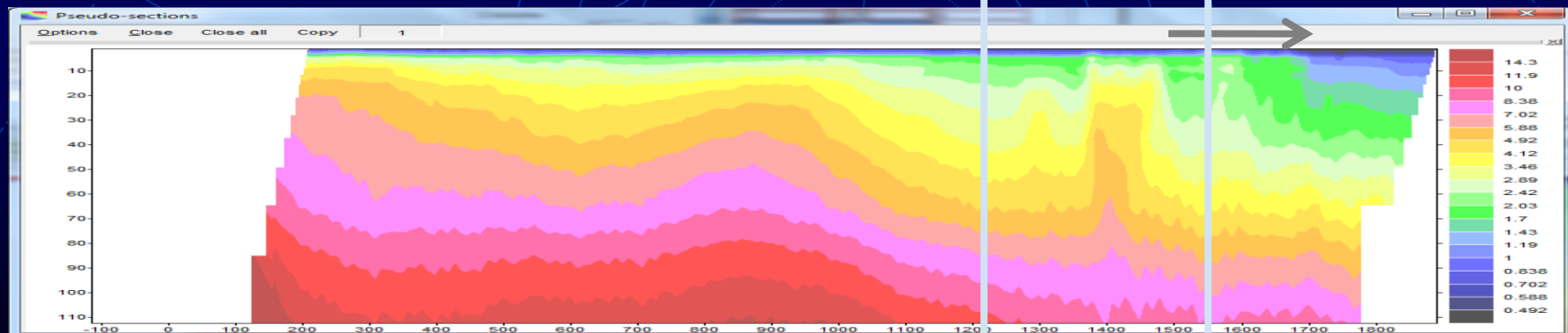


ПРОФИЛЬ 2



ВОСТОК

ПРОФИЛЬ 1



АНОМАЛЬНАЯ ЗОНА

ЗАПАД

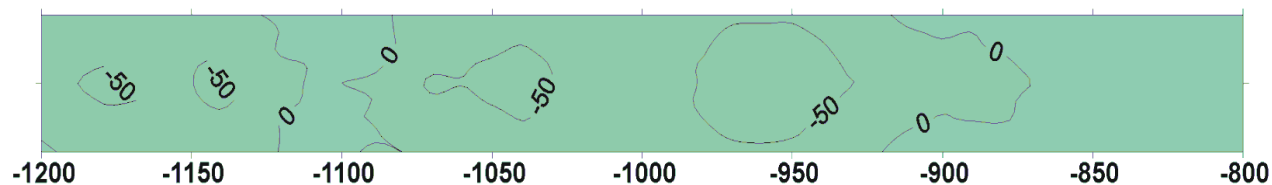
Обследование трубопроводов

- **Традиционные технологии**
3D- позиционирование труб, поиски нарушений гидроизоляции, изучение участков коррозионной активности грунтов и наличие блуждающих токов
- **Новые технологии и проблемы**
позиционирование труб в коридорах по 3-10 штук, поиски мест напряженно-деформированного состояния труб, поиски больных мест подвергаемых коррозии

Электрический потенциал над трубопроводом в Западной Сибири

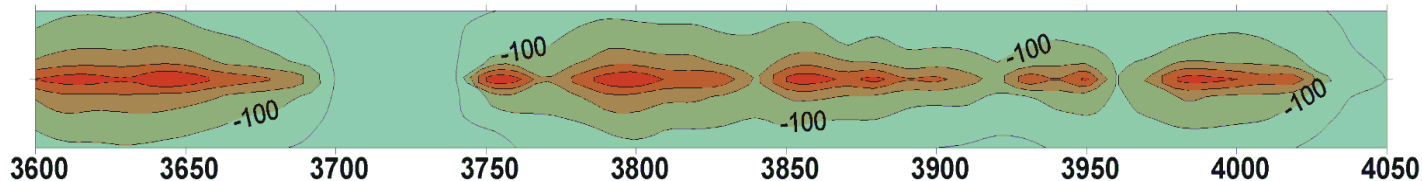
The electrical potential over the pipeline in West Siberia

СЛАБЫЕ нарушения гидроизоляции



**Weak
breach**

СИЛЬНЫЕ нарушения гидроизоляции

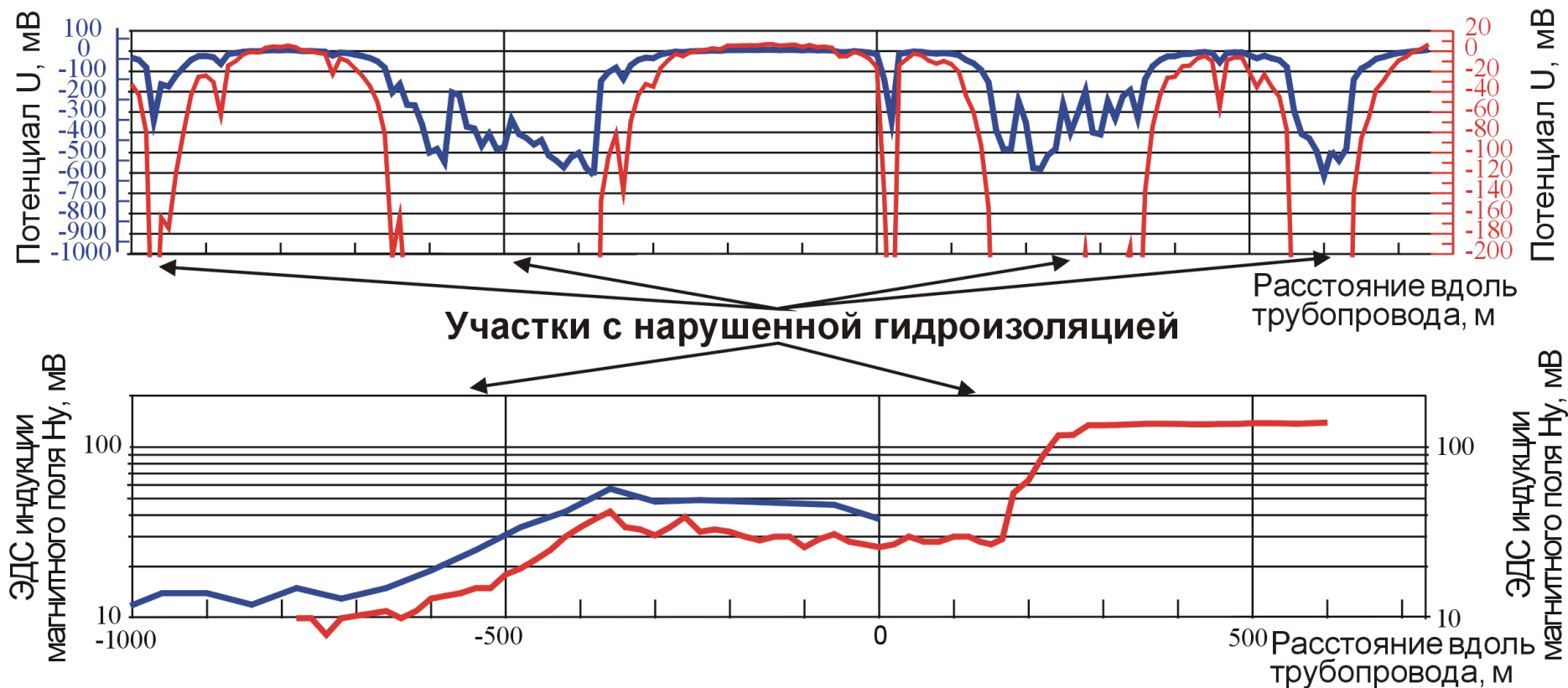


**Strong
breach**

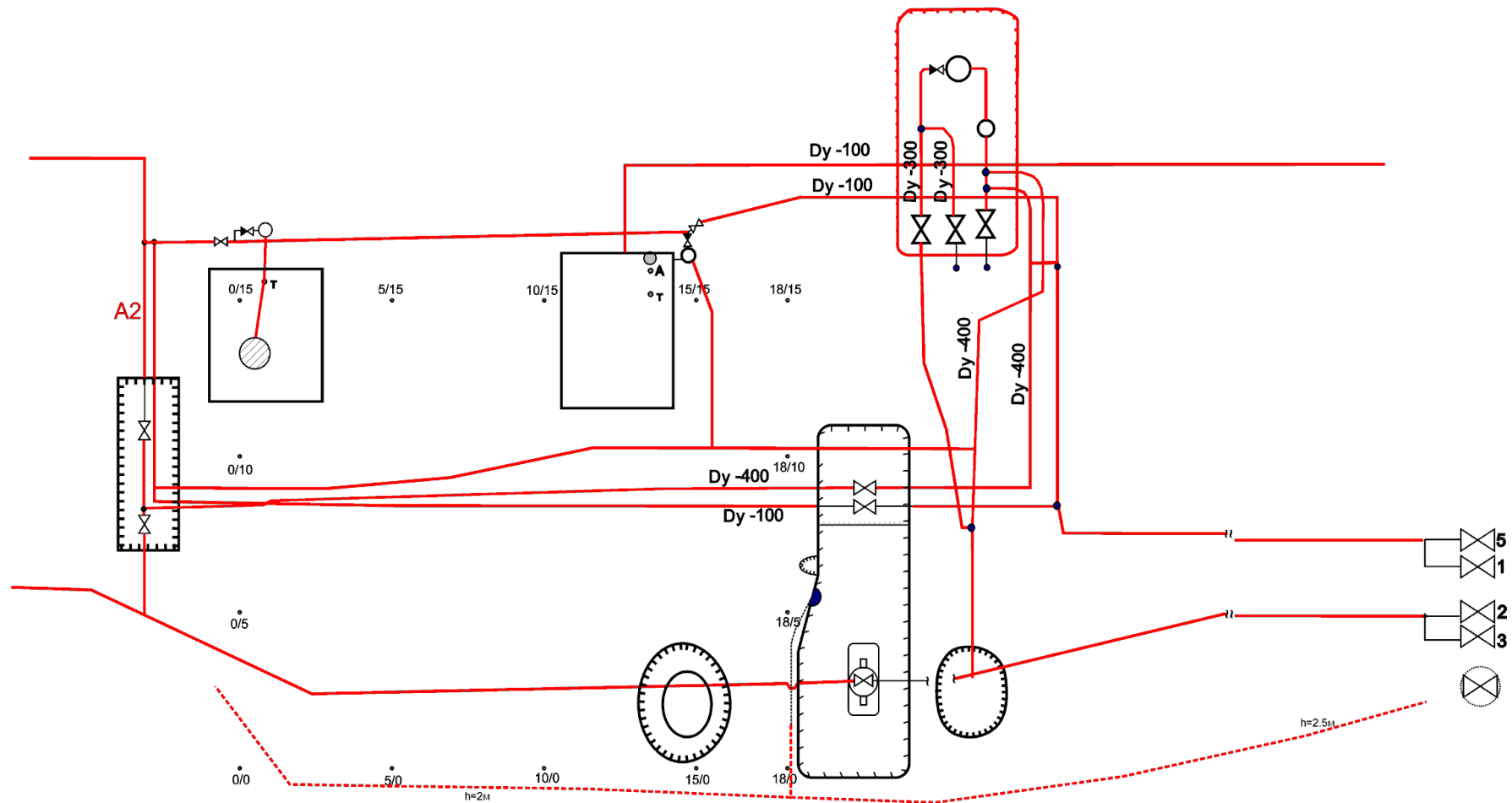


Магнитное поле токов катодной защиты над трубопроводом

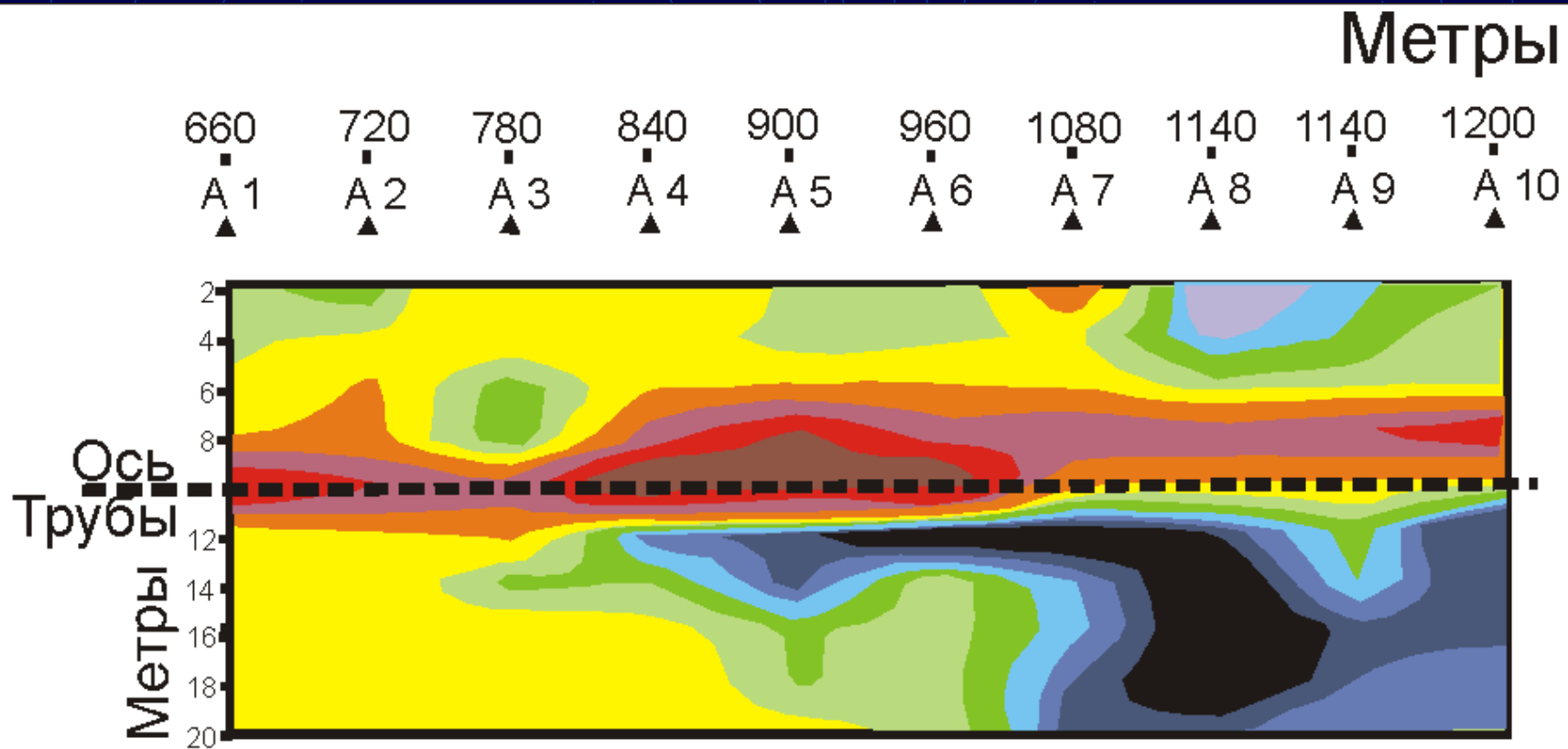
The diagnostic of pipe isolation on pipeline in West Siberia



Картирование технологической схемы The determining of technological scheme of pipes

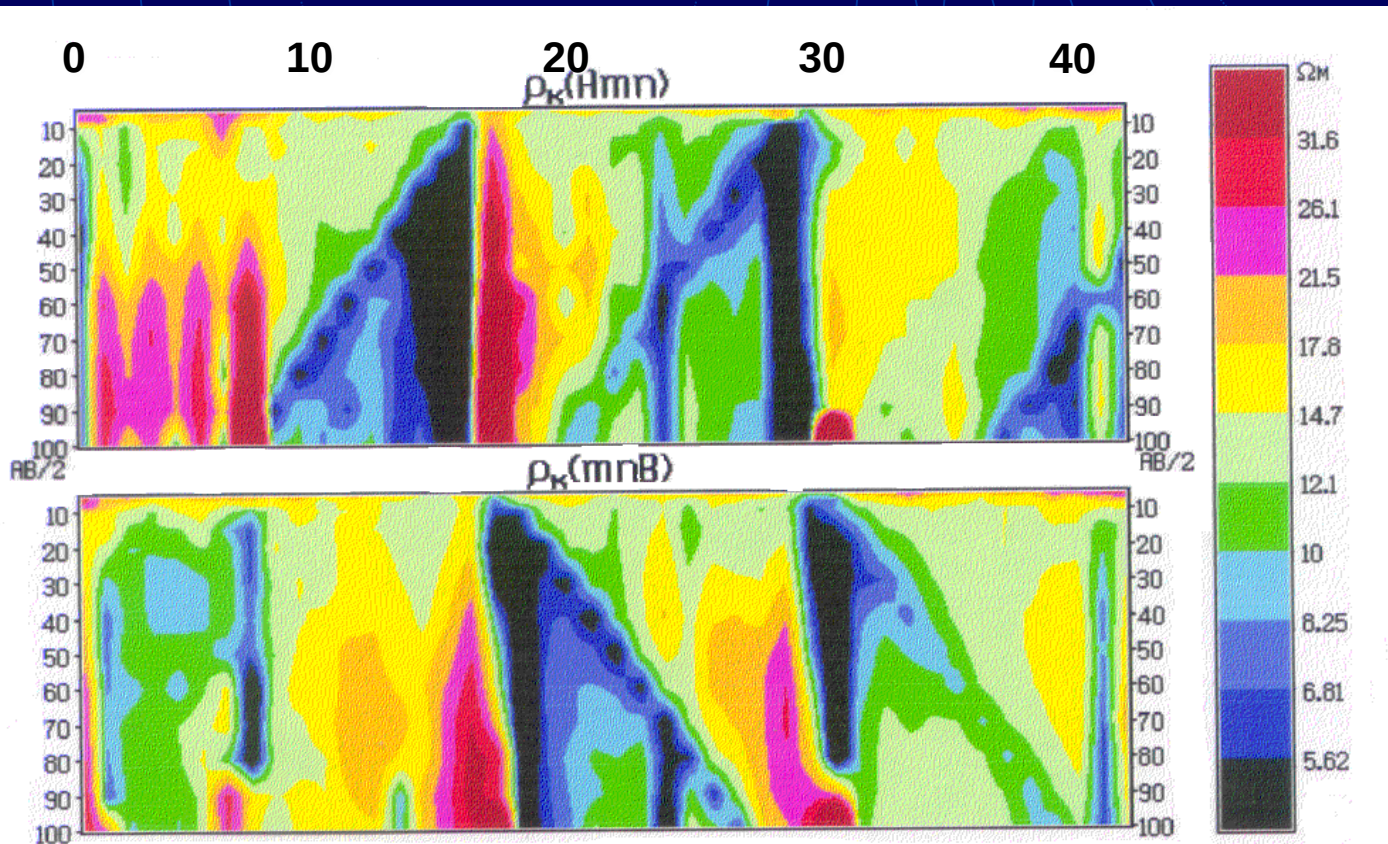


Карта кажущегося сопротивления для установки
точечного зондирования
The partially insulated pipe. Apparent resistivity map



Проявление трубопроводов на разрезах кажущегося сопротивления при электротомографических исследованиях

The Apparent resistivity pseudo-sections for pole-dipole arrays over 3 pipes in Volga region

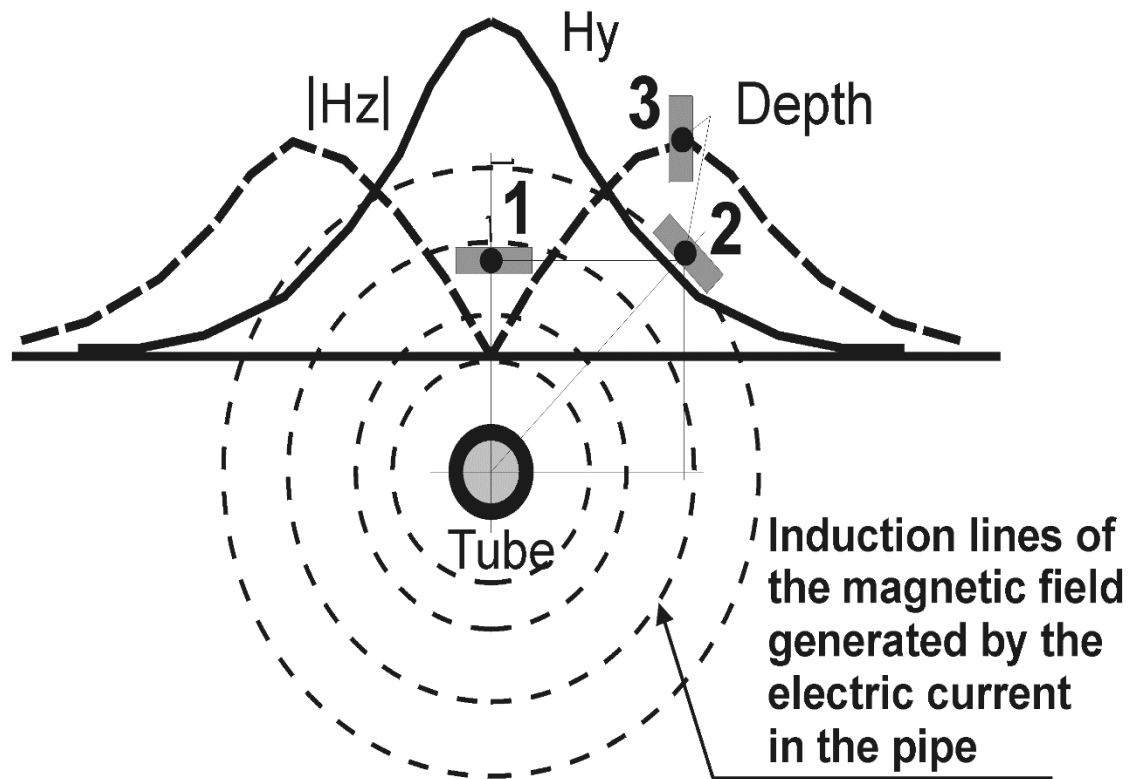


mnB

Amn

3D-позиционирование трубы с использованием магнитной антенны

Locating a pipe in plane and in section using a magnetic antenna



Решение обратной задачи для шести труб, которые расположены в одном коридоре

The Inverse Problem Program for interpretation magnetic field over the pipes

Параметры подбора

Координата X центра трубы

Глубина до центра трубы

Амплитуда тока катодной защиты в трубе

Фаза тока катодной защиты в трубе

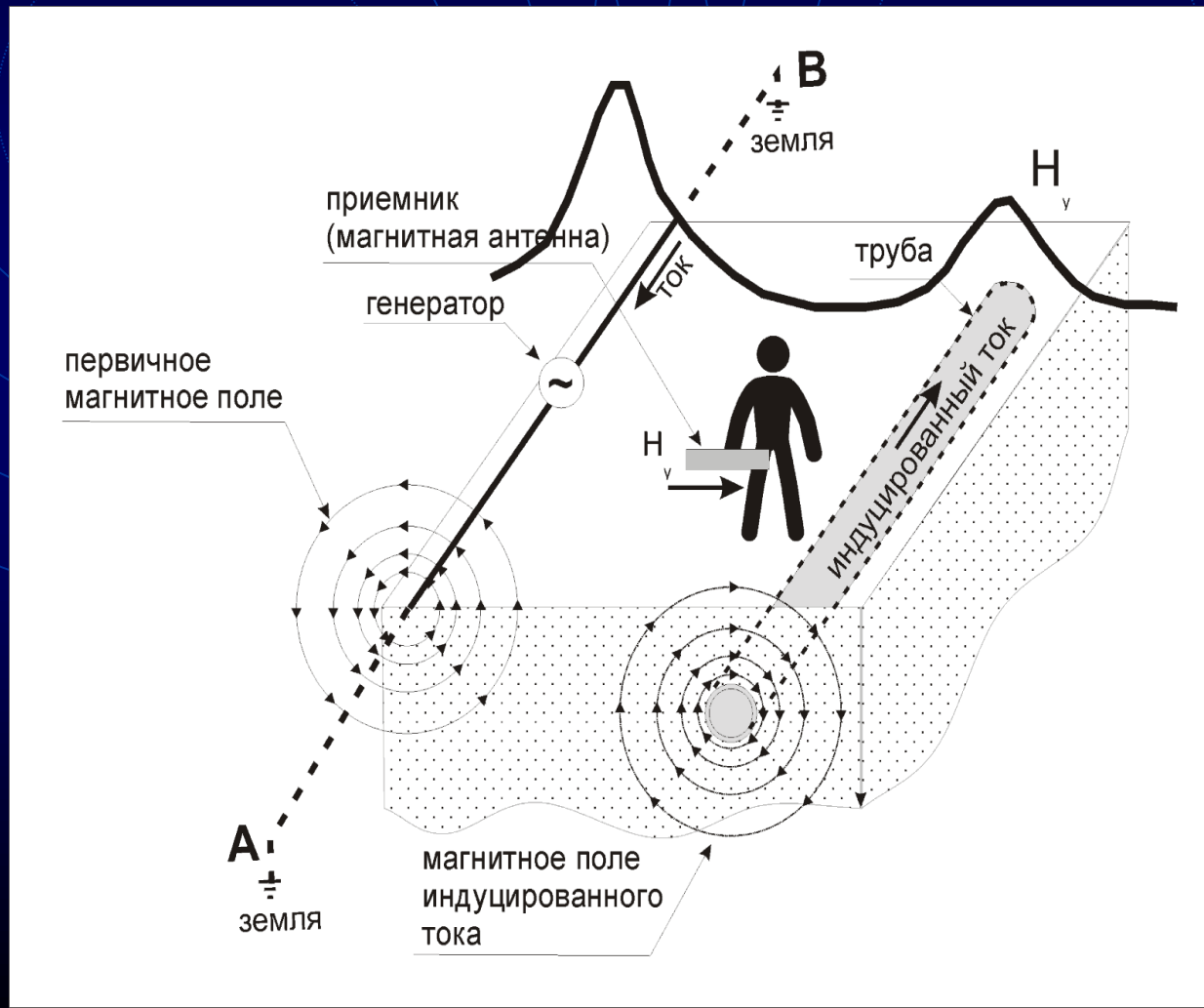
Измеренное магнитное поле

Рассчитанное магнитное поле

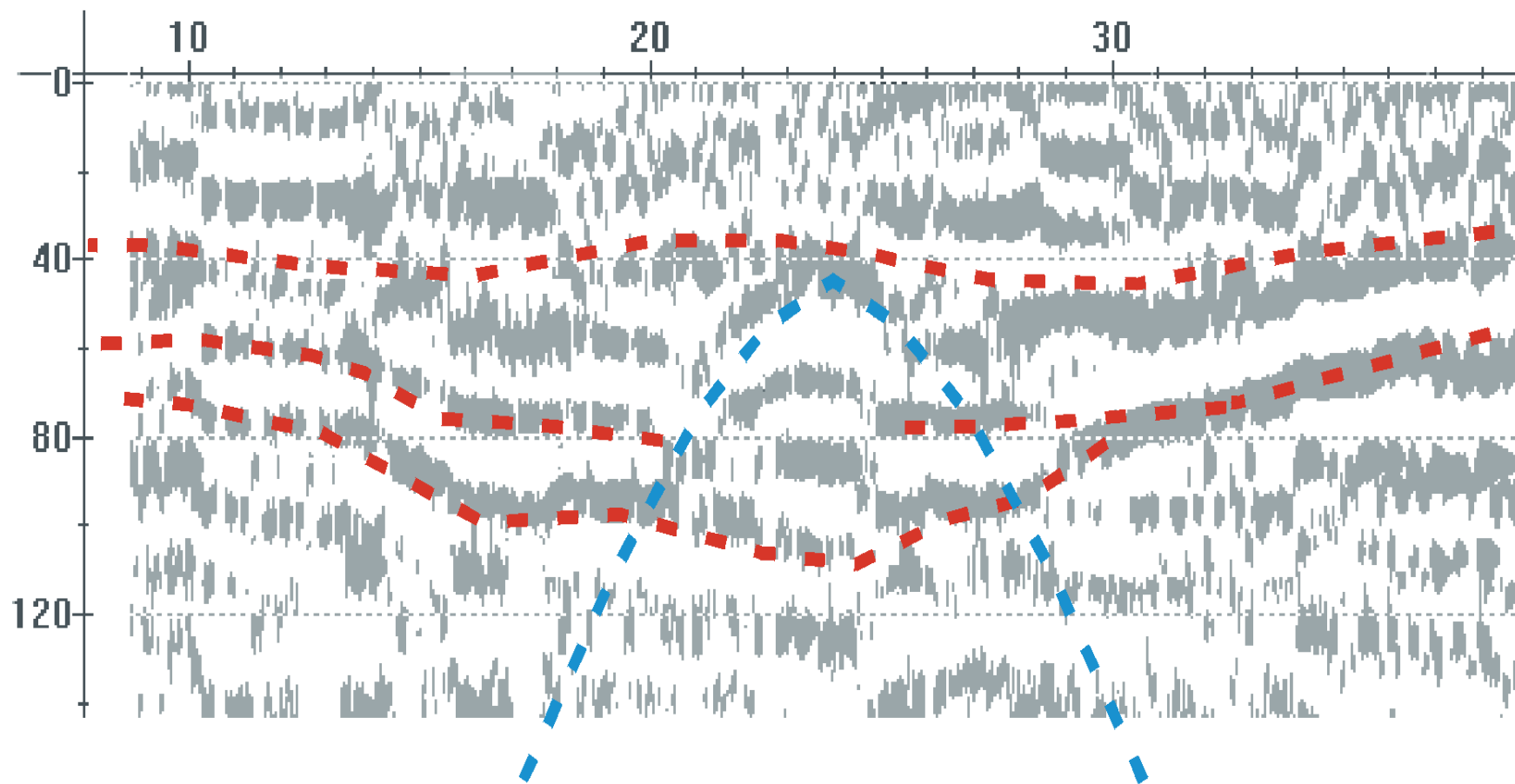


Возбуждение трубы магнитным полем длинного кабеля

Inducing electric current in a pipe by a long parallel cable

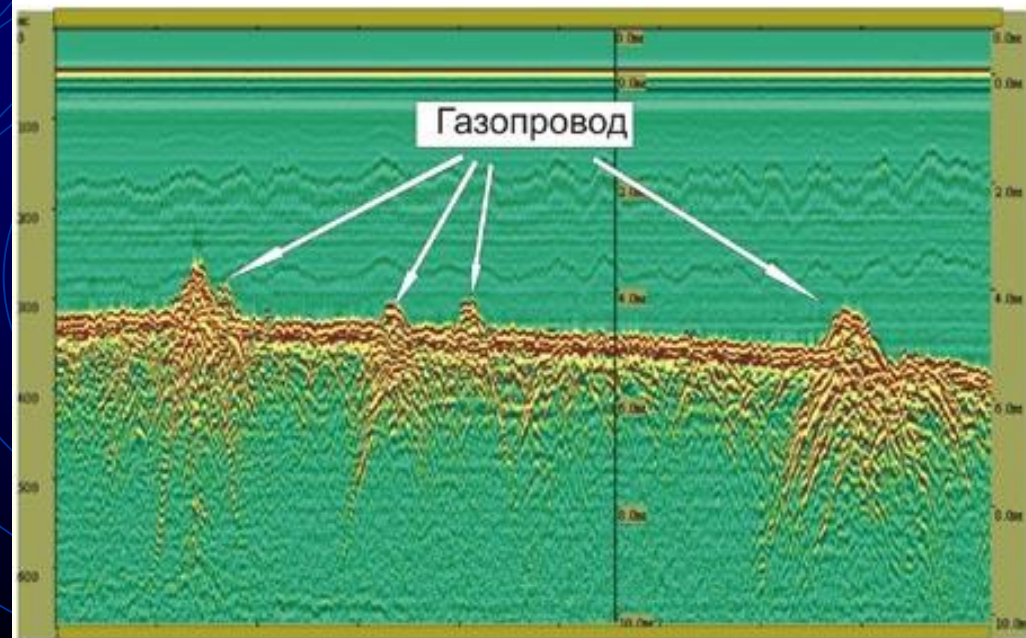
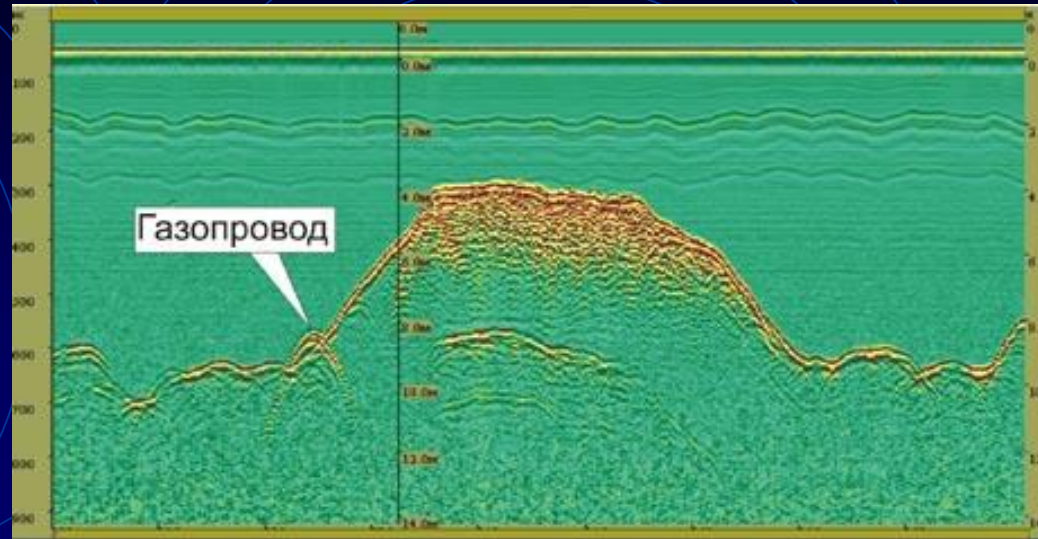


Радарограмма над
магистральным трубопроводом Pipeline crossing the Oka
River.
Zond-10 equipment at 75 MHz



Исследование подводного перехода магистральных газопроводов с помощью георадара

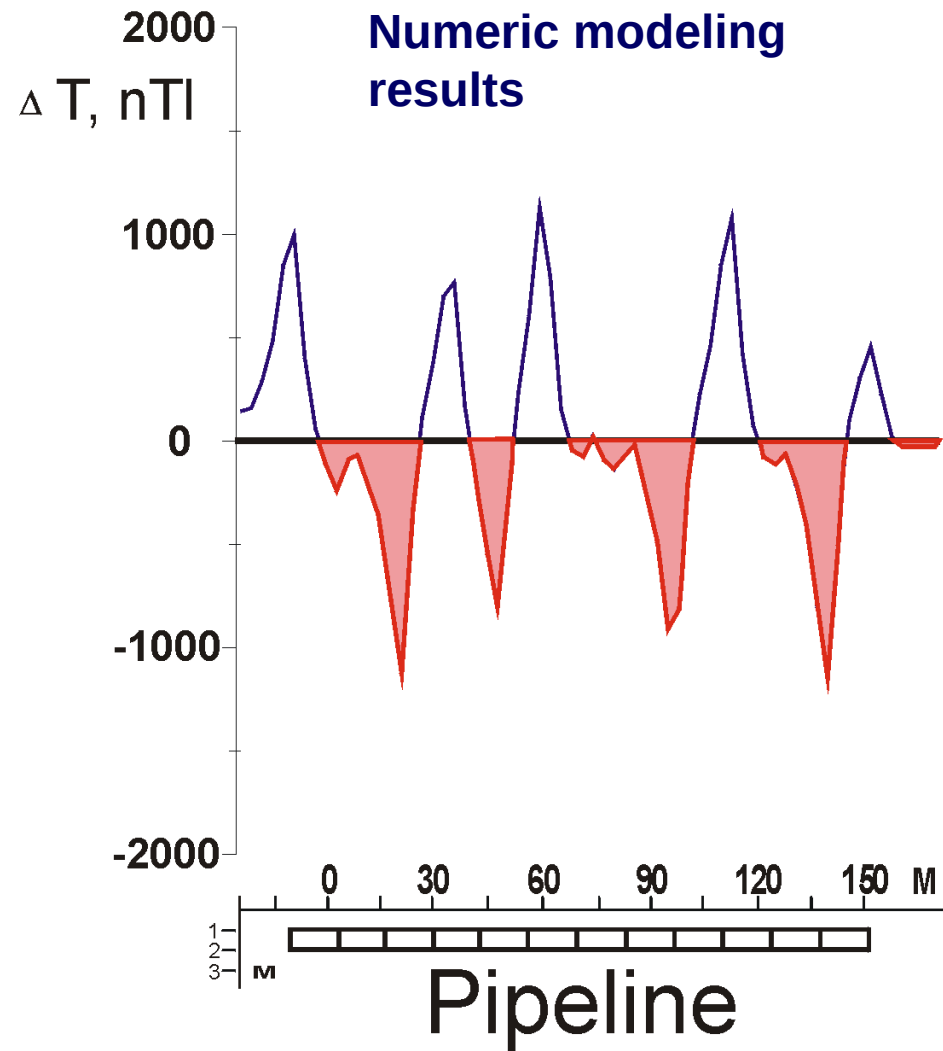
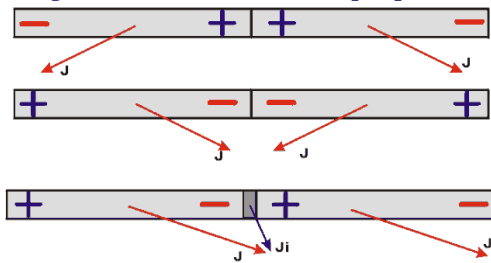
- EM wave velocity makes 0.033 m/ns
- Water resistivity should exceed 75-100 Ohmm
- The said conditions are typical for northern rivers



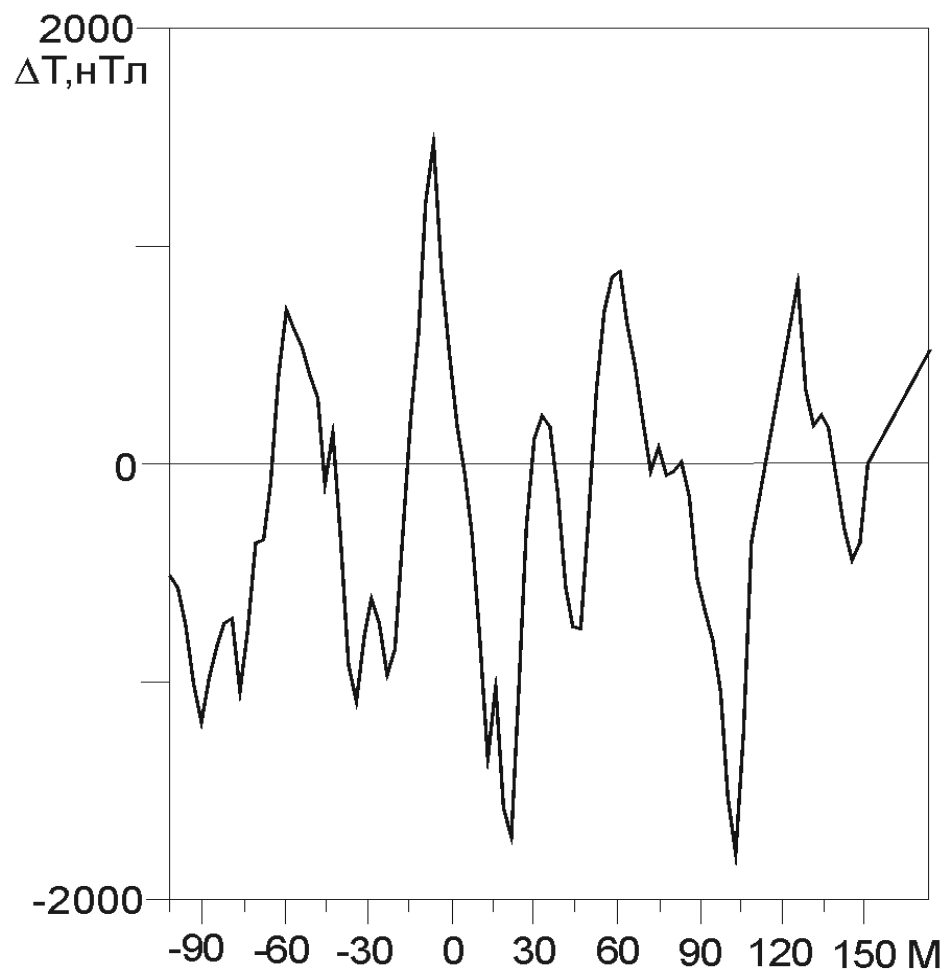
Моделирование стационарного магнитного поля над трубой

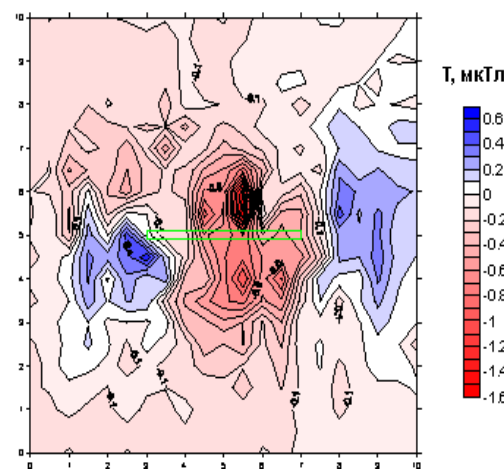
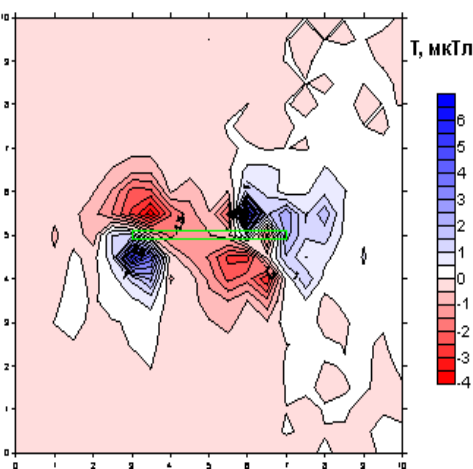
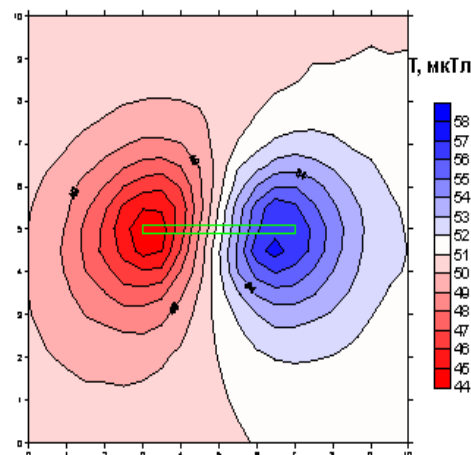
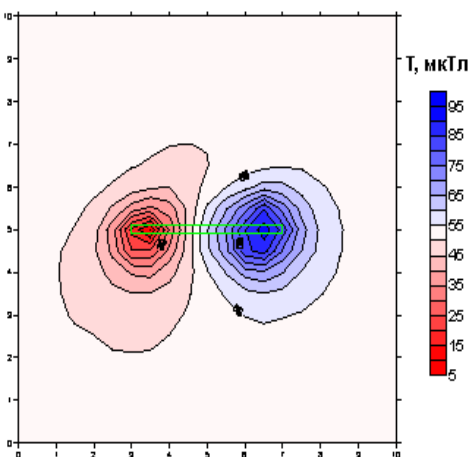
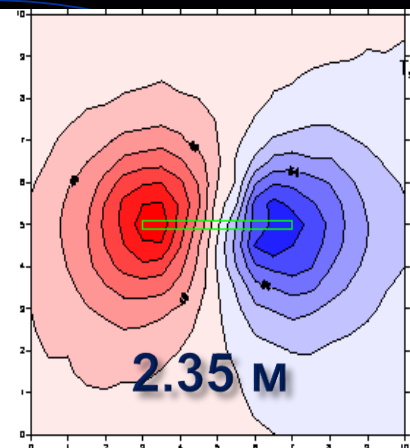
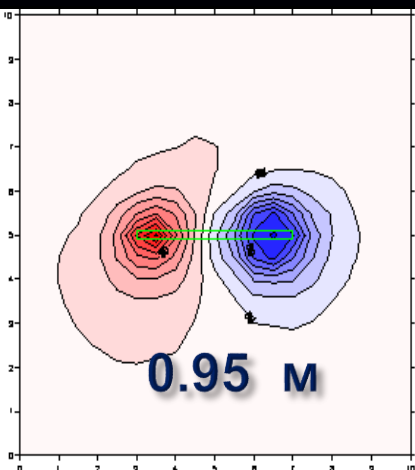
Magnetic field modeling along a pipeline

Three types of pipe junction in a pipeline

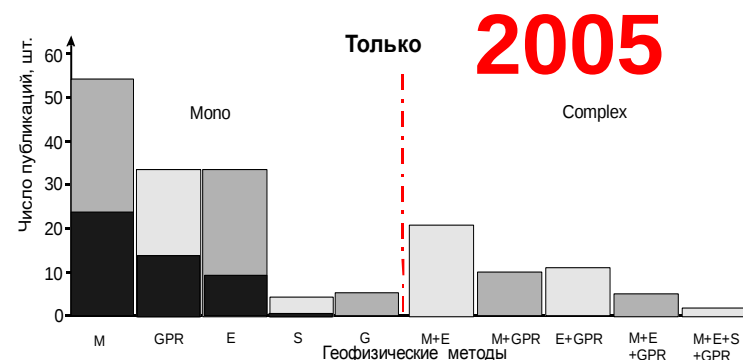
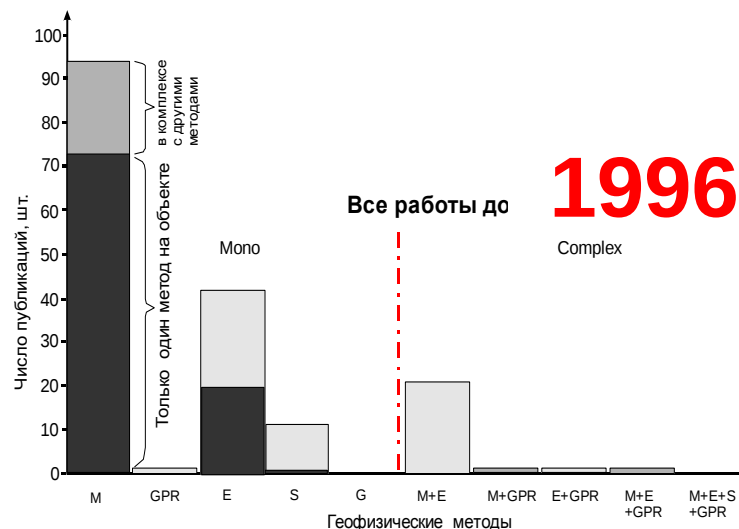


Измеренное магнитное поле над трубой Magnetic field along a pipeline





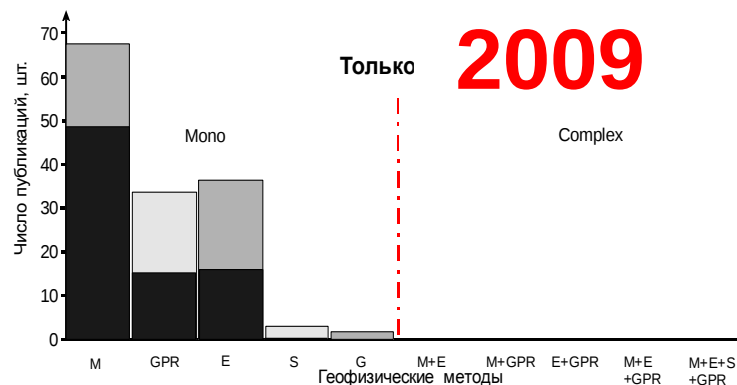
Применение малоуглубинных методов в археологии



M - магниторазведка GPR- георадар E- электроразведка S- сейсморазведка
G - гравирозведка

■ - работы выполнены только одним методом

■ - работы выполнены в комплексе с другими методами



M - магниторазведка GPR- георадар E- электроразведка S- сейсморазведка
G - гравирозведка

Заключение

1. В России все основные методы МГ равномерно развиваются.
2. Имеются отставания в производстве многоканальных высокопроизводительных магнитометров.
3. Отсутствует производство высокочувствительных гравиметров.
4. В сейсморазведке наблюдается отставание с точки зрения источников.
5. В георадиолокации наметился существенный перекокс в сторону полевых экспериментов и неудовлетворительно обстоит проблема с обработкой материалов. Нет прогресса в теоретическом плане.
6. 2D – стремительно развивается. 3D- существенно отстает.
7. Сильное отставание просматривается в ЭМ – профилировании.
8. Геофизика на трубах развивается стихийно.
9. Нет программ комплексной интерпретации данных: $СР+ЭР = ?$

The background is a solid dark blue. Overlaid on this are three sets of concentric circles in a lighter, medium blue color. One set is in the upper left, one in the upper right, and one in the lower center. The circles are thin and do not fill, creating a subtle geometric pattern.

Спасибо за внимание