



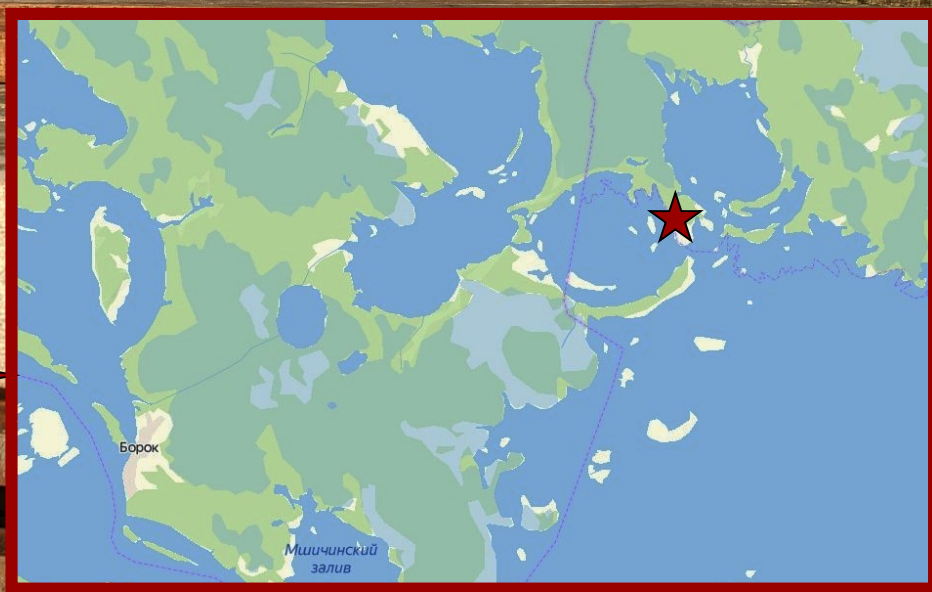
# Электроразведка кольцевой структуры Бор-Тимонино

Н.Ю. Бобров, Институт наук о Земле СПбГУ  
Д.А. Садоков, Дарвинский биосферный заповедник

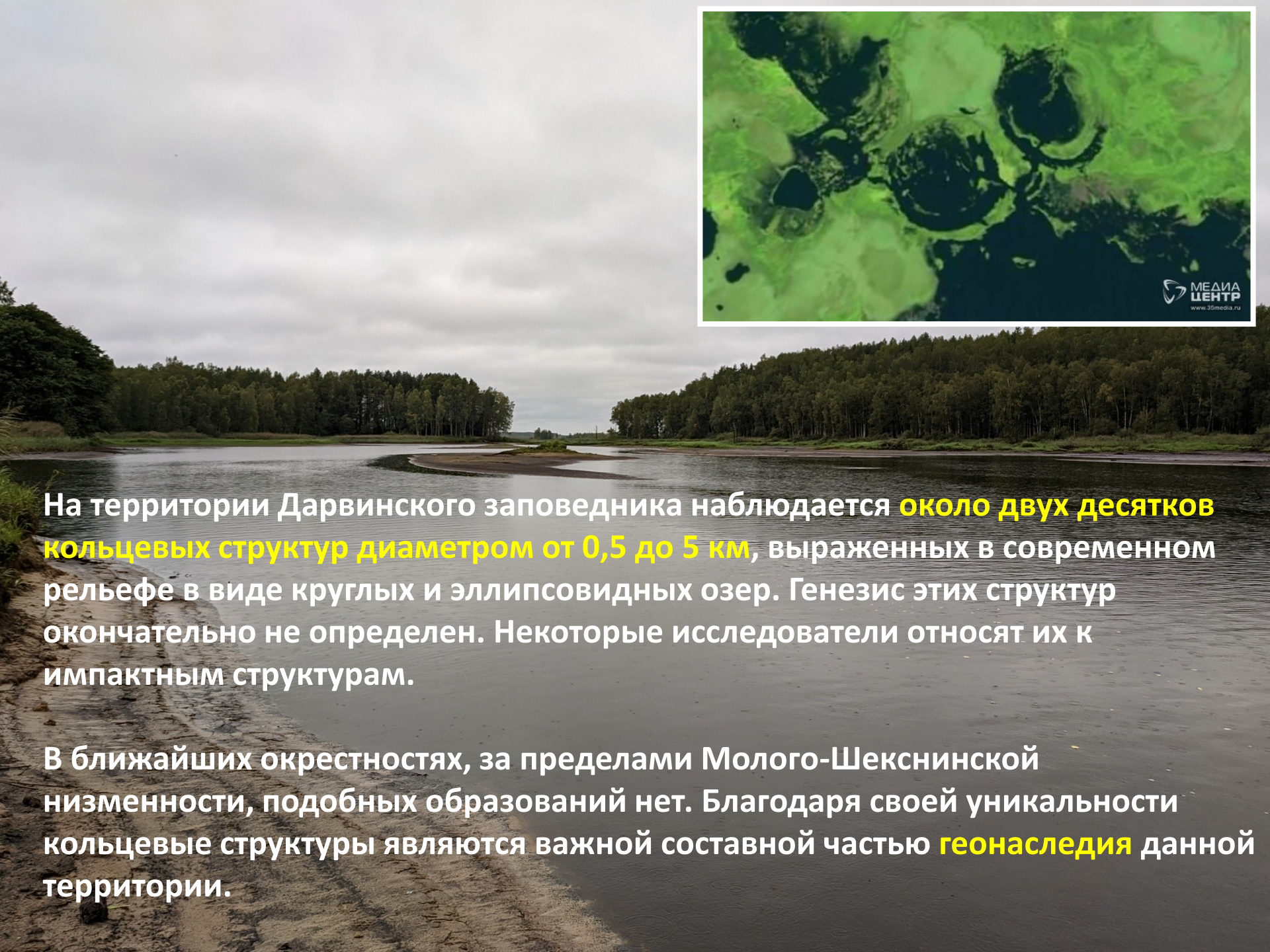
Научно-практическая конференция  
**«Электроразведка-2022»**  
Москва, 26-28 октября 2022 г.



Дарвинский государственный природный биосферный заповедник (осн. 18.07.1945) расположен в северо-западной части Рыбинского водохранилища. Площадь — 112 630 га, из которых 67 176 га приходится на сушу и 45 454 га — на акваторию.







На территории Дарвинского заповедника наблюдается **около двух десятков кольцевых структур диаметром от 0,5 до 5 км**, выраженных в современном рельефе в виде круглых и эллипсовидных озер. Генезис этих структур окончательно не определен. Некоторые исследователи относят их к импактным структурам.

В ближайших окрестностях, за пределами Молого-Шекснинской низменности, подобных образований нет. Благодаря своей уникальности кольцевые структуры являются важной составной частью **геонаследия** данной территории.



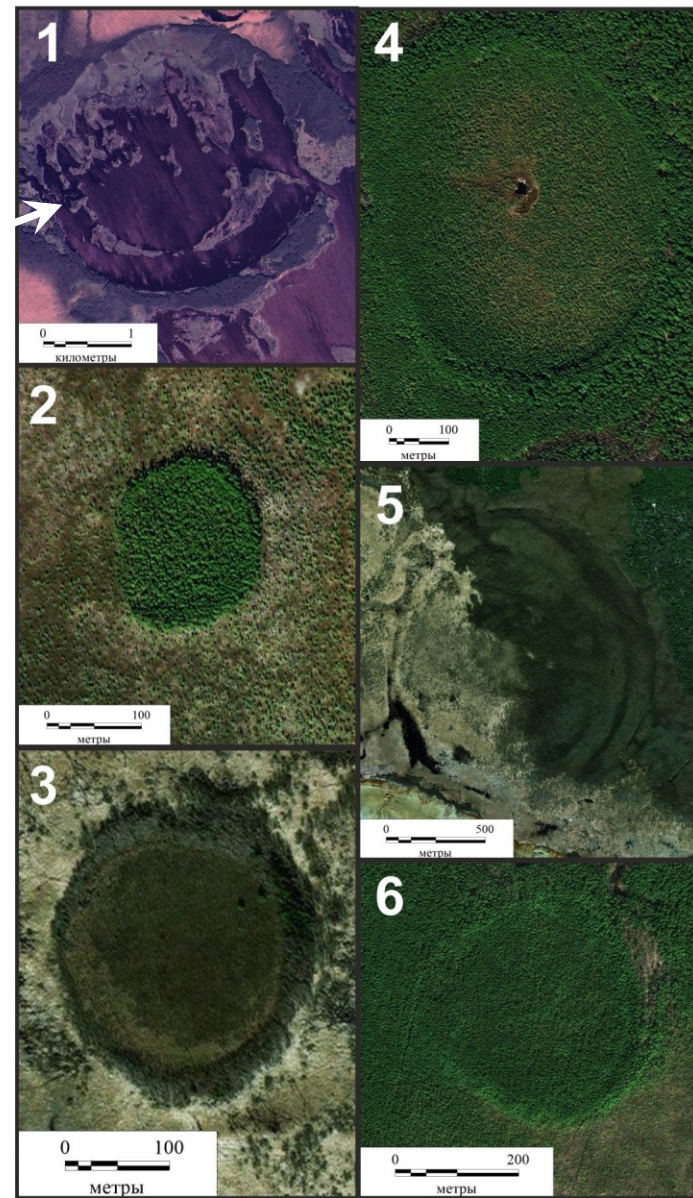
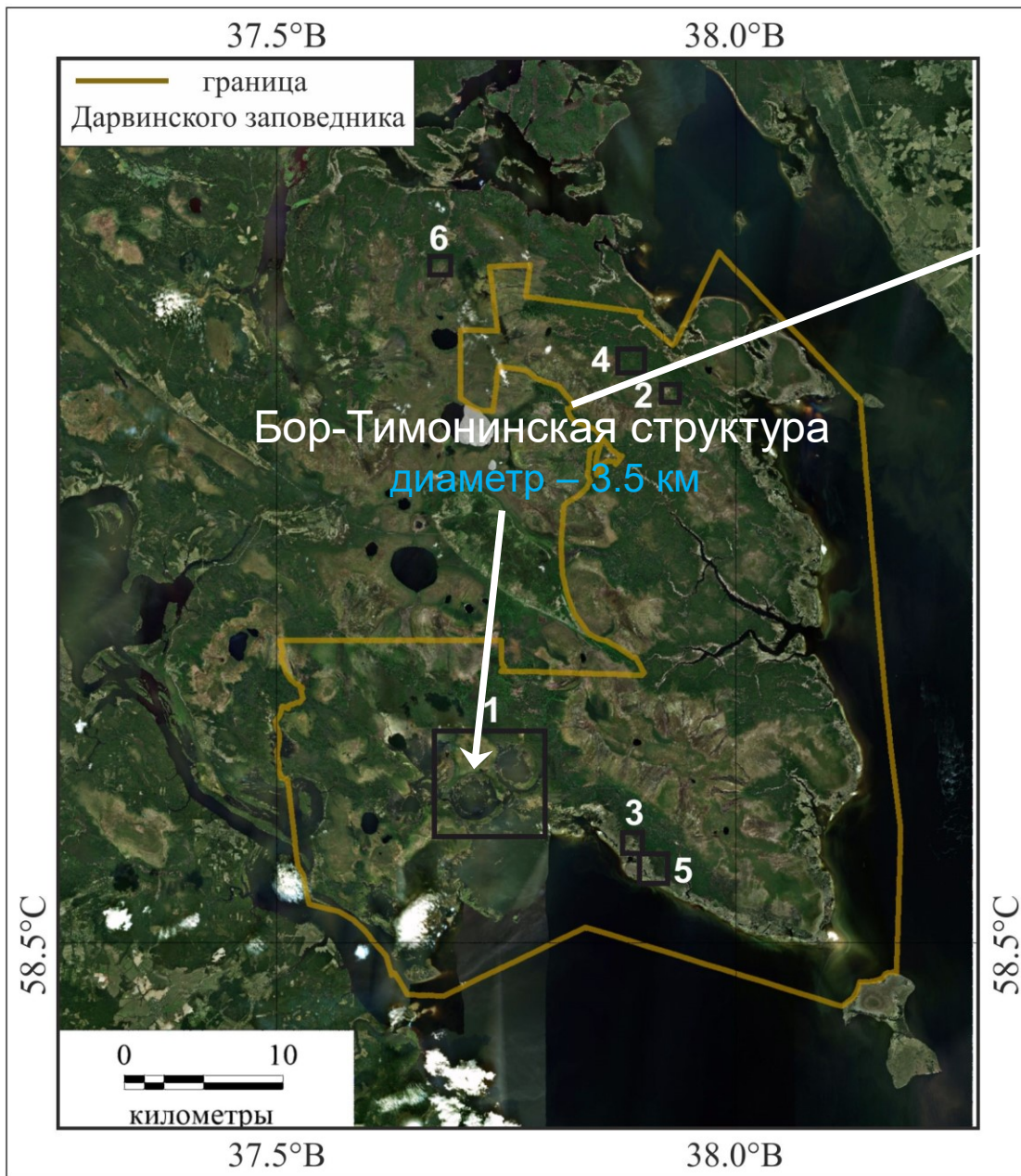


Рис. 1. Схема расположения наиболее хорошо выраженных в рельефе кольцевых структур на территории Дарвинского государственного заповедника.



## Первые литературные упоминания о кольцевых структурах:

Г.Ф. Симонова и др. Отчет Краснохолмской партии о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1 : 200 000 листа О-37-XIV (Калининская, Ярославская и Вологодская области), Геологическое управление центральных районов, 1970 г.

На поверхности первой террасы широко развиты крупные озера неясного происхождения с концентрическими возвышениями, обрамляющими их /сн. 24, 25/. Размеры озер с возвышениями достигают 4-6 км. в диаметре. Кольца, затопленные водой, ритмично чередуются с плоскими возвышениями. Ширина полос иногда достигает 0,3 км. Иногда возвышения осложнены долинами. Пониженные кольца изучать не удалось, они затоплены водой.

Возможно, до затопления Рыбинского водохранилища они были сухими. Однако удалось установить, что глубина их более 1 м. Иногда на фоне крупных кольцевых форм выделяется более мелкие /сн. 25/. Происхождение озер неясное, возможно карстовое, либо карстовое /дочетвертячные долины, на описываемом участке, могут быть врезаны в карбонатные породы всевельско-кавзынского комплекса/.

Не исключена возможность, что описанные выше озерные впадины неясного происхождения с концентрическими возвышениями, обрамляющими их, тоже карстового происхождения.

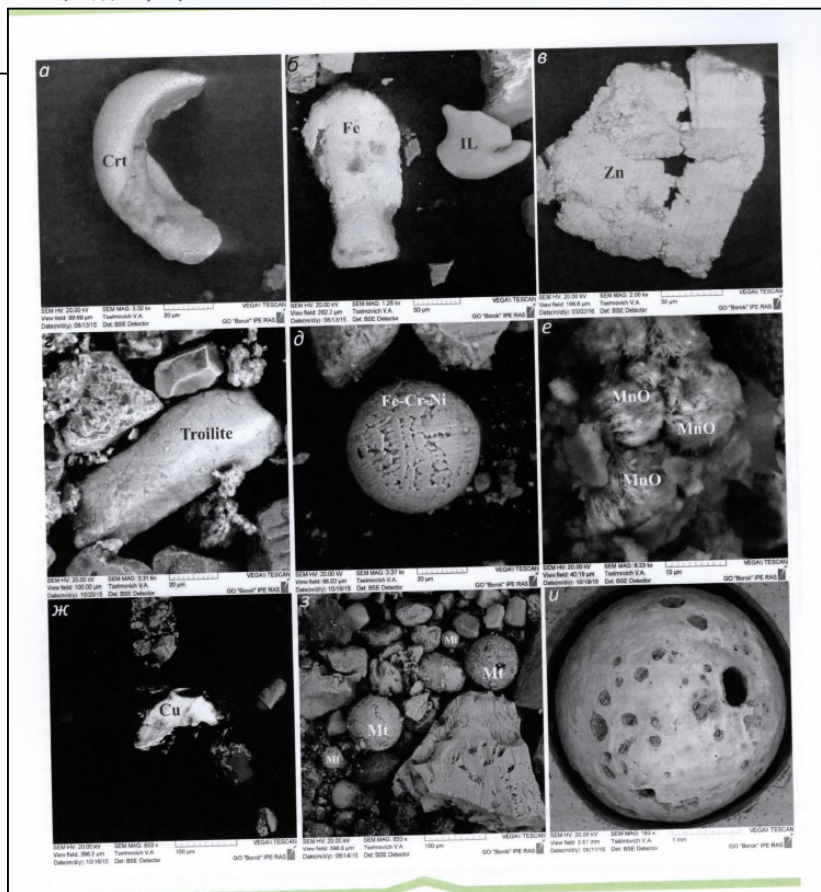
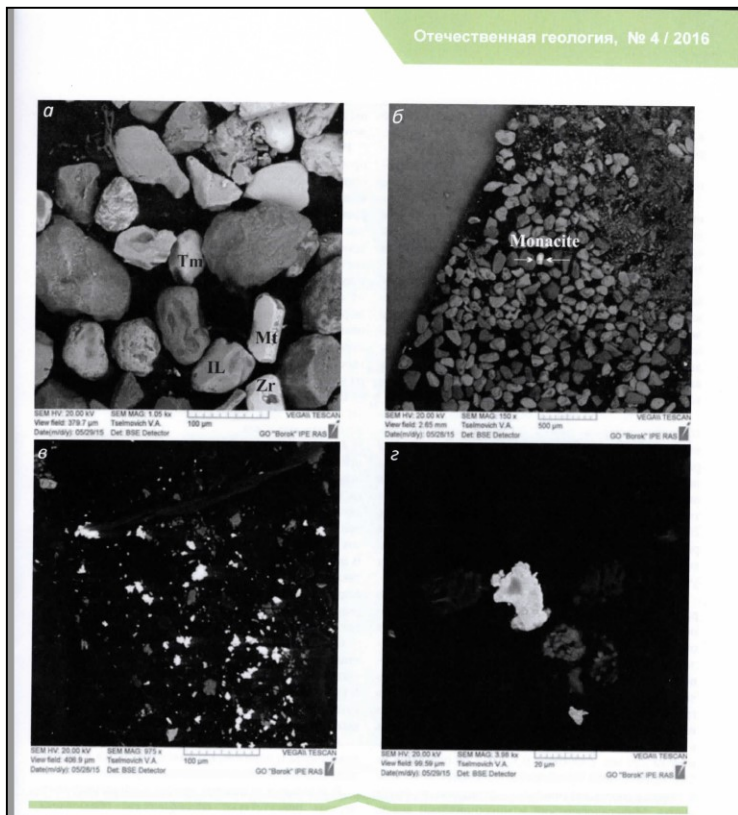


# Первые результаты работ на кольцевой структуре (2015 г.)

УДК 549.282(470.23/.25)  
© Коллектив авторов, 2016

## Серебро и импактные минералы в породах северо-западного обрамления Рыбинского водохранилища

А.М.ЛЮХИН (ООО Институт дистанционного прогноза руд (ООО ДПР); 115093, г. Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 44, оф. 19);  
В.А.ЦЕЛЬМОВИЧ (Геофизическая обсерватория «Борок», филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН (ГО «Борок» ИФЗ РАН); 152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, д. 142);  
А.Ю.ГУБАРЬ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН; 123242, г. Москва, Б. Грузинская ул., д. 10, стр. 1);  
А.В.ЦВЕТНОВ (ООО Аталан; 125124, г. Москва, 3-я ул. Ямской поля, 2. корп. 26, оф. 316);  
М.В.БАБУШКИН, Д.О.САДЮКОВ (Дарвинский ГПБЗ; 162723, Вологодская область, Череповецкий р-н, д. Борок).



аз-  
ах.



# Исследования кольцевых структур (2018-2021)

геофизика

пробоотбор

Георадиолокация (GPR) < 10 м

< 9 м, песок Шнековое бурение

Электротомография (ЭТ) < 50 м

торф Ручной торфяной бур

Метод переходных процессов (МПП) < 100 м

аналитика

Магнитная съёмка

торф,  
песок

Литология и фации  
магнитные свойства

погребённая органика,  
торф

<sup>14</sup>C датирование

песок

ОСЛ датирование

погребённая  
органика

палинология



# Кольцевая структура «Бор Тимонино»

(Изможевский залив Рыбинского водохранилища)



▼ точки зондирований МПП

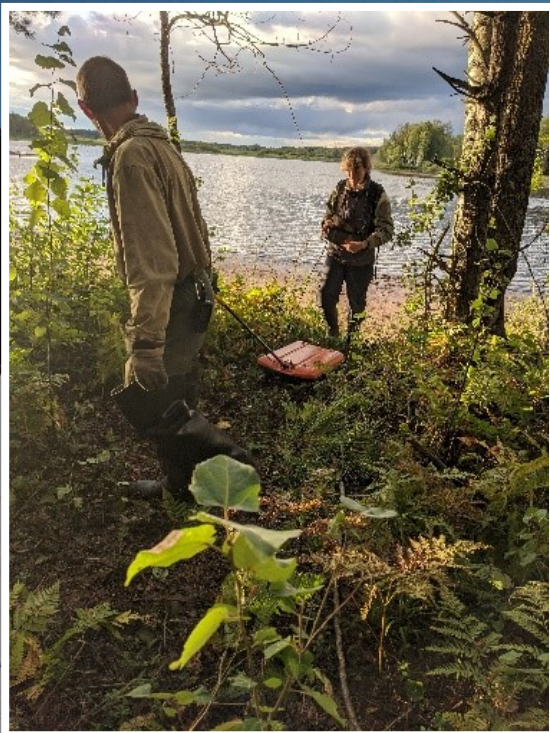
■ участки работ ЭТ  
и георадаром

● точки шнекового бурения





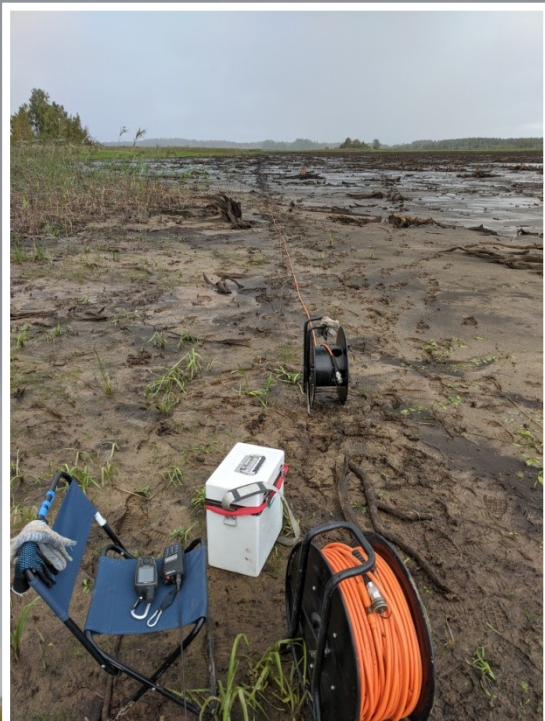
Георадар ОКО-2,  
антенные блоки АБ-250, Тритон



Георадиолокация



Аппаратура Syscal Pro  
коса 48 электродов, 235 м



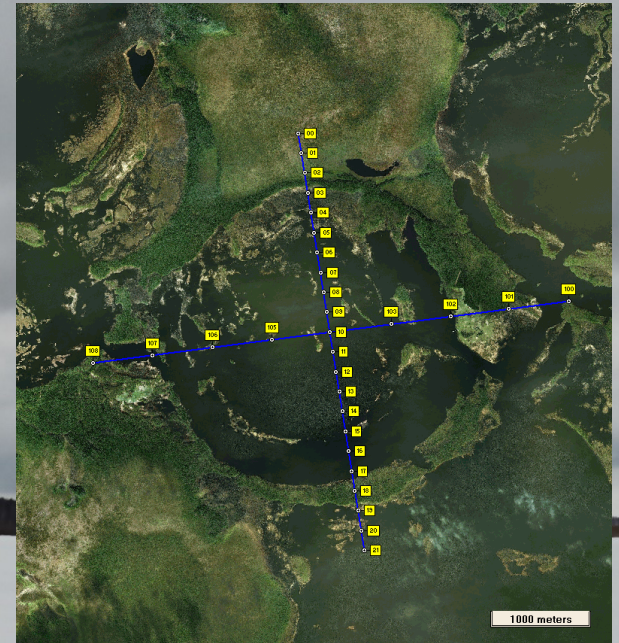
Электрическая томография



# Электромагнитное профилирование МПП

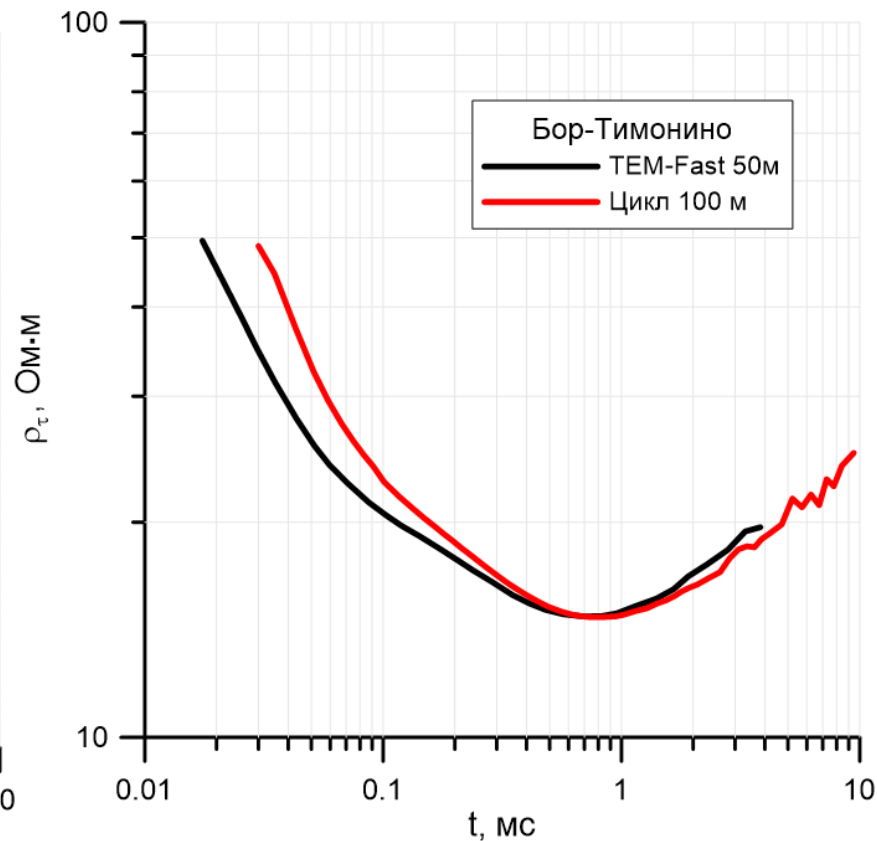
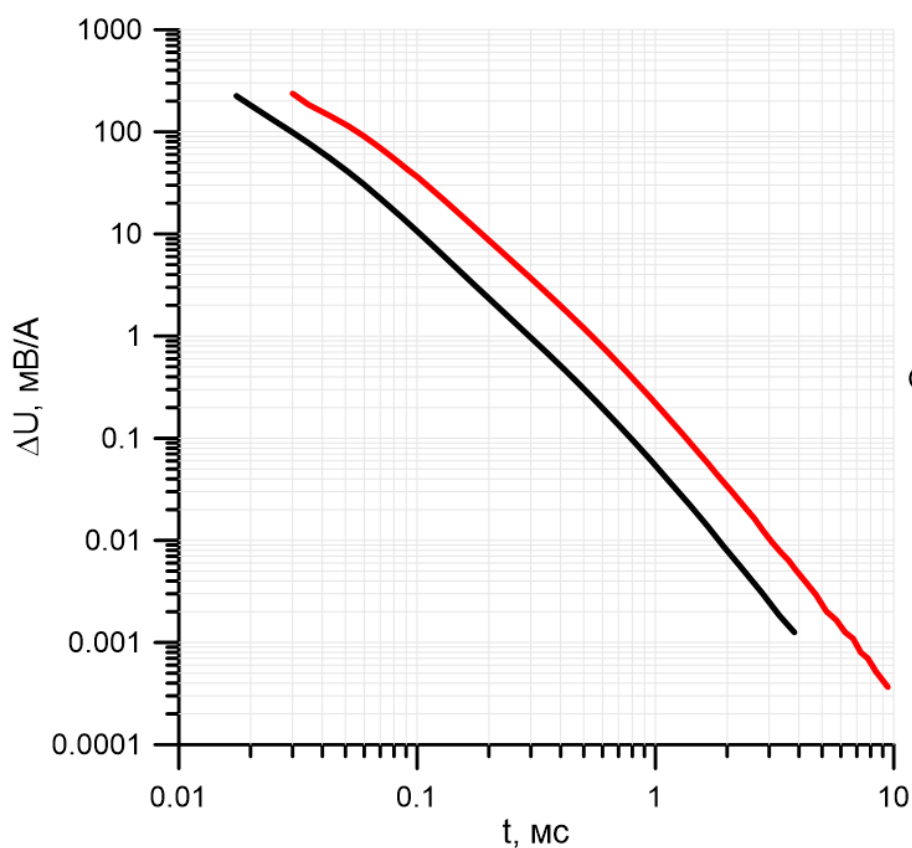
Аппаратура Цикл-5 (петли 100\*100 м)

ТЕМ-FAST (петли 50\*50 м)





# Метод переходных процессов



## Кривые зондирования на Пк 10 (104) – центр структуры

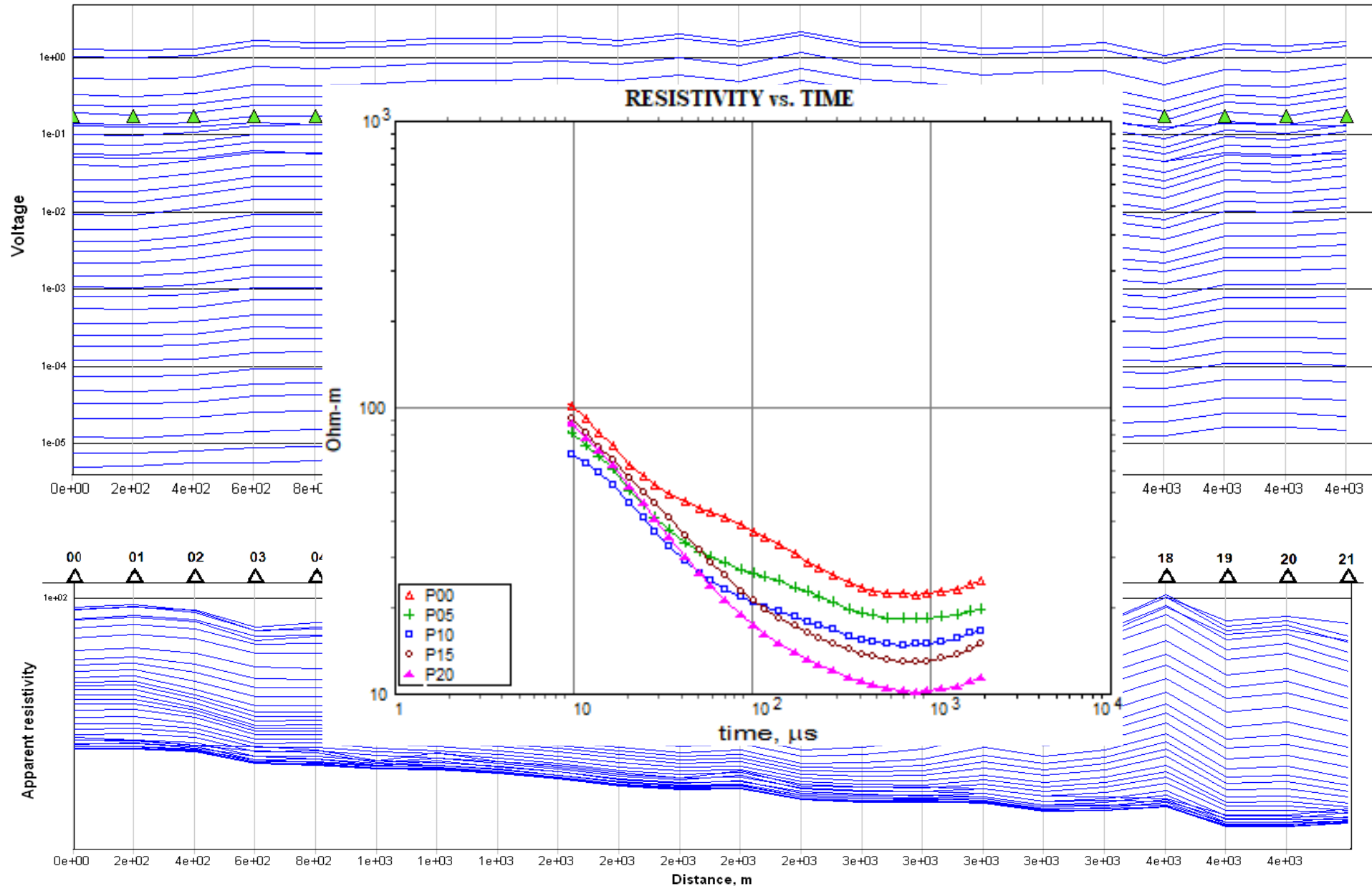
В основании разреза залегает достаточно выдержанный слой с УЭС более 50 Омм, глубина кровли которого в пределах структуры оценивается величиной от 80 до 100 м. Вероятно, этот слой соответствует доломитизированным известнякам каменноугольного возраста, вскрываемым скважинами регионально (Государственная геологическая карта..., 2016, Симонова и др., 1970).

Основной объём измерений сделан с аппаратурой **TEM-FAST** однопетлевой установкой 50\*50 м



# Метод переходных процессов

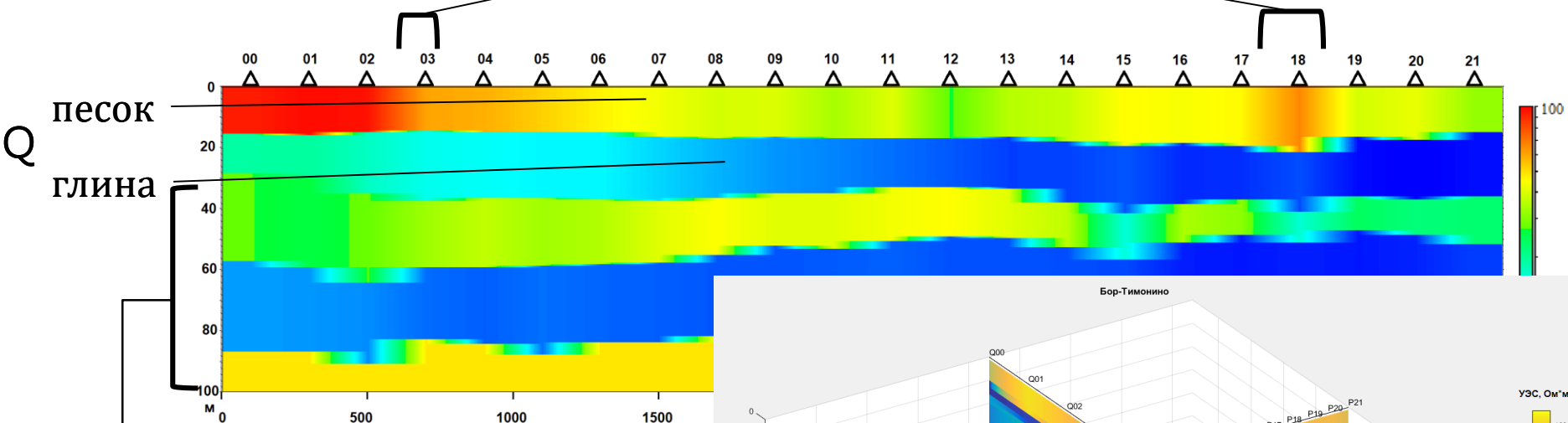
Изохроны по профилю «север-юг»





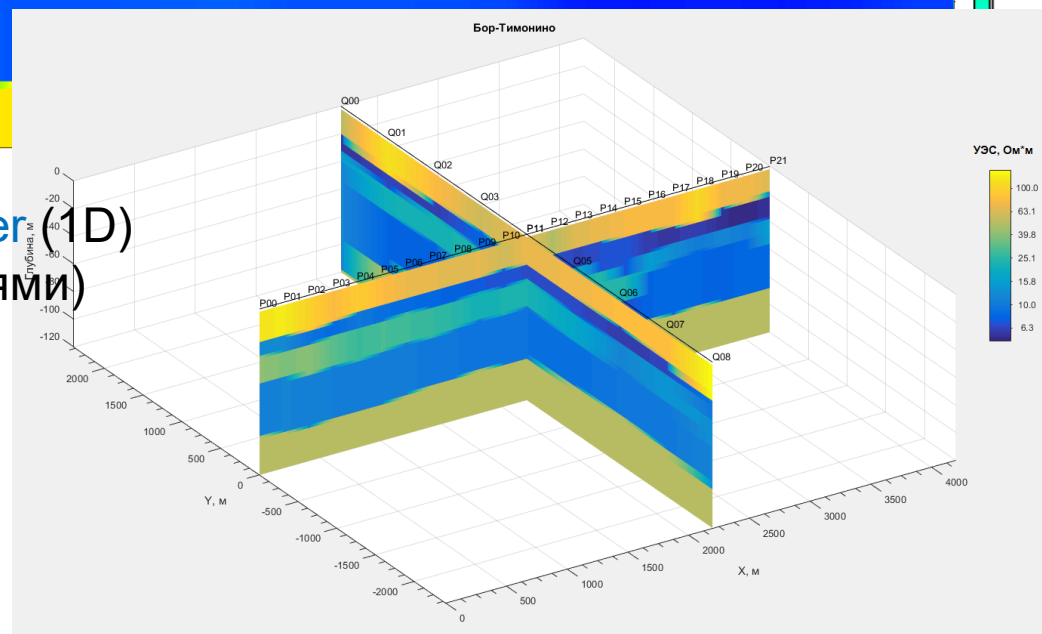
# Метод переходных процессов

Кольцевой вал



Инверсия: TEM-Researcher (1D)  
MaTEM (1D с ограничениями)

До-четвертичные  
(пермь-триас, карбон)



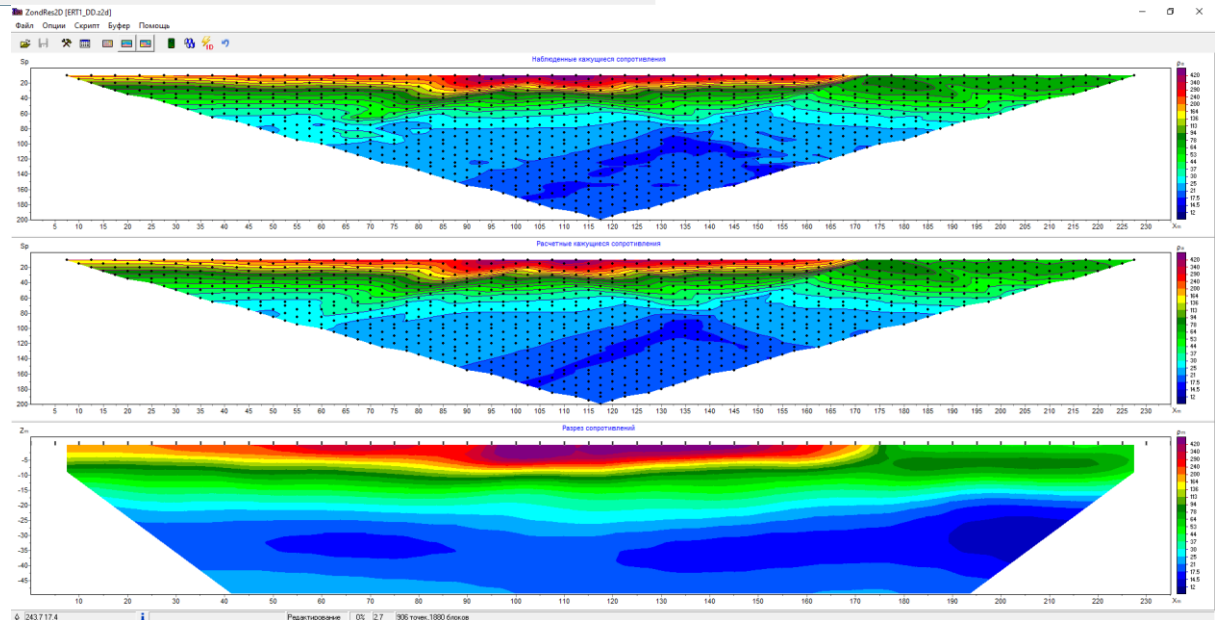
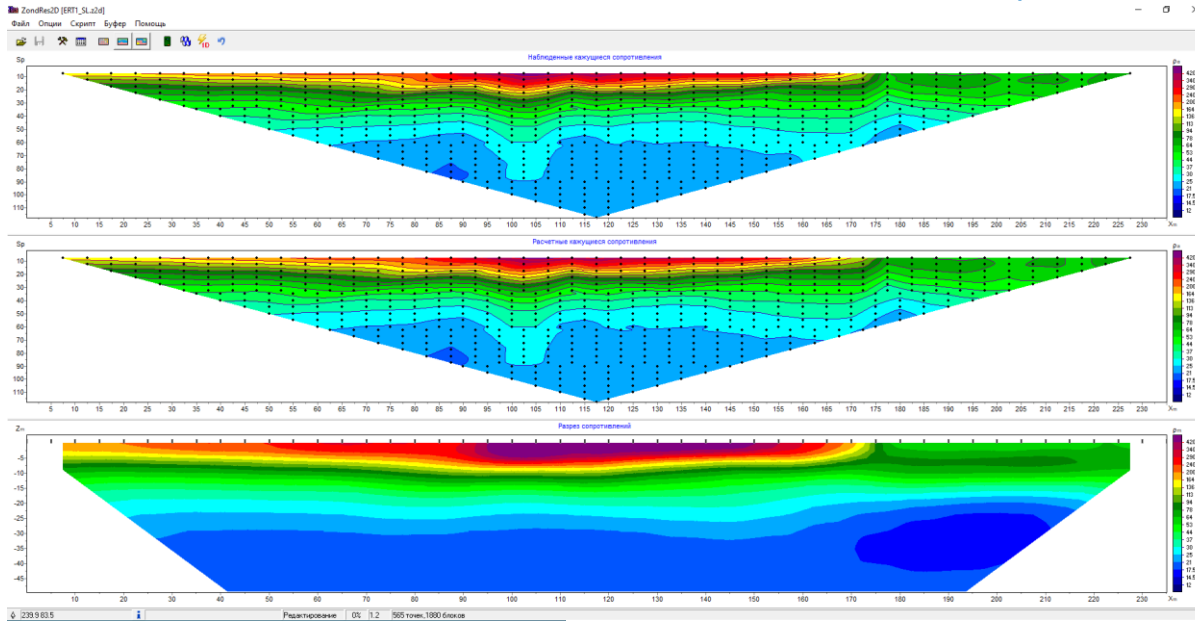
НЕТ СООТВЕТСТВИЯ геологического разреза под кольцевой структурой современному рельефу



# Электротомография: северный вал

## Инверсия: ZondRes2D (сглаживающая)

установка Шлюмберже



установка диполь-диполь

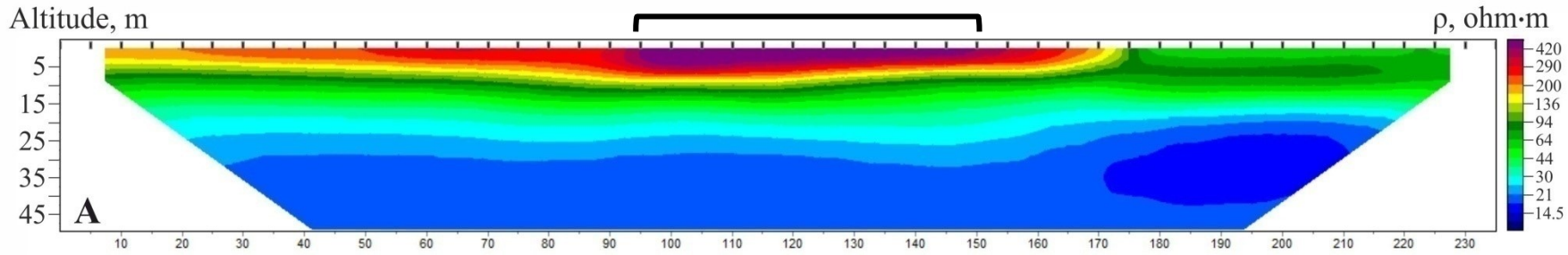


# Электротомография

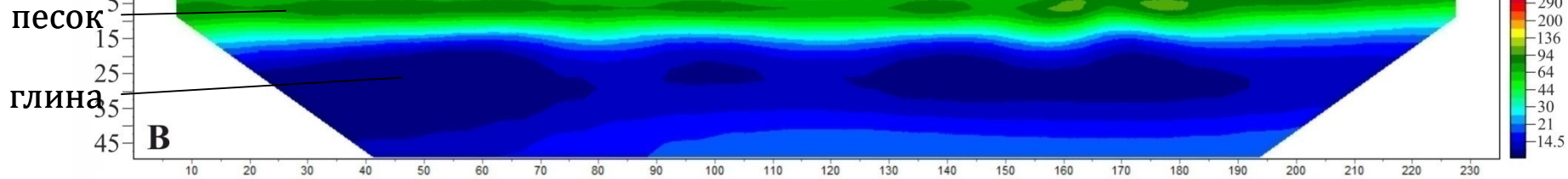
установка Шлюмберже

север

Кольцевой вал

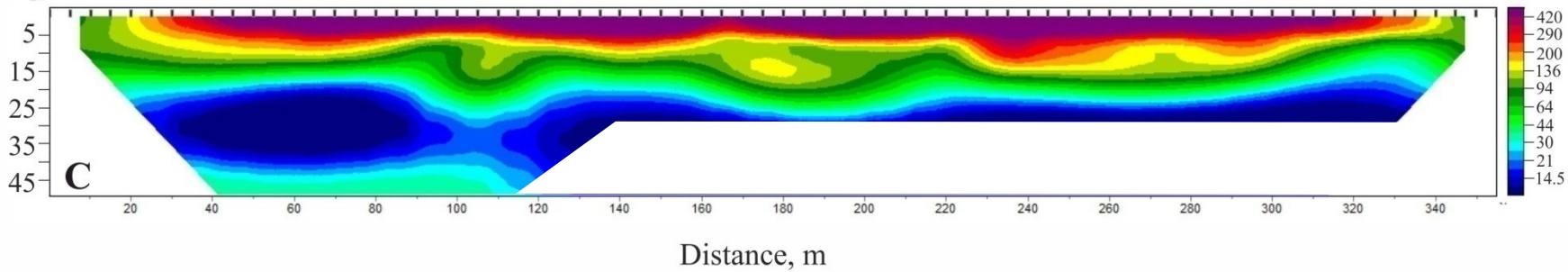


центр



юг

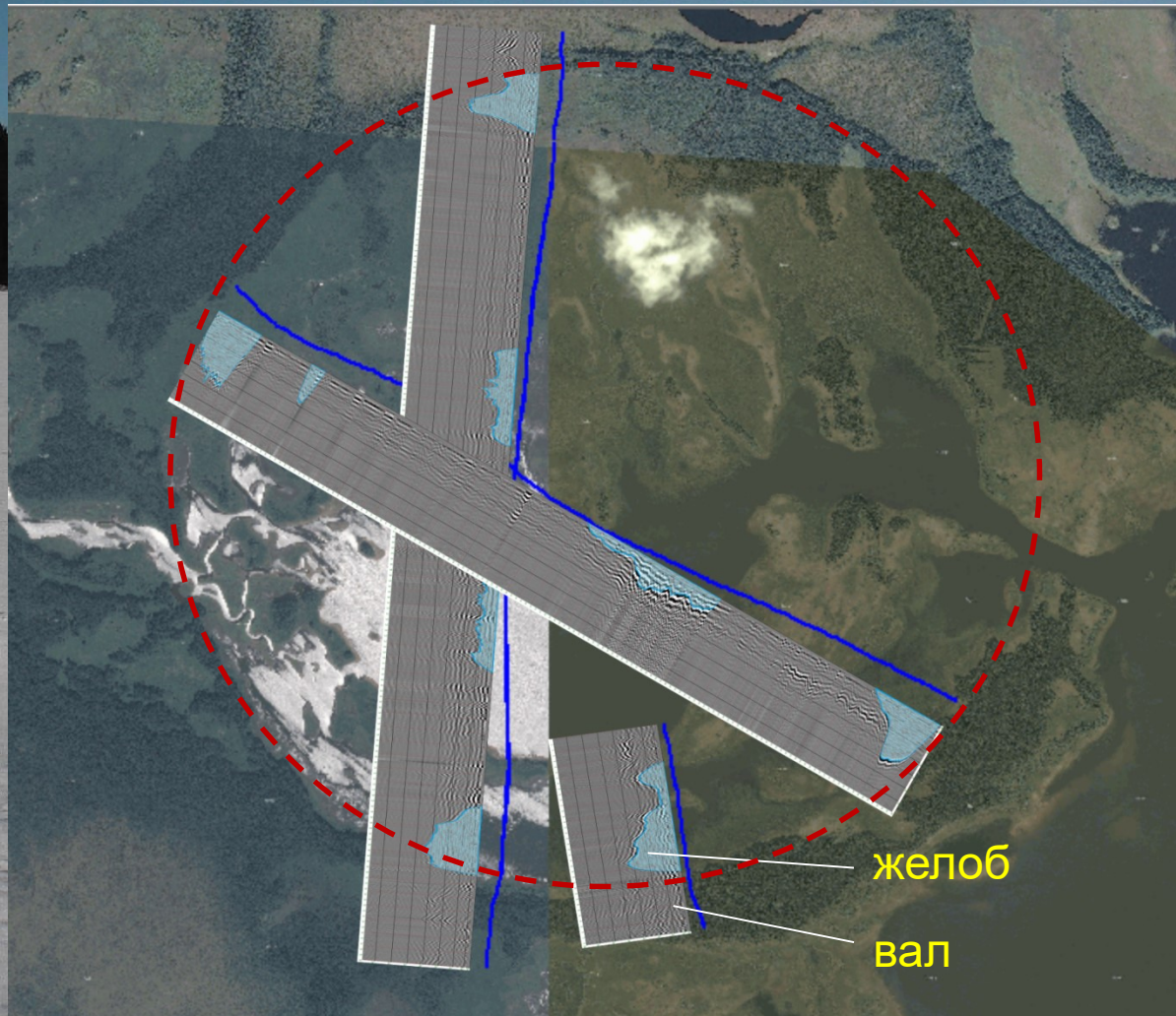
Кольцевой вал



Неоднородности, связанные с кольцевыми валами, проявляются **только до глубины 15-20 м**



# Георадиолокация

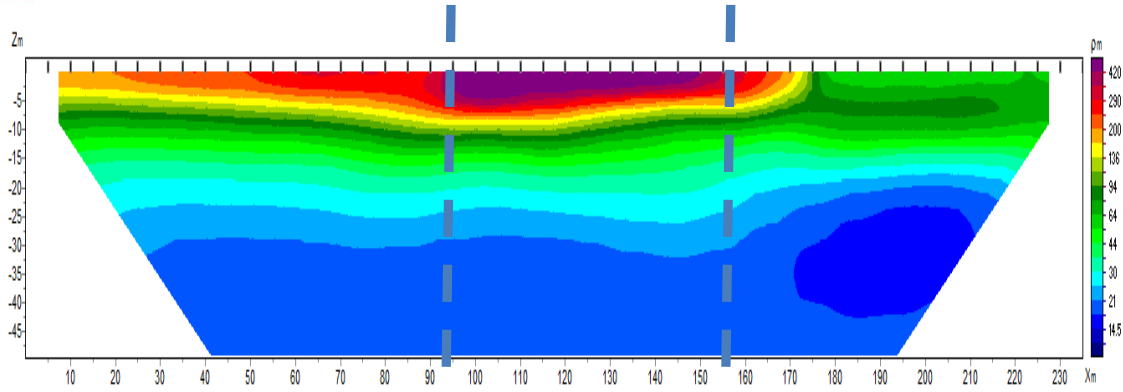
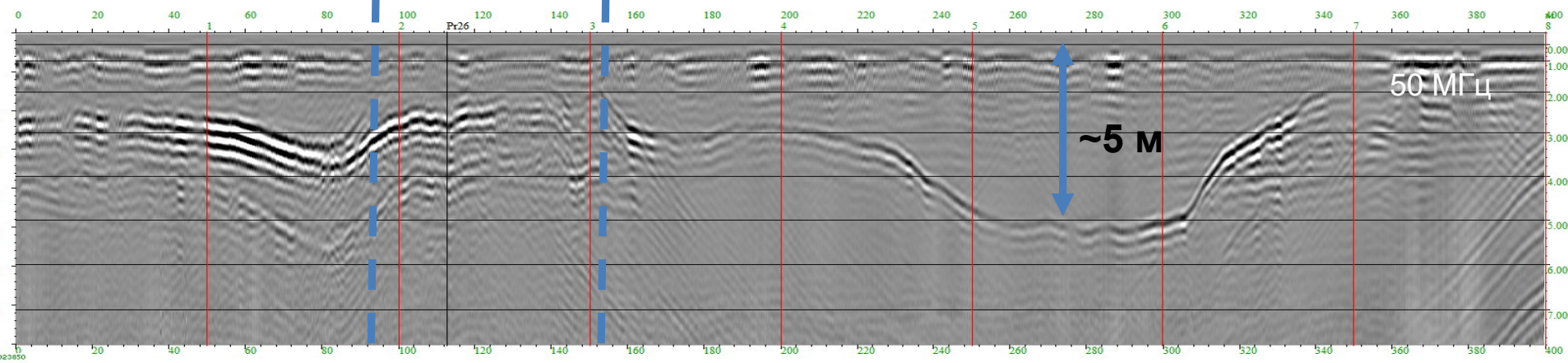
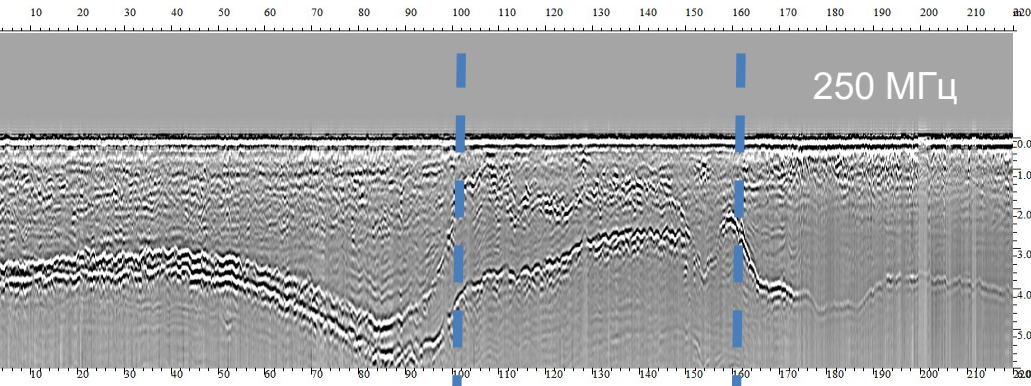


Симметричная геоморфологическая последовательность  
«желоб-вал» вокруг кольцевой структуры



# Георадиолокация: северный вал

обработка – Geoscan32



Сопоставление с разрезом ЭТ



# Результаты шнекового бурения

Бурение выполнялось на поверхности валов КС (песчаные и алевритовые отложения) и на контрольных точках за их пределами

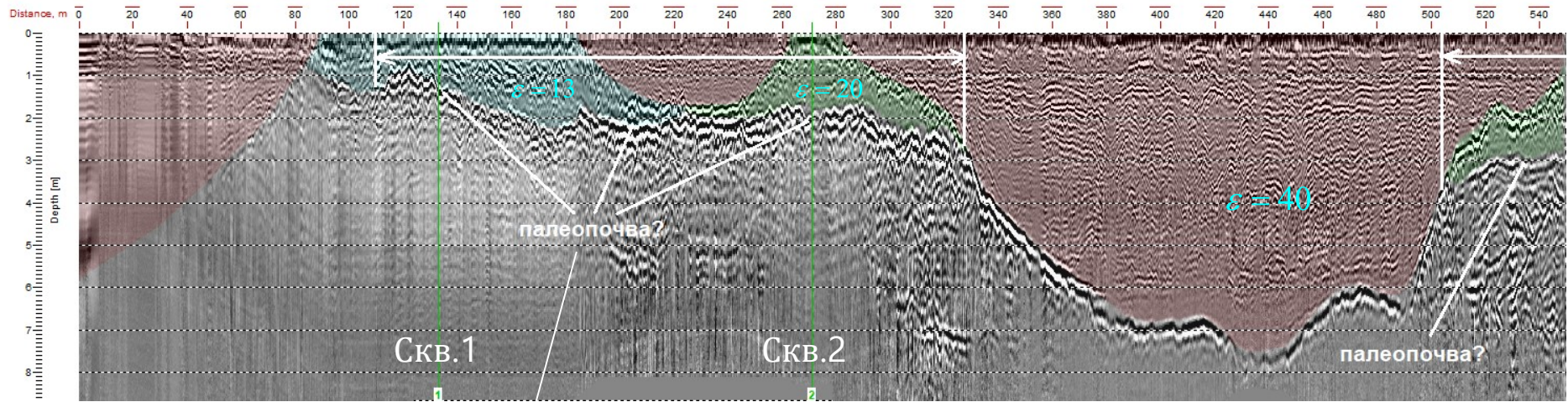


*Погребенная почва – супесчаный горизонт с повышенным содержанием гумуса, обилием органических остатков*

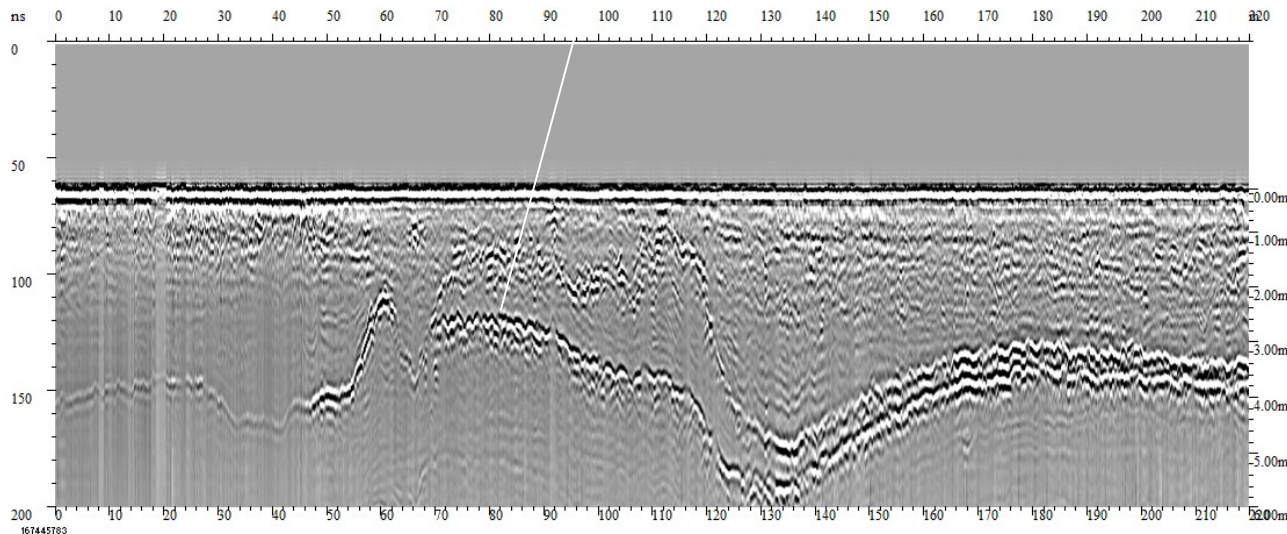


# Георадиолокация: северный вал

← Центр кольцевой структуры



обработка – RadExplorer



обработка – Geoscan32



# Общие выводы о происхождении кольцевой структуры Бор-Тимонино

Возраст погребённого органического горизонта не соответствует возрасту кольцевой структуры

Валы и депрессии кольцевой структуры уже существовали в начале аллерёда (13.000 лет назад)

# Общие выводы о происхождении кольцевой структуры Бор-Тимонино

Рельеф и симметрия строения  
рассматриваются как ключевые особенности  
структур при выдвижении гипотез

## Возможные гипотезы

криогенная

импактная

карстовая

вулканическая

аллювиальная

(пери)гляциальные  
трансформации

искусственное  
происхождение



# Общие выводы о происхождении кольцевой структуры Бор-Тимонино

Видимый рельеф поверхности находит отражение в структуре только верхних 15-20 м отложений, образующих кольцевую структуру

В более глубоких горизонтах соответствия не наблюдается!

## Возможные гипотезы

**Жёлтый:** вероятные, но данных пока не достаточно    **Красный:** отвергнутые

криогенная

импактная

карстовая

вулканическая

\*включая трубку взрыва

аллювиальная

(пери)гляциальные  
трансформации

искусственное  
происхождение





СТОЙ!  
ЗАПОВЕДНИК