



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«БАЙКАЛЭЛЕКТРО»

*Проектно-изыскательские работы
для реконструкции ПС 110 кВ Сулгачи*

**Материалы инженерных изысканий.
Реконструкция ПС 110 кВ Сулгачи**

**Технический отчет
по инженерно-геофизическим изысканиям**

2023-01/3-ИГФИ

Инв.№	подл.	Подписи дата	Взамен инв.№

г. Иркутск
2023



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«БАЙКАЛЭЛЕКТРО»

*Проектно-изыскательские работы
для реконструкции ПС 110 кВ Сулгачи*

**Материалы инженерных изысканий.
Реконструкция ПС 110 кВ Сулгачи**

**Технический отчет
по инженерно-геофизическим изысканиям**

2023-01/3-ИГФИ

Главный инженер



Д.В. Голуб

Инв.№	подл.	Подписи дата	Взамен инв.№

г. Иркутск
2023

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначение	Наименование	Страница
2023-01/3-ИГФИ.С	Содержание тома	2
	Тестовая часть	3
	Приложение А. Техническое задание	24
2023-01/3-ИГФИ	Приложение Б. Сертификат соответствия «Скала»	38
	Приложение В. Сертификат соответствия радиотехнического прибора под-поверхностного зондирования ППЗ	39

Согласовано			
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инв. № подл.			

						2023-01/3-ИГФИ.С			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата				
Разработал	Саввин			Сав	10.23	Содержание тома	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Прудецкий			Пруд	10.23		П		1
							ООО «БАЙКАЛЭЛЕКТРО»		
Н. контр.	Боронов			Бор	10.23				

СОДЕРЖАНИЕ	2
Введение.....	4
1. Методика и технология выполнения работ	5
1.1 Георадиолокация	5
1.2 Электротомография	7
2. Обработка и интерпретация геофизических данных.....	10
2.1 Георадиолокация	10
2.1 Электротомография	11
3. Результаты геофизических работ	12
3.1 Георадиолокация	12
3.2 Электротомография	15
3.3 Комплексная интерпретация геофизических данных.....	18
Заключение	22
Список использованной литературы.....	23
Приложение А. Техническое задание	24
Приложение Б. Сертификат соответствия “Скала”	38
Приложение В. Сертификат соответствия радиотехнического прибора подповерхностного зондирования ППЗ	39

Согласовано		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.											
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2021-01/3-ИГФИ											
Разработал		Саввин		Сав	10.23	Технический отчет по инженерно-геофизическим изысканиям					Стадия	Лист	Листов				
Проверил		Прудеский		Прудеский	10.23						П	1	21				
Н. контр.		Боронов		Боронов	10.23						ООО «БАЙКАЛЭЛЕКТРО»						

ВВЕДЕНИЕ

1. *Объект* – «Проектно-изыскательские работы для реконструкции ПС 110 кВ Сулгачи».
2. *Район работ* – Республика Саха (Якутия), Амгинский улус, с. Сулгачи.
3. *Цель геофизических работ* – геофизические исследования должны обеспечить получение информации о свойствах грунтов оснований, определение потенциально опасных зон, связанных с негативными криогенными процессами.
4. *Методы работы* – натурные электроразведочные исследования, анализ полученной информации, обработка и интерпретация данных.
5. Геофизические полевые работы проводятся в соответствии с требованиями действующих нормативных документов СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства» часть VI «Правила производства геофизических исследований».
6. *В процессе полевых и камеральных работ решались следующие задачи:*
 - ознакомление с инженерно-геологической информацией по исследуемому участку работ;
 - определение параметров измерений в соответствии с методикой проведения исследований;
 - выполнение геофизических измерений на участке работ;
 - обработка и интерпретация полученных геофизических данных;
 - выделение геоэлектрических аномалий, связанных с негативными криогенными процессами.
7. Полевые работы выполнены под руководством инженера-геофизика Прудецкого Н.Д. Камеральная обработка результатов инженерно-геофизических работ выполнена к.т.н. Саввиным Д.В.
8. *Время производства геофизических работ (полевых)* – октябрь 2023 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
						2023-01/3-ИГФИ		Лист
								1
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

1. Методика и технология выполнения работ

1.1 Георадиолокация

Метод георадиолокации основан на явлении отражения электромагнитной волны от границ неоднородностей в изучаемой среде, на которых скачкообразно изменяются электрические свойства – электропроводность или диэлектрическая проницаемость. Основной величиной, измеряемой при георадиолокационных исследованиях, является время пробега электромагнитной волны от источника до отражающей границы и обратно до приемника (рис.1). Для исследования участка работ использован антенный блок с центральной частотой 250 МГц (НПО «Логис-Геотех», Россия) (рис.2). Технические характеристики аппаратуры «АБ-250» приведены в таблице 1. Предел допускаемой относительной погрешности аппаратуры - 3%.

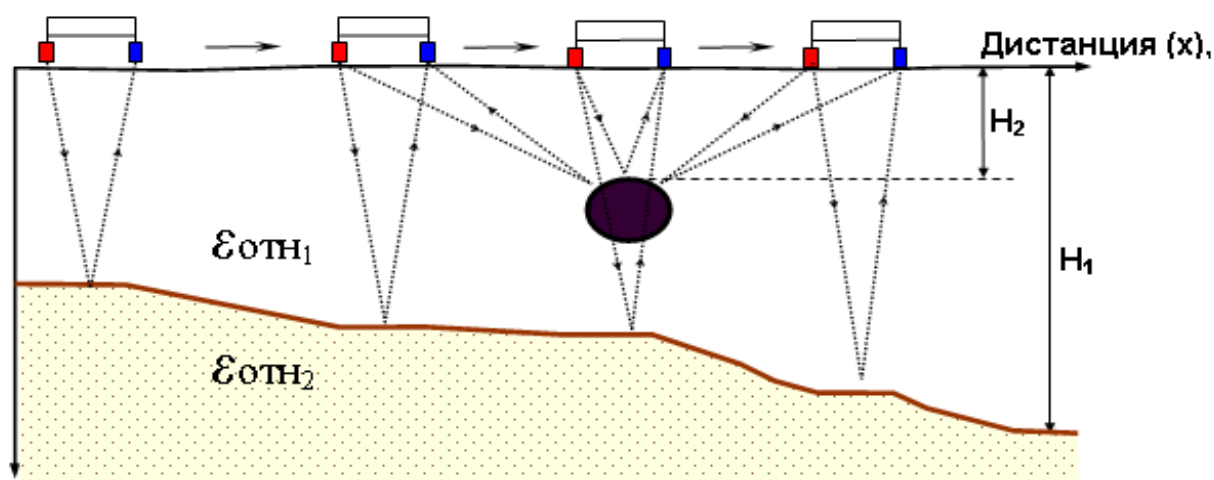


Рис.1. Принцип георадиолокационного зондирования

Таблица 1. Характеристика антенного блока АБ-250

Тип	Экранированный
Центральная частота	250 МГц
Максимальная глубина зондирования	от 1,0 до 8,0 м
Разрешающая способность по глубине	0,25 м
Габариты	75×47×16 см
Масса	10,2 кг
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С	От -20 до +50

Примечание: глубина зондирования для сред с малым затуханием: песок, лед и т.д.

Взам. инв. №		Габариты		75×47×16 см					
		Масса		10,2 кг					
		Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С		От -20 до +50					
Подп. и дата		Примечание: глубина зондирования для сред с малым затуханием: песок, лед и т.д.							
Инв. № подл.								2023-01/3-ИГФИ	Лист
									2
		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		



Рис.2. Антенный блок «АБ-250»

Методика георадиолокационных измерений планируется на стадии проектирования работ на основании априорной информации об объекте исследования. Сюда входит вся имеющаяся геологическая и гидрологическая информация об объекте в виде скважин или геологических отчетов, информации об электрических свойствах грунтов, топографического плана участка работ. Обязательной составляющей частью полевых измерений является составление чертежа участка работ с привязкой к имеющемуся плану, разбивка профилей и топографическая привязка.

На основании имеющейся информации об исследуемом участке выставлены значения параметров сканирования по профилю, представленные ниже:

- развертка (глубина зондирования) определяет временной диапазон регистрации данных в приемнике георадара и влияет на максимальную глубину сканирования – 200 нс;
- количество трасс – 10 000;
- количество точек в трассе определяет количество точек по вертикали принимаемых трасс, что позволяет улучшить детализацию по глубине – 511;
- число накоплений сигнала позволяет увеличить соотношение сигнал/шум и улучшить визуализацию и глубинность – 16;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	на основании априорной информации об объекте исследования. Сюда входит вся имеющаяся геологическая и гидрологическая информация об объекте в виде скважин или геологических отчетов, информации об электрических свойствах грунтов, топографического плана участка работ. Обязательной составляющей частью полевых измерений является составление чертежа участка работ с привязкой к имеющемуся плану, разбивка профилей и топографическая привязка.																							
			На основании имеющейся информации об исследуемом участке выставлены значения параметров сканирования по профилю, представленные ниже:																							
			- развертка (глубина зондирования) определяет временной диапазон регистрации данных в приемнике георадара и влияет на максимальную глубину сканирования – 200 нс; - количество трасс – 10 000; - количество точек в трассе определяет количество точек по вертикали принимаемых трасс, что позволяет улучшить детализацию по глубине – 511; - число накоплений сигнала позволяет увеличить соотношение сигнал/шум и улучшить визуализацию и глубинность – 16;																							
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Изм.</td><td>Копуч.</td><td>Лист</td><td>№ док.</td><td>Подп.</td><td>Дата</td></tr></table>																		Изм.	Копуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2023-01/3-ИГФИ		Лист
Изм.	Копуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата																					
								3																		

- диэлектрическая проницаемость среды задается значением из исходной геологической информации, например для грунтов в мерзлом состоянии средняя диэлектрическая проницаемость имеет значение 6, а для грунтов сезонно-талого слоя 9;
- режимы зондирования – «по перемещению».

Для проведения полевых измерений и сбора данных использован блок управления, к которому подключен антенный блок. Для измерения расстояния профилей и привязки точек зондирования на местности использовался встроенный датчик перемещения с колесом (ДП-32).

Фактическое положение профилей выполненных геофизических исследований приведено на рис.3.



Рис.3. Расположение геофизических профилей

1.2 Электротомография

Электротомография - комплекс, включающий в себя как методику полевых наблюдений, так и технологию обработки и интерпретации полевых данных. Ее особенностью является многократное использование в качестве питающих и измерительных одни и те же фиксированные на профиле наблюдения положения электродов. Такой подход позволяет с одной стороны, работать с современной высокопроизводительной аппаратурой, а с другой стороны, применять эффективные алгоритмы моделирования и инверсии. Интерпретацию данных электротомографии проводят в рамках двумерных и трехмерных моделей. Это принципиально расширяет круг решаемых электроразведкой задач, за счет исследования сред, значительно отличающихся от «классических» горизонтально-слоистых.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Рис.3. Расположение геофизических профилей				
			1.2 Электротомография				
			Электротомография - комплекс, включающий в себя как методику полевых наблюдений, так и технологию обработки и интерпретации полевых данных. Ее особенностью является многократное использование в качестве питающих и измерительных одни и те же фиксированные на профиле наблюдений положения электродов. Такой подход позволяет с одной стороны, работать с современной высокопроизводительной аппаратурой, а с другой стороны, применять эффективные алгоритмы моделирования и инверсии. Интерпретацию данных электротомографии проводят в рамках двумерных и трехмерных моделей. Это принципиально расширяет круг решаемых электроразведкой задач, за счет исследования сред, значительно отличающихся от «классических» горизонтально-слоистых.				
						2023-01/3-ИГФИ	Лист
							4
Изм.	Колуч	Лист	№дож	Подп.	Дата		

Для проведения исследований методом геоэлектрической томографии использовались многоэлектродная электроразведочная аппаратура “Скала” (SibER 48K12) (рис.4). Новая портативная электроразведочная станция “Скала” объединяет в одном корпусе 12-ти каналный измеритель и мощный генератор. Многоканальная электроразведочная аппаратура рассчитана на работу с двумя электроразведочными косами по 24 электрода. Внутренний генератор мощностью 250 Вт (напряжение до 600 В, ток до 2.5 А) обеспечивает необходимую глубину для решения практически любых инженерно-геологических задач. Технические характеристики комплекса приведены в таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики “Скала” (SibER 48K12)

Общие параметры	
Электроды	2 x 24 + 2 удалённых
Интерфейс	Ethernet, Wi-Fi
Степень защиты	IP67 (транспортировка), IP54 (эксплуатация)
Рабочая температура	-20 ÷ +50 °C
Габариты	464 x 366 x 176 мм
Масса	12 кг
Измеритель	
Каналы	12 + 2 для генератора
Входное сопротивление	10 МОм
Диапазон входного напряжения	±12.5 В
Разрядность АЦП	24 бит
Подавление помех промышленных частот	90 дБ
Защита от перенапряжения	1 кВ
Внутренний генератор	
Мощность максимальная	220 Вт
Ток максимальный	±2 А
Напряжение максимальное	±600 В
Защита от КЗ	есть
Индикатор температуры	есть
Длительность импульсов	80 мс ÷ 8 с
Длительность пауз	20 мс ÷ 8 с
Управление	
Управляющие устройства	ПК, планшетные компьютеры, коммуникаторы
Операционные системы	Microsoft Windows, Android, GNU/Linux
Режимы работы	2D/3D УЭС и УЭС+ВП

Взам. инв. №							
Подп. и дата		Индикатор температуры		есть			
		Длительность импульсов		80 мс ÷ 8 с			
		Длительность пауз		20 мс ÷ 8 с			
		Управление					
		Управляющие устройства		ПК, планшетные компьютеры, коммуни- каторы			
		Операционные системы		Microsoft Windows, Android, GNU/Linux			
		Режимы работы		2D/3D УЭС и УЭС+ВП			
Инв. № подл.						Лист	
							5
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2023-01/3-ИГФИ	Лист



В процессе работ использовалась 4-электродная симметричная установка Шлюмберже. Электроразведочные косы раскладывали на профиле по прямой линии. Заземленные электроды подключали к двум косам по 24 шт. на каждую, а косы к станции, которая располагалась в центре профиля. Для электродов использовали стальные нержавеющие стержни длиной 30 см. Шаг между электродами – 2 м, поэтому одна расстановка составляла 96 м и при необходимости в случае, когда длина профиля более 96 м применялась схема продолжающего профиля (“roll along”) (рис.5).

Переходное заземление изменялось от 0,5 до 10 кОм. Напряжение генератора устанавливали в пределах 200 – 400 В. Длительность импульса тока выбирали равной 80 мс. Значение тока в генераторной линии составляло от 3,5 до 890 мА.

Фактическое положение профилей выполненных геофизических исследований приведено на рис.3. Для электротомографии работы проведены по профилям 1, 2, 3 и 4.

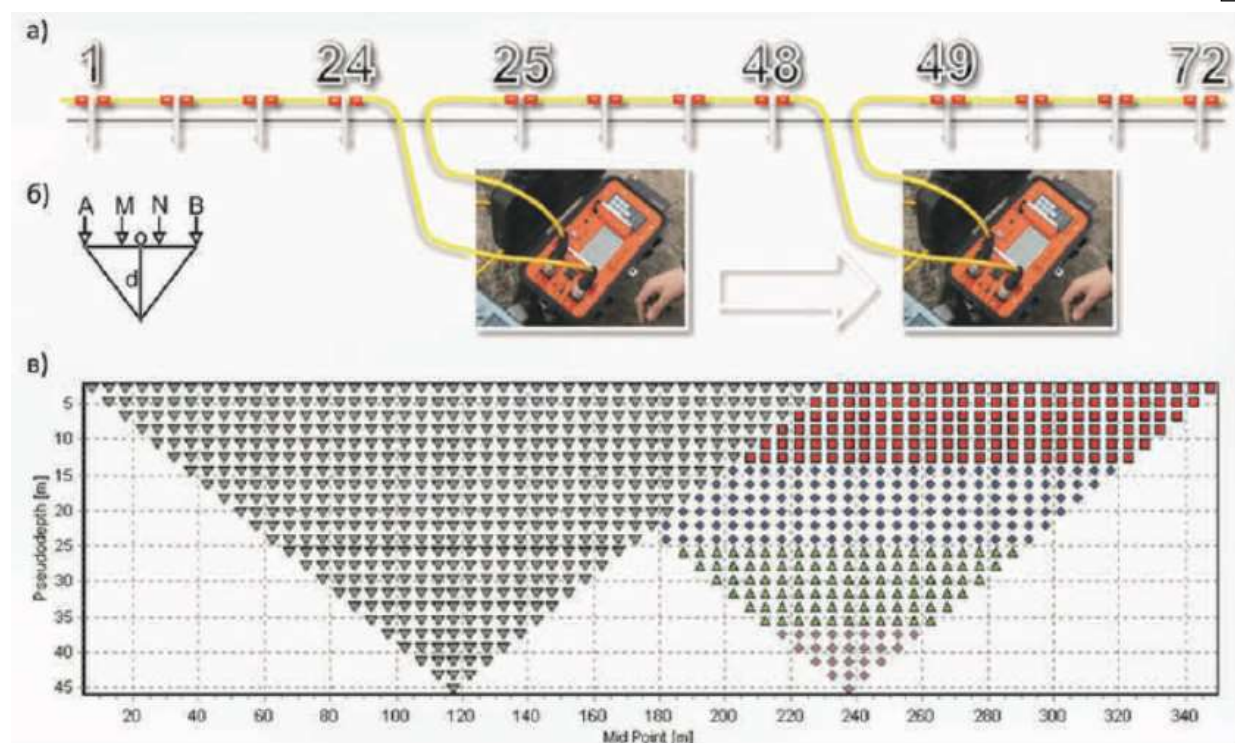


Рис.5. Схема измерений электротомографии:
а – подключение электродов и кабелей к прибору;
б – положение точки записи в симметричной установке (Шлюмберже);
в - положение точки записи на псевдоразрезе.

2. Обработка и интерпретация геофизических данных

2.1 Георадиолокация

Обработка результатов георадиолокационного обследования произведена с использованием набора процедур ПО «GeoScan32» (НПО «Логис-Геотех», Россия), применяющихся для повышения качества полевых материалов и для выделения на радарограммах отраженных границ, к которым относятся границы литологических разностей, сезонно-талого слоя (сезоннопромерзающего слоя), а также локальных неоднородностей (талики, лед и т.д.). Результатом обработки является радарограмма, на которой с максимально возможной отчетливостью отражается структура инженерно-геологического разреза.

В обработку включены следующие процедуры:

- реверс серии георадиолокационных профилей;
- удаление и обрезание бракованных трасс;
- корректировка положения трасс, т.е. при записи трассы с использованием датчика перемещения сохраняется положение в соответствии с данными датчика;
- определение поверхности исследуемой среды, т.е. привязать «ноль» к поверхности среды для точного определения глубины залегания объектов;
- коррекция затухания амплитуд, применена для сжатия или растяжения динамического диапазона зарегистрированных колебаний и выравнивания их интенсивности. При этом происходит выравнивание сильных амплитуд в начале записи и слабых – в конце;
- полосовой фильтр – фильтр, позволяющий удалять низкочастотные составляющие сигнала или высокочастотные составляющие сигнала;
- режекторный (полосно-заграждающий) фильтр – фильтр, который не пропускает частоты, находящиеся в некоторой полосе частот. Преобразование выполняется при задании оптимально-

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									7	
Изм.	Колуч	Лист	№дож	Подп.	Дата					2023-01/3-ИГФИ

го параметра фильтрации, затем трасса подвергается прямому преобразованию Фурье, комплексный спектр трассы умножается на комплексный спектр фильтра, и результат подвергается обратному преобразованию Фурье.

- вычитание среднего, применяется для удаления постоянной составляющей сигнала, позволяет вычитать сигнал прямого прохождения, который, как правило, не несет полезной информации. Также можно устранять помехи, имеющие форму протяженных горизонтальных полос.

После обработки и выделения волн-помех радарограммы готовы к интерпретации. Интерпретация результатов представляет собой процесс построения геологического разреза. Цель интерпретации георадиолокационных данных – получение максимально полной информации о строении и свойствах объекта исследования, выраженная в виде геологических разрезов или схем расположения и глубин залегания объектов. На участке работ произведена так называемая кинематическая интерпретация. Такая интерпретация позволяет по зарегистрированным временам полезных волн восстанавливать положение границ и распределение скоростей электромагнитных волн в исследуемой геологической среде. Суть кинематической интерпретации состоит в преобразовании временного разреза в глубинный геолого-геофизический разрез. Для построения этого разреза необходимо определить геометрические (толщины) и электрофизические (скорости распространения электромагнитных волн) параметры геологических слоев. Кинематическая интерпретация включает два этапа:

- построение временного разреза;
- преобразование временного разреза в глубинный разрез.

На участке работ для решения задачи преобразования временного разреза в глубинный разрез использованы данные бурения. Построение временного разреза базируется на получении достоверной информации о временах прихода полезных волн на радарограмме. Эта задача решается посредством процедуры корреляции волн. Процесс корреляции волн следует начинать там, где разрез известен по данным геологического бурения. Знание приближенного времени пробега волны по траектории передатчик – граница - приемник и фазы волны на границе, позволяет выделить временные координаты осей синфазности волн, соответствующих отражениям от основных геологических границ. Линию, соединяющую одинаковые фазы одной и той же волны на разных реализациях, называют осью синфазности.

Выделив на радарограмме фазы волн, соответствующих основным рефлексорам геологических границ, можно приступить к прослеживанию этих фаз на всей зарегистрированной радарограмме и построению осей синфазности с их последующей векторизацией, т.е. определением её временных и пространственных координат.

2.1 Электротомография

Обработка и интерпретация полевых материалов электроразведочных исследований на камеральном этапе проводятся с целью выполнения поставленных перед геофизическим комплексом задач.

В состав камеральных работ по методу электротомографии входит:

- составление схем расположения пикетов и профилей наблюдения по объектам исследований;
- формирование профилей с учетом рельефа;
- монтаж данных электротомографии, выполненных по схеме продолжающего профиля (“roll along”) в приложении Xeris.

Xeris – это программный проект, предоставляющий инструменты для сбора и первичной обработки данных электрической томографии и экспорта в форматы Ertlab, Excel, Prosys II, Res2dInv, Res3dInv и Zondres2D;

- основная обработка подготовленных данных, двумерная инверсия с получением разрезов удельных электрических сопротивлений (или разрезов логарифмов удельных сопротивлений);

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Состав задач. В состав камеральных работ по методу электротомографии входит: - составление схем расположения пикетов и профилей наблюдения по объектам исследований; - формирование профилей с учетом рельефа; - монтаж данных электротомографии, выполненных по схеме продолжающего профиля (“roll along”) в приложении Xeris. Xeris – это программный проект, предоставляющий инструменты для сбора и первичной обработки данных электрической томографии и экспорта в форматы Ertlab, Excel, Prosys II, Res2dInv, Res3dInv и Zondres2D; - основная обработка подготовленных данных, двумерная инверсия с получением разрезов удельных электрических сопротивлений (или разрезов логарифмов удельных сопротивлений);							
									2023-01/3-ИГФИ	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		8

- интерпретация данных геофизических изысканий, по результатам которых строятся результирующие геоэлектрические разрезы, содержащие информацию о наличии/отсутствии рекомендованных к изучению характеристик грунтов;
- экспорт полученных разрезов удельных сопротивлений в формат Surfer или AutoCAD.

3. Результаты геофизических работ

3.1 Георадиолокация

В геологическом отношении участок сложен верхнечетвертичными аллювиальными отложениями, представленными в основном глинистыми и песчаными грунтами. Основание площадки изысканий до изученной глубины 15,0 м сложено верхнечетвертичными аллювиальными отложениями и представлены суглинками, супесями и песками с линзой подземного льда. Сверху, грунты перекрыты почвенно-растительным слоем мощностью 0,2 м и локально насыпным грунтом мощностью 0,3-0,9 м.

В период бурения скважин, в июне месяце, грунты до глубины 1,9 м находились в талом, ниже в твердомерзлом состоянии. Супеси в вечномерзлой толще льдистые с льдистостью за счет ледяных включений 0,17 и 0,15 д.ед, пески слабольдистые с суммарной льдистостью 0,34 д.ед. Лед в супесях встречается в виде прослоев толщиной до 1-2 мм через 3-4 см грунта, в песках в виде поровых включений. В толще изученного разреза вскрыты линзы подземного льда в скважинах: №1 в интервале глубин 3,2-3,7 м, №2 в интервале глубин 3.2-7,7 м, №3 в интервалах глубин 3,2-6,1. Мощность слоя сезонного оттаивания для данного участка 2,4 м. В период бурения подземные грунтовые воды не обнаружены. Температурный режим грунтов основания скважин характеризуется распространением низких значений отрицательных температур, составляющих на глубине 15,0 м от минус 1,4°С до минус 1,6°С. По результатам лабораторных работ супеси и суглинки характеризуются как с примесью органических веществ, супеси, в вечномерзлой толще льдистые также засоленные.

На основании данных бурения установлено среднее значение диэлектрической проницаемости – основной электрофизический параметр, определяющий масштаб глубин георадиолокационных разрезов, и составляет по разрезу $\epsilon'=6$.

Отражения георадиолокационных сигналов прежде всего обусловлено разницей физических и физико-механических свойств грунтов, их мерзлотными и литологическими особенностями. По результатам обработки данных георадиолокации выделены границы с контрастами диэлектрических свойств – низкочастотными и хаотичными сигналами отражениями. Ниже приводятся георадиолокационные разрезы участка с выделенными зонами характерных сигналов (рис.6), свидетельствующие о неоднородности грунтов оснований.

В результате по всем профилям выделены участки неоднородных сигналов, интерпретируемые как зоны влажных и обводненных грунтов, в толще ММП грунты льдистые и засоленные. Глубина распространения аномальных зон до 9,8 м.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2023-01/3-ИГФИ	Лист	
							9	

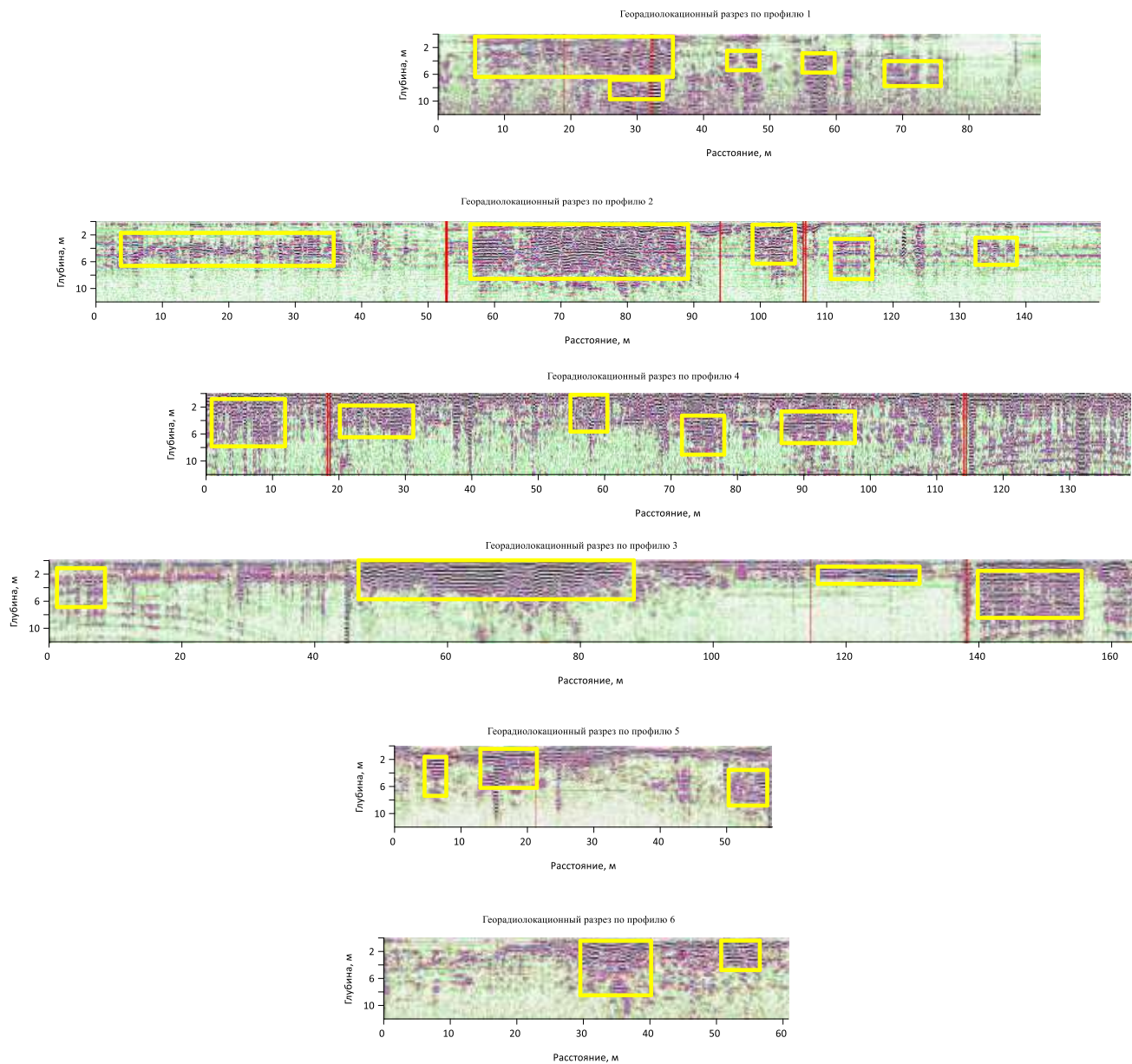
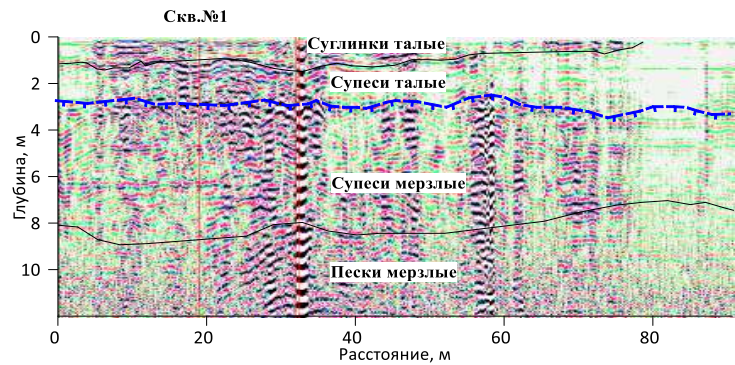


Рис.6. Георадиолокационные разрезы исследуемого участка

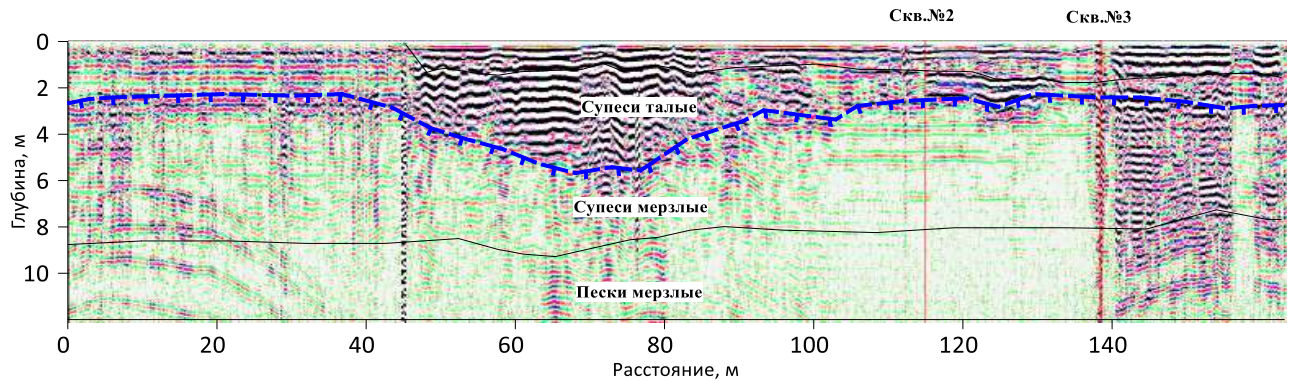
Интерпретация данных георадиолокации приведена на рис.7. По результатам сопоставления данных георадиолокации и бурения выделены суглинки, супеси и пески. Также выделена граница талых и мерзлых грунтов на глубине 2,4 – 4,0 м, по профилю 3 на расстоянии 60 – 85 м глубина талых грунтов может достигать 5,5 м.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
						2023-01/3-ИГФИ	Лист	
							10	
Изм.	Колуч	Лист	№дож	Подп.	Дата			

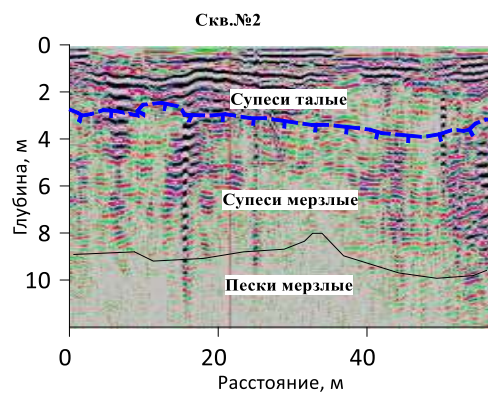
Георадиолокационный разрез по профилю 1



Георадиолокационный разрез по профилю 3



Георадиолокационный разрез по профилю 5



Георадиолокационный разрез по профилю 6

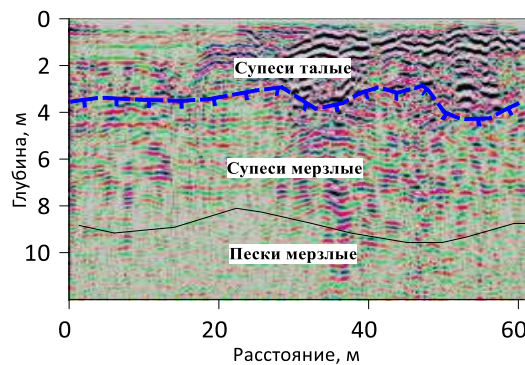


Рис.7. Интерпретация георадиолокационных данных

Инв. № подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №					
Изм.	Колуч	Лист	№дож	Подп.	Дата	2023-01/3-ИГФИ		Лист
								11

Георадиолокационный разрез по профилю 6

Глубина, м

Расстояние, м

Супеси талые

Супеси мерзлые

Пески мерзлые

Рис.7. Интерпретация георадиолокационных данных

3.2 Электротомография

По результатам проведенных геофизических работ методом электротомографии установлено, что геоэлектрический разрез исследуемой площади характеризуется резко дифференцированным строением (рис.8). Здесь фиксируются участки с высокими и низкими значениями кажущегося удельного электрического сопротивления (у.э.с.).

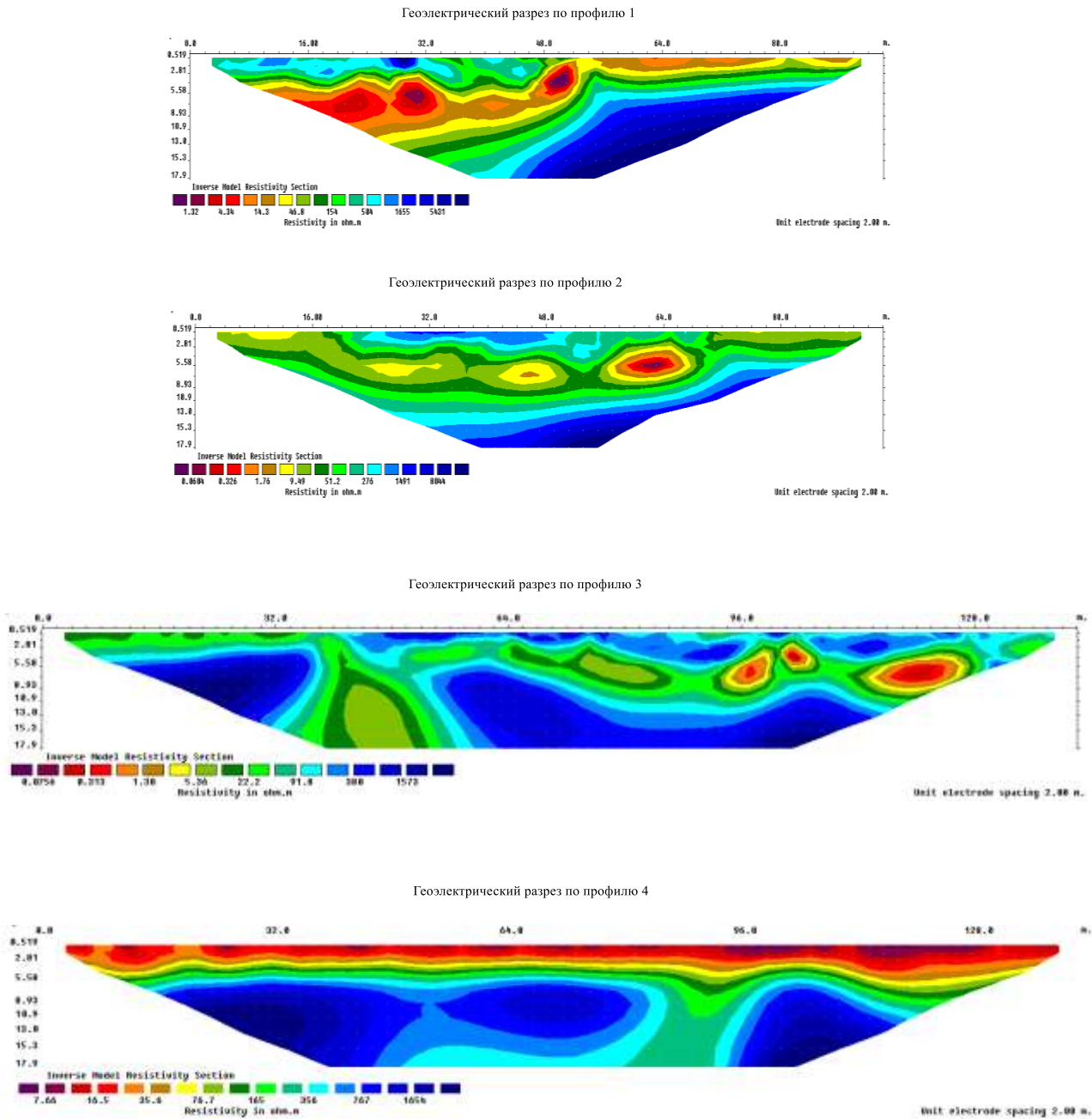


Рис.8. Геоэлектрические разрезы исследуемого участка

Ивл. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изм.	Колуч	Лист	№дож	Подп.	Дата
------	-------	------	------	-------	------

Среди преимуществ методов постоянного тока нужно отметить хорошую разрешающую способность при работах в высокоомных средах, а именно - выделение слабо проводящих объектов на фоне среды с повышенным удельным электрическим сопротивлением (у.э.с.). Из опыта работ на территории Республики Саха (Якутия), известно, что высокими значениями кажущегося у.э.с. характеризуются породы, находящиеся в мерзлом состоянии, низкие значения у.э.с., как правило, присущи талым породам.

Интерпретация геоэлектрических разрезов базировалась на априорной информации, полученной при инженерно-геологических изысканиях в июне 2023 г. При сопоставлении результатов выявлено, что мерзлые супеси отражаются на геоэлектрическом разрезе относительно низкими сопротивлениями (до 92 - 356 Ом*м). Это можно объяснить тем, что по результатам лабораторных работ супеси и суглинки с примесью органических веществ, в вечномерзлой толще засоленные и по замерам температур имеют высокие отрицательные значения (- 0,1 °С ÷ - 1,2 °С). Мерзлые пески ниже 7,8 м отражаются высокими значениями выше 500 Ом*м.

Таким образом, по исследуемой площадке выделяется аномальный слой низких значений сопротивлений (насыпные грунты, суглинки, супеси талые и супеси мерзлые), характеризующий ослабленные грунты участка, в которых по данным инженерно-геологического бурения также вскрыты линзы подземного льда в скважинах №1 в интервале глубин 3,2-3,7 м, №2 в интервале глубин 3,2-7,7 м, №3 в интервалах глубин 3,2-6,1 м.

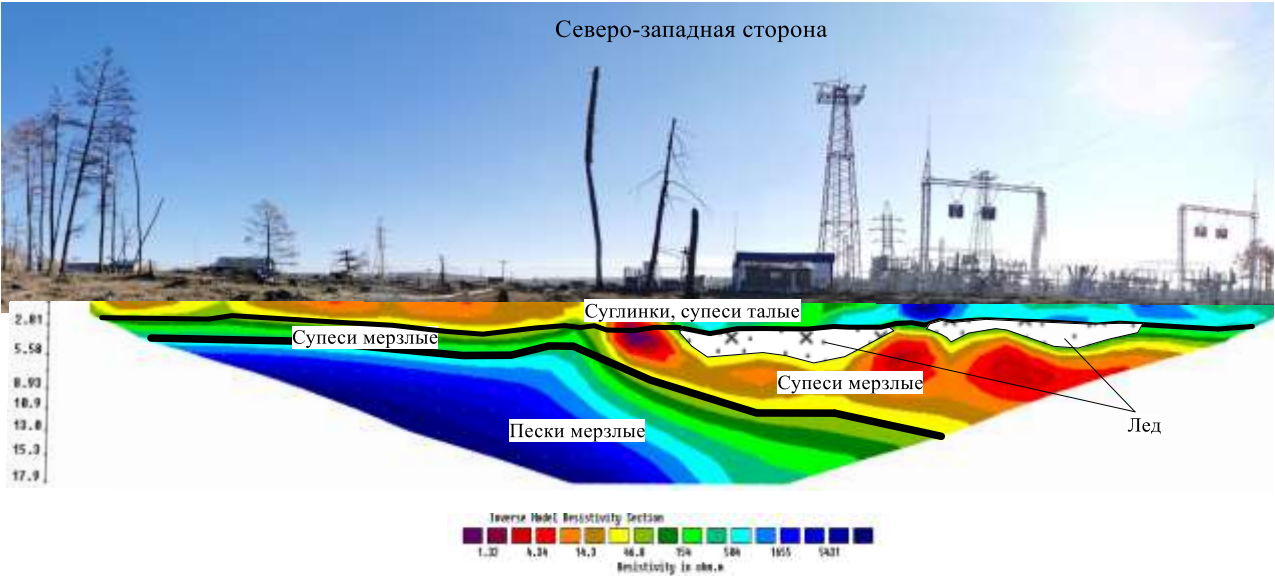


Рис.9. Геоэлектрический разрез по профилю 1

Рис.9. Геоэлектрический разрез по профилю 1										
Инв. № подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №							
						2023-01/3-ИГФИ				Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					13

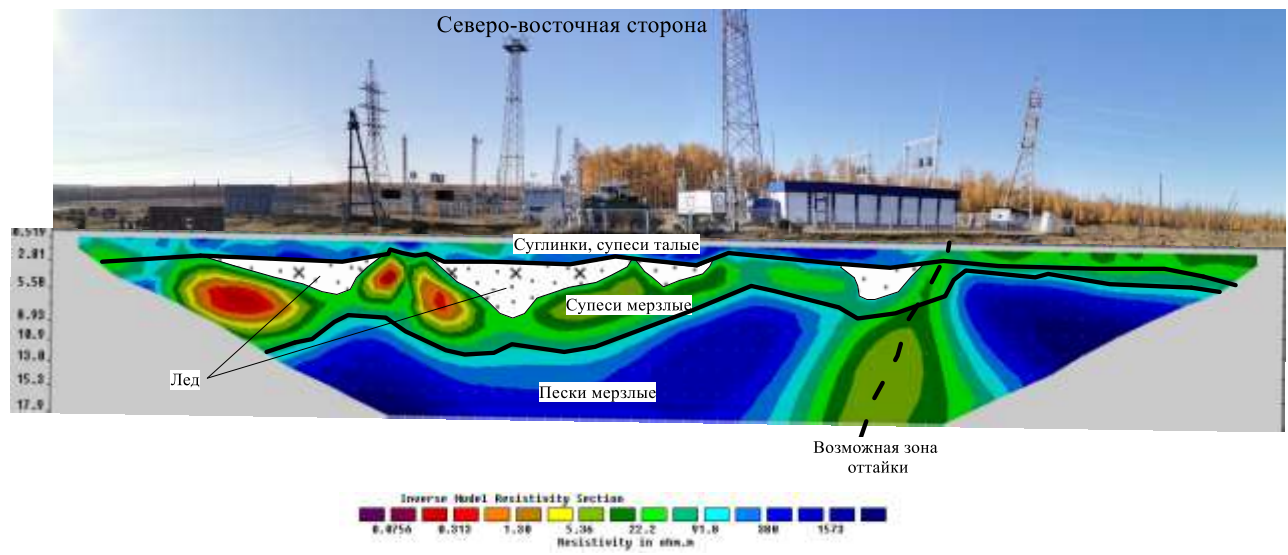


Рис.10. Геоэлектрический разрез по профилю 3

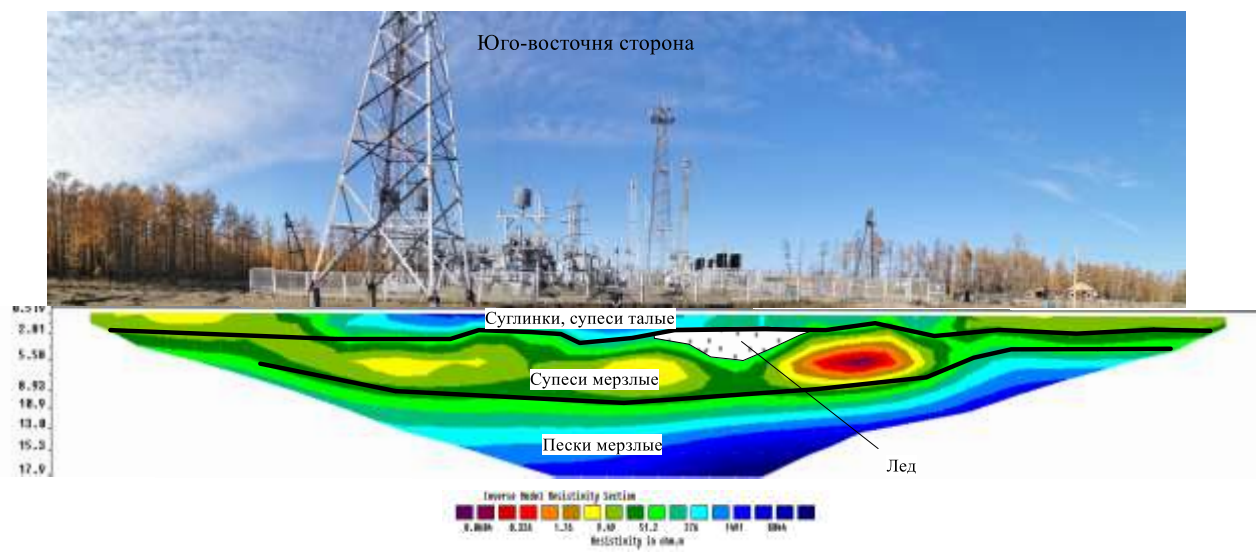


Рис.11. Геоэлектрический разрез по профилю 2

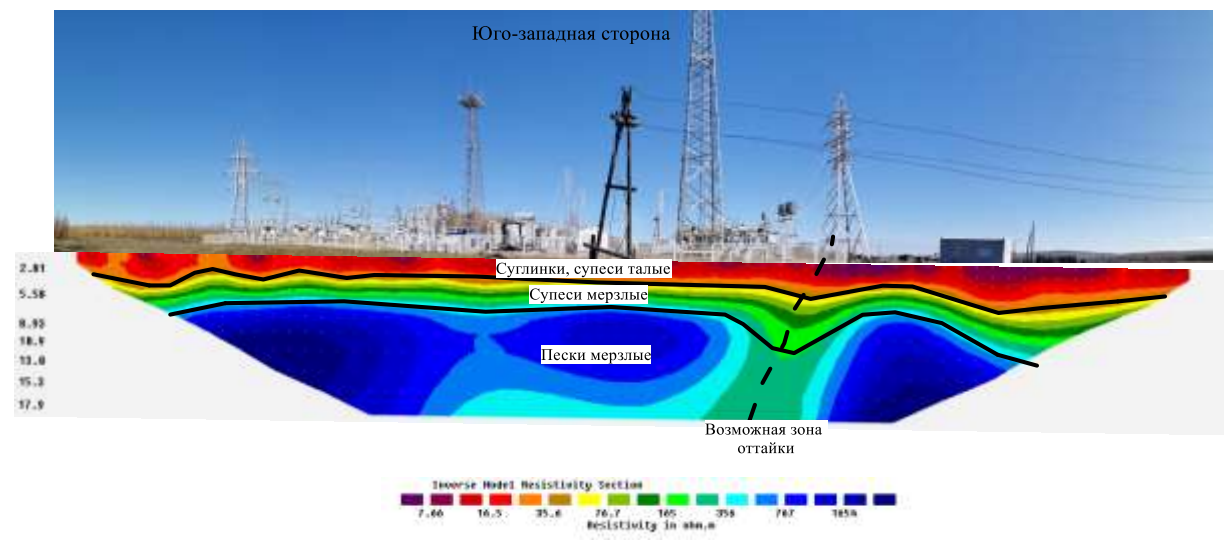


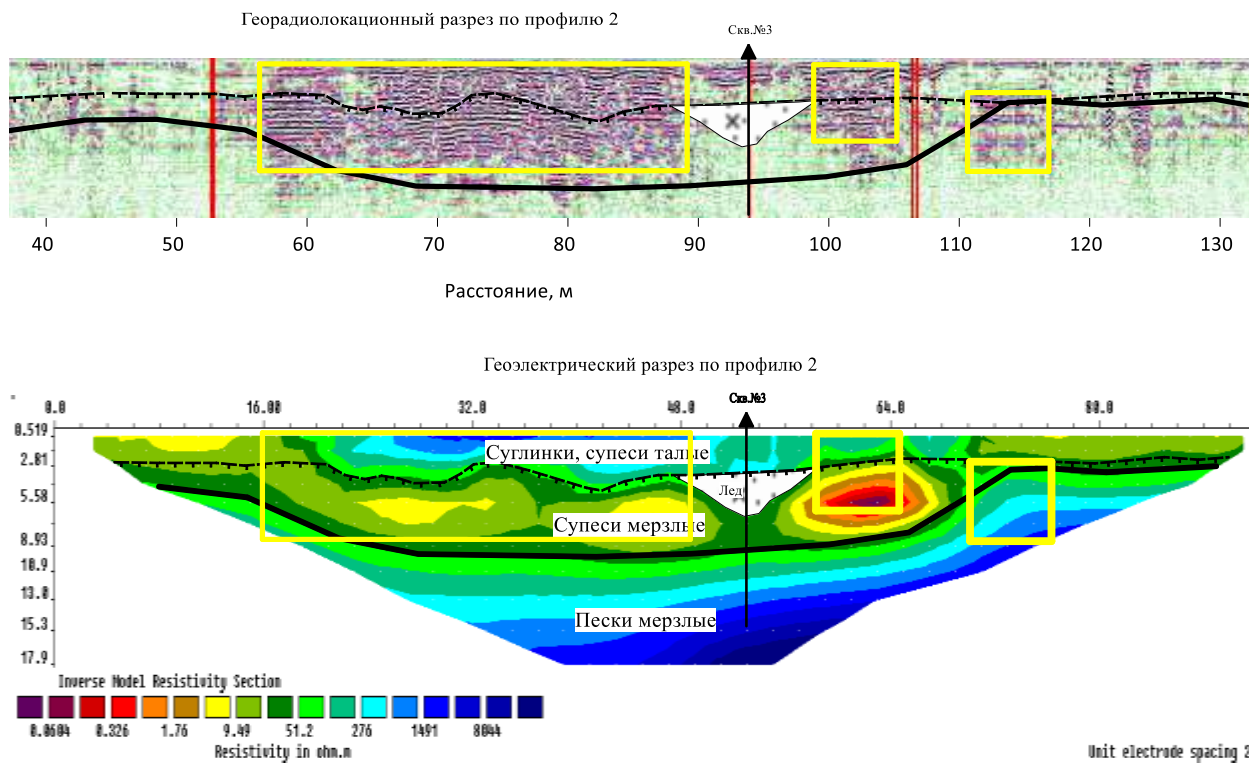
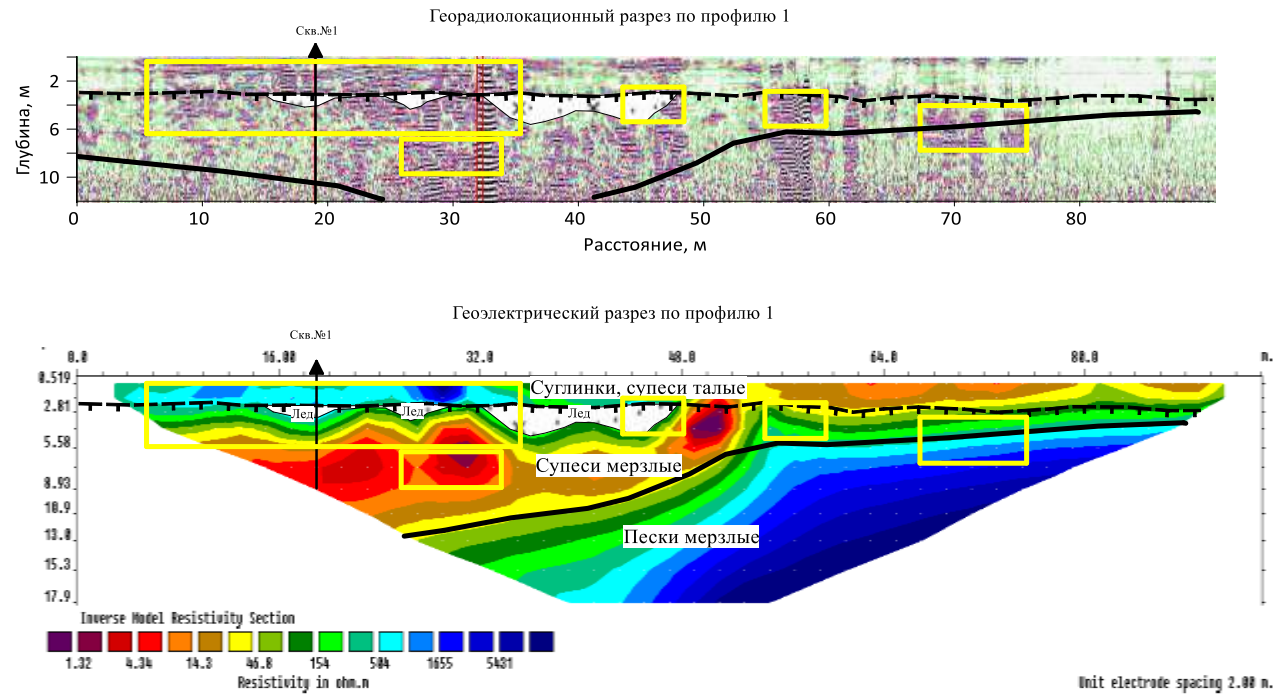
Рис.12. Геоэлектрический разрез по профилю 4

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата
------	-------	------	-------	-------	------

3.3 Комплексная интерпретация геофизических данных

На этапе комплексной интерпретации проводится анализ и корректировка выделенных зон и границ. Результирующие инженерно-геофизические разрезы по профилям 1-4 приведены на рис.13-16.



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					2023-01/3-ИГФИ				Лист
											15
			Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата			

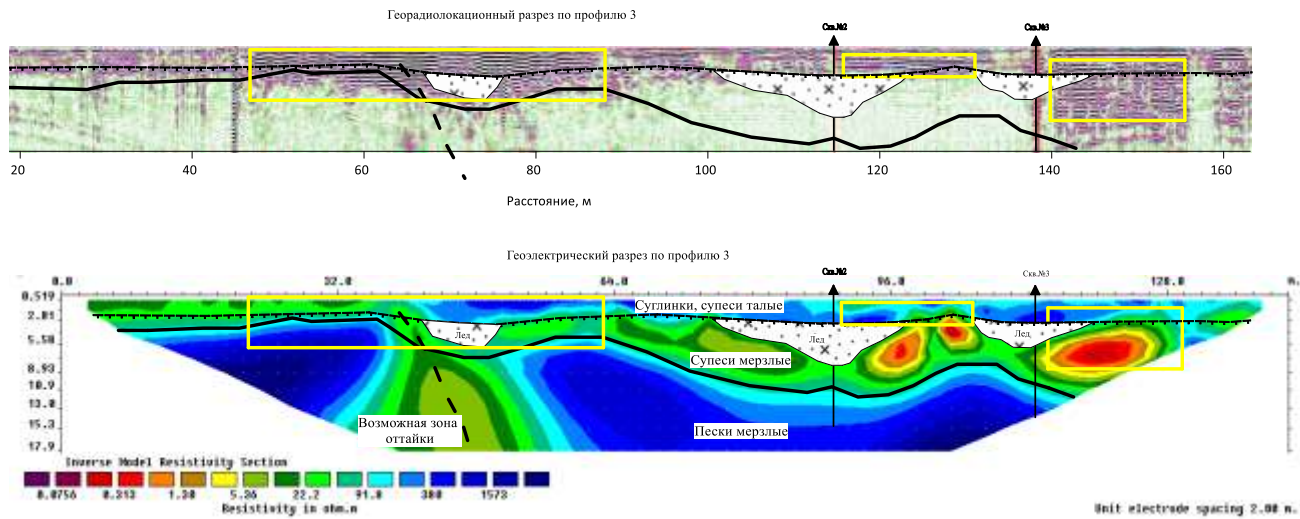


Рис.15. Геоэлектрический разрез по профилю 3

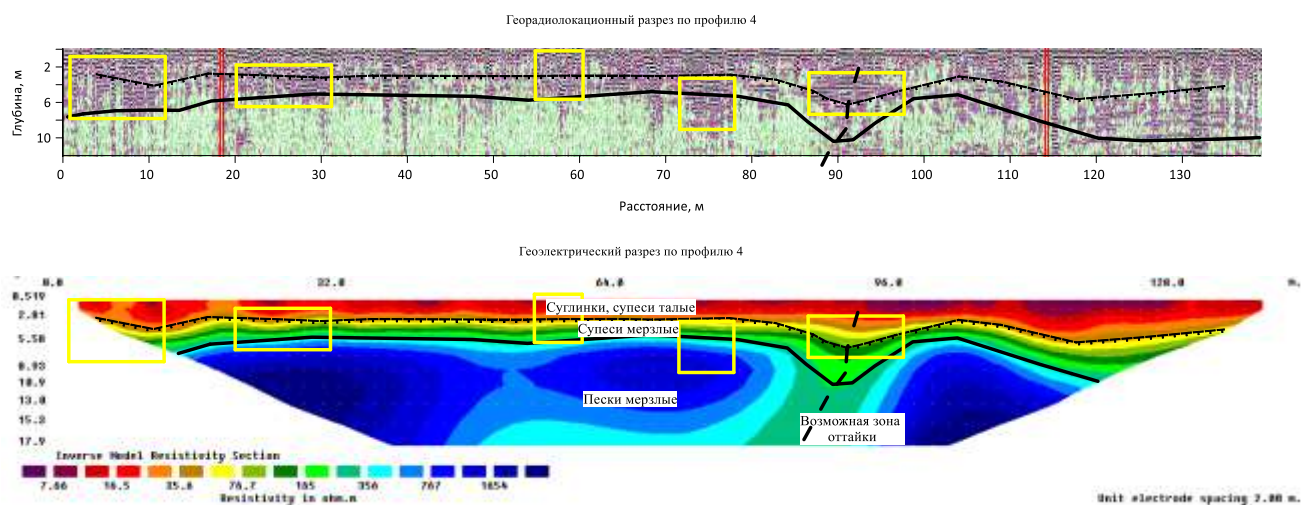


Рис.16. Геоэлектрический разрез по профилю 4

Условные обозначения:

- | | |
|--|--|
|  Участки неоднородных сигналов, интерпретируемые как зоны влажных и обводненных грунтов, в толще ММП грунты льдистые и засоленные |  Границы раздела сред |
|  Талые грунты, бергштрихи в сторону мерзлоты |  Лед |

По профилю №1 разрез до глубины 2,8 – 3,4 м находился в талом состоянии. Пластовый лед выделен на расстоянии 15 – 48 м, в интервале глубин 3,2 – 5,6 м.

По профилю №2 разрез до глубины 2,8 – 4,8 м находился в талом состоянии. Пластовый лед выделен на расстоянии 48 – 58 м, в интервале глубин 3,4 – 6,7 м.

По профилю №3 разрез наиболее неоднородный по геоэлектрическому строению. Талые грунты выделены до глубин 2,8 – 3,5 м. Пластовый лед выделен на расстоянии 39 – 51 м, 71 – 98 м, 105 – 119 м, в интервале глубин 3,3 – 8,0 м. В разрезе присутствует аномалия низких сопротивлений, возможно связанная с деградацией мерзлых грунтов.

По профилю №4 разрез до глубины 6,2 м находился в талом состоянии. В разрезе также присутствует аномалия низких сопротивлений, возможно связанная с деградацией мерзлых грунтов.

Геоэлектрические разрезы в плане представлены на рис.17 и рис.18.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							
По профилю №2 разрез до глубины 2,8 – 4,8 м находился в талом состоянии. Пластовый лед выделен на расстоянии 15 – 48 м, в интервале глубин 3,2 – 3,6 м. По профилю №3 разрез наиболее неоднородный по геоэлектрическому строению. Талые грунты выделены до глубин 2,8 – 3,5 м. Пластовый лед выделен на расстоянии 39 – 51 м, 71 – 98 м, 105 – 119 м, в интервале глубин 3,3 – 8,0 м. В разрезе присутствует аномалия низких сопротивлений, возможно связанная с деградацией мерзлых грунтов. По профилю №4 разрез до глубины 6,2 м находился в талом состоянии. В разрезе также присутствует аномалия низких сопротивлений, возможно связанная с деградацией мерзлых грунтов. Геоэлектрические разрезы в плане представлены на рис.17 и рис.18.									
						2023-01/3-ИГФИ			Лист
									16
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата				



Рис.17. Геоэлектрические разрезы по профилю 1 и 2

Инв. № подл.	Подп. и дата		Взам. инв. №	

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата

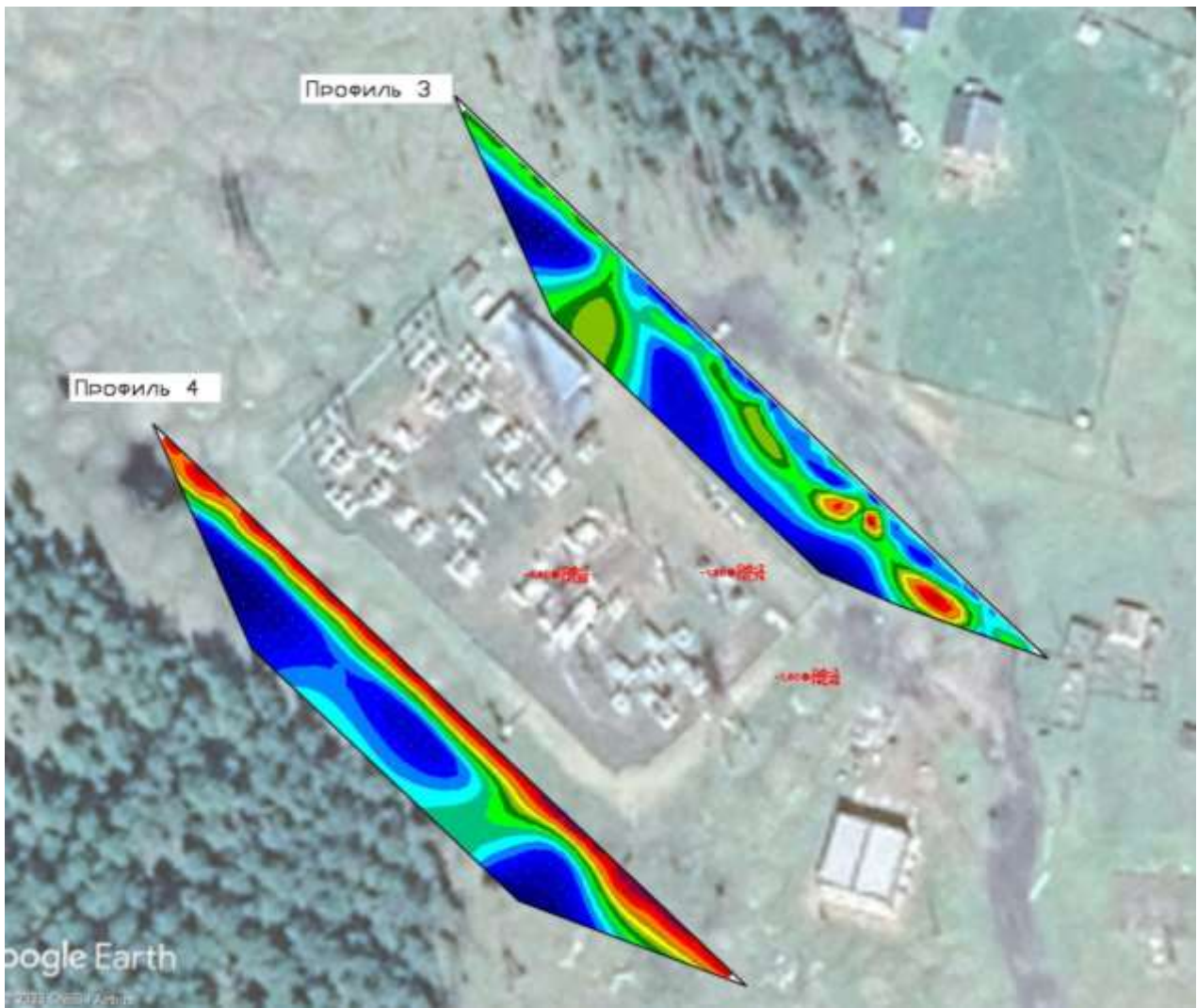


Рис.18. Геоэлектрические разрезы по профилю 3 и 4

[illegible]

Заключение

Инженерно-геофизические изыскания на объекте: «Проектно-изыскательские работы для реконструкции ПС 110 кВ Сулгачи» проведены методами электротомографии и георадиолокации. Работы выполнены с использованием аппаратуры “Скала” (SibER 48K12) (ООО “КБ Электротметрии”, Россия) и георадар АБ-250 ((НПО «Логис-Геотех», Россия).

По результатам выполненных геофизических исследований можно сделать следующие выводы:

- Площадь исследований характеризуется дифференцированным геоэлектрическим строением. Выделены грунты с низкими и высокими значениями кажущегося удельного электрического сопротивления (у.э.с.).

- Интерпретация геоэлектрических разрезов базировалась на априорной информации, полученной при инженерно-геологических изысканиях в июне 2023 г. При сопоставлении результатов выявлено, что мерзлые супеси отражаются на геоэлектрическом разрезе относительно низкими сопротивлениями (до 92 - 356 Ом*м). Это можно объяснить тем, что по результатам лабораторных работ супеси и суглинки с примесью органических веществ, в вечномерзлой толще засоленные и по замерам температур имеют высокие отрицательные значения ($-0,1^{\circ}\text{C} \div -1,2^{\circ}\text{C}$). Мерзлые пески ниже 7,8 м отражаются высокими значениями выше 500 Ом*м.

- В результате комплексной интерпретации данных георадиолокации, электротомографии и инженерно-геологического бурения уточнено сложное геокриологическое строение участка работ:

- по профилю №1 разрез до глубины 2,8 – 3,4 м находился в талом состоянии. Пластовый лед выделен на расстоянии 15 – 48 м, в интервале глубин 3,2 – 5,6 м;

- по профилю №2 разрез до глубины 2,8 – 4,8 м находился в талом состоянии. Пластовый лед выделен на расстоянии 48 – 58 м, в интервале глубин 3,4 – 6,7 м.

- по профилю №3 разрез наиболее неоднородный по геоэлектрическому строению. Талые грунты выделены до глубин 2,8 – 3,5 м. Пластовый лед выделен на расстоянии 39 – 51 м, 71 – 98 м, 105 – 119 м, в интервале глубин 3,3 – 8,0 м. В разрезе присутствует аномалия низких сопротивлений, связанная с деградацией мерзлых грунтов;

- по профилю №4 разрез до глубины 6,2 м находился в талом состоянии. В разрезе также присутствует аномалия низких сопротивлений, связанная с деградацией мерзлых грунтов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
									19	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	2023-01/3-ИГФИ				

Список использованной литературы

- 1) СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
- 2) СП 11-105-97 Часть I Общие правила производства работ.
- 3) СП 11-105-97 Часть IV Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.
- 4) СП 11-105-97 Часть VI Правила производства геофизических исследований.
- 5) ГОСТ 21-302-96 СПДС Условные графические обозначения по инженерно-геологическим изысканиям.
- 6) РСН 64-87 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка.
- 7) СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.
- 8) СП 493.1325800.2020. Инженерные изыскания для строительства в районах распространения многолетнемерзлых грунтов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
						2023-01/3-ИГФИ		Лист
								20
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

M. II.



M. II.



на выполнение инженерно-геофизических исследований

№ п/п	Перечень основных данных	Основные данные и требования
1	2	3
1.	Наименование объекта	Проектно-изыскательские работы для реконструкции ПС 110 кВ Сулгачи.
2.	Основание для проектирования	1. Схема и программа развития электроэнергетики Республики Саха (Якутия) на 2021-2025 годы.». 2. Технико-экономическое обоснование строительства электросетевых объектов для организации электроснабжения Амгинского района Республики Саха (Якутия)» (ООО "Геотехресурс" г. Ростов-на-Дону, 2021 г.)
3.	Стадийность проектирования	Проектная документация Рабочая документация
4.	Вид строительства	Реконструкция.
5.	Местоположение и границы района (участка) строительства	Республика Саха (Якутия), Амгинский район, с. Сулгачы.
6.	Заказчик	ПАО «Якутскэнерго» ИНН: 1435028701; 677001, Саха /Якутия/ Республика, г. Якутск, ул. Федора Попова, д.14 раб/тел: 8-800-100-22-05, E-mail: inform@yakutskenergo.ru
7.	Генпроектировщик	ООО «БАЙКАЛЭЛЕКТРО», адрес: 664007, г. Иркутск, ул. Трилисера, 87, офис 405, тел. 8(3952) 50-53-33.
8.	Источник финансирования строительства.	Собственные средства Заказчика
9.	Исполнитель изысканий	ООО «БАЙКАЛЭЛЕКТРО»
10.	Указания о выделении очередей строительства и пусковых комплексов, их состав. Указания по перспективному расширению предприятия.	Не требуется.
11.	Уровень ответственности зданий и сооружений по Федеральному закону № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»	Нормальный.
12.	Архитектурно-планировочные решения	Существующая ПС 110 кВ Сулгачи - Два силовых трёхфазных, трехобмоточных трансформатора 110/35/10 кВ, 1Т мощностью 16 МВА, 2Т мощностью 6,3 МВА – в результате реконструкции производится замена трансформатора 2Т на трансформатор с номинальной мощностью 16 МВА. Проектные решения Замена силового трансформатора 2Т. Тип фундамента: свайный; Масляное хозяйство: маслоприёмник без отвода масла (уточняется при проектировании).

1

[illegible]

№ п/п	Перечень основных данных	Основные данные и требования
1	2	3
13.	Вид объекта	Объект капитального строительства
14.	Функциональное назначение объекта	Объект производственного назначения
15.	Сведения об этапе работ, сроках проектирования, строительства и эксплуатации объекта	Проектирование выполняется в соответствии с календарным графиком к договору
16.	Перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями, которых необходимо выполнить инженерные изыскания	1. Постановление Правительства РФ от 28 мая 2021 г. № 815 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», и о признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 4 июля 2020 г. №985; 2. СП 47.13330.2012 «Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96» (в части обязательной к применению); 3. СП 47.13330.2016 "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения" в части не противоречащей постановлению Правительства РФ от 28 мая 2021 г. № 815 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», и о признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 4 июля 2020 г. №985; 4. СП 446.1325800.2019 "Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ"; 5. ГОСТ Р 21.101-2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»; 6. ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация»; 7. ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического и микроагрегатного состава»; 8. ГОСТ 30416-2020 «Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения»; 9. ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик»; 10. ГОСТ 21302-2013 «Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям»; 11. Водный кодекс РФ №73-ФЗ от 03.06.2006; 12. Закон РФ Об охране окружающей среды №7-ФЗ от 10.01.2002; 13. Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» №52-ФЗ от 30.03.1999; 14. Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» №96-ФЗ от 04.05.1999; 15. Закон РФ «О радиационной безопасности населения» №3-ФЗ от 09.01.1996; 16. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"; 17. СанПиН 2.6.1.2523-09 (НРБ-99/2009) «Нормы радиационной безопасности»; 18. СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010) «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».
17.	Цель и задача инженерно-геофизических изысканий:	

2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							18. СП 2.6.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010) «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности».	
			17. Цель и задача инженерно-геофизических изысканий:							

2

						Приложение А	Лист
							22
Изм.	Коп.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

№ п/п	Перечень основных данных	Основные данные и требования
1	2	3
	- цель	Получение геофизической информации о строении и свойствах грунтов оснований, определение потенциально опасных зон, связанных с негативными криогенными процессами.
	- задача	Определение геологического строения грунтового массива льдов и сильнотлистых грунтов.
18.	Требования к инженерно-геологическим изысканиям	Выполнить инженерно-геофизические исследования методом электротомографии на участке территории объекта проектирования в соответствии с прил. 2 к настоящему техническому заданию. Дать описание выполняемых инженерно-геофизических исследований в программе производства работ. Исследования должны обеспечить получение информации о и свойствах грунтов оснований, определение потенциально опасных зон, связанных с негативными криогенными процессами. Количество исследуемых участков – 1 шт. (в соответствии с прил. № 2 к настоящему техническому заданию).
19.	Сведения о ранее выполненных инженерных изысканиях	Инженерно-геодезические изыскания, инженерно-геологические изыскания, выполненные ООО «Байкалэлектро» в 2023 году.
20.	Особые условия	1. Исполнитель сопровождает материалы инженерных изысканий при проведении негосударственных экспертиз до получения их положительного заключения. 2. Наличие допуска на проведение инженерных изысканий.
21.	Требования к сдаче материалов	Отчеты по инженерно-геологическим, инженерно-геодезическим передать в 4 экз. на бумажных носителях (переплет) и 1 экз. на электронном носителе в форматах PDF, Word, Excel, DWG.
22.	Срок представления заказчику	В соответствии с календарным планом к договору на выполнение работ.
23.	Приложения	1. Схема расположения объекта; 2. Схема расположения участка геофизических исследований; 3. Топографическая основа в формате dwg; 4. Технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям в формате pdf; 5. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям в формате pdf;

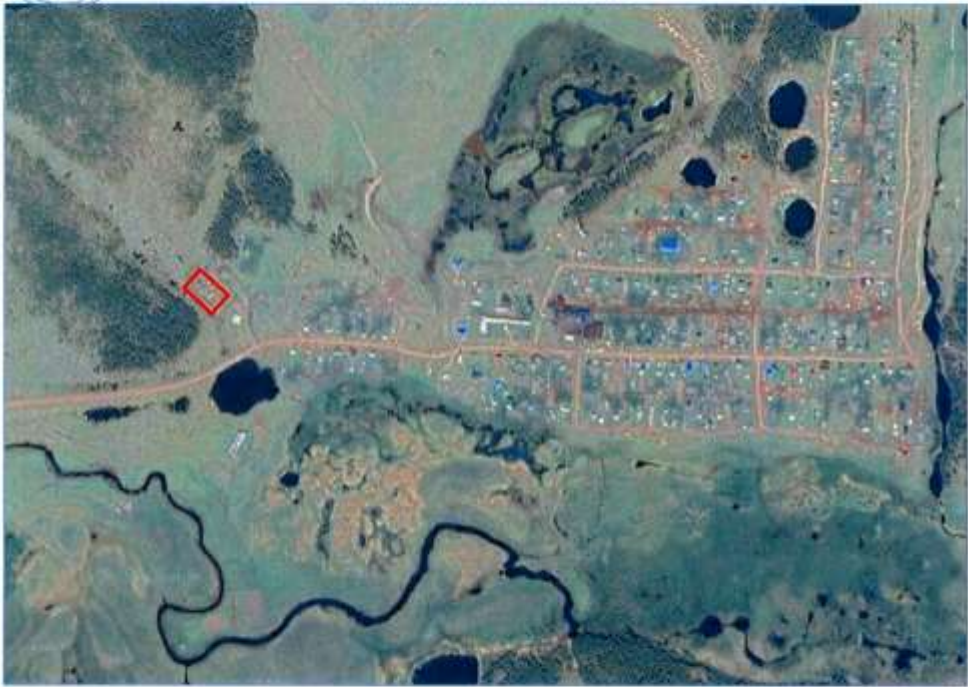
Приложение 1 к техническому заданию
на выполнение инженерно-геофизических исследований

СОГЛАСОВАНО:
Генеральный директор
ООО «Байкалэнерго»

 /А.М. Адамцевич /
«20» сентября 2023 года
М. п.

УТВЕРЖДАЮ:
Первый заместитель генерального
директора, Главный инженер
ПАО «Байкалэнерго»
С.Н. Прокопенко /
2023 года
М. п.

Схема расположения объекта



— - площадка существующей ПС

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кор.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

СОГЛАСОВАНО:
Первый заместитель генерального
директора – главный инженер
ПАО «Якутскэнерго»



С. Н. Прокопенко /

2023 года

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор
ООО «Байкалэлектро»



/А.М. Адамцевич /

«10» октября 2023 года

Программа работ
на выполнение геофизических работ по объекту:
«Проектно-изыскательские работы для реконструкции ПС 110 кВ Сулгачи»

Заказчик: ООО «Байкалэлектро»

Исполнитель: ИП Саввин Т.А.

Якутск, 2023 г.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№дож.	Подп.	Дата

Оглавление

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ 3

1. Методика полевых геофизических работ 4

 1.1. Георадиолокация 4

 2.1. Электротомография 5

2. Камеральные работы 7

 2.1. Георадиолокация 7

 2.2. Электротомография 8

3. Список материалов к сдаче-приёмке геофизических работ 9

 (в бумажном и электронном видах) 9

4. Основные нормативные документы 9

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
										27
Изм.	Кор.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Приложение А				

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая программа на выполнение инженерно-геофизических изысканий на объекте: «Проектно-изыскательские работы для реконструкции ПС 110 кВ Сулгачи» составлена в соответствии с техническим заданием, выданным ООО «Байкалэлектро»

Геофизические полевые работы проводятся в соответствии с требованиями действующих нормативных документов СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства» часть VI «Правила производства геофизических исследований.

Целью настоящей работы является получение максимально полной информации о строении и свойствах объекта исследования, выраженной в виде геологических (интерпретационных геофизических) разрезов или схем расположения и глубин залегания объектов.

В ходе исследований, согласно техническому заданию, решаются следующие задачи:

- ознакомление с инженерно-геологической информацией по исследуемому участку работ;
- определение параметров измерений в соответствии с методикой проведения исследований;
- выполнение геофизических измерений на участке работ;
- обработка и интерпретация полученных геофизических данных;
- выделение геоэлектрических аномалий, анализ глубинных георадиолокационных разрезов;
- прослеживание потенциально опасных зон участка ПС 110 кВ Сулгачи.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
										28
Изм.	Кор.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Приложение А				

1. Методика полевых геофизических работ

1.1. Георадиолокация

Геофизические работы планируется проводить георадарами «ОКО-2М» (группа компаний «Логис-геотех», г. Москва). Принцип действия аппаратуры подповерхностного георадиолокационного зондирования (в общепринятой терминологии - георадара) основан на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и приёме сигналов, отражённых от границ раздела слоёв зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства (рис.1). Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакт между сухими и влагонасыщенными грунтами - уровень грунтовых вод, контакты между породами различного литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между мёрзлыми и тальми грунтами, между коренными и осадочными породами и т.д.

Как пример возможности выделения насыщенных влагой интервалов приведём данные по зависимости относительной диэлектрической проницаемости среды от влажности для песков разнотернистых: при влажности 0% диэлектрическая проницаемость песков имеет значение 3,2, при 4 % - 5, при 8 % - 7 и при 16 % - 15. Таким образом, незначительное изменение влажности вызывает достаточно контрастное изменение диэлектрических свойств песков. Аналогичная ситуация наблюдается со всеми тальми рыхлыми породами. Диэлектрическая проницаемость чистой воды – 81, что позволяет уверенно выделять обводнённые интервалы на георадиолокационном разрезе.

Для определения строения и свойств грунтов оснований применяется антенный блок с центральной частотой 250 МГц. Технические характеристики аппаратуры приведены в таблице 1. Георадиолокационные профили должны охватить всю требуемую площадь по равномерно распределенным профилям участка. Допускается корректировка расположения и изменение количества профилей на местности.

Для получения натурных данных используется программа «GeoScan32» (группа компаний «Логис-геотех», Россия). Установка начальных параметров георадарной съемки включает в себя развертку по глубине (t,нс), число точек отсчета по глубине, шаг между трассами зондирования (зависит от количества накоплений сигналов (N) и скорости перемещения георадара).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							4
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата	Приложение А			Лист
									29



Тип	Экранированный
Центральная частота	250 МГц
Глубина зондирования	До 8 м
Разрешающая способность	0,25 м
Габариты	0,74x0,46x0,15 м
Масса	10 кг
Потребляемая мощность	6 Вт

Электротомография - комплекс, включающий в себя как методику полевых наблюдений, так и технологию обработки и интерпретации полевых данных. Ее особенностью является многократное использование в качестве питающих и измерительных одни и те же фиксированные на профиле наблюдений положения электродов. Такой подход позволяет с одной стороны, работать с современной высокопроизводительной аппаратурой, а с другой стороны, применять эффективные алгоритмы моделирования и инверсии. Интерпретацию данных электротомографии проводят в рамках двумерных и трехмерных моделей. Это принципиально расширяет круг решаемых электроразведкой задач, за счет исследования сред, значительно отличающихся от «классических» горизонтально-слоистых.

5

необходимую глубинность для решения практически любых инженерно-геологических задач. Технические характеристики комплекса приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики “Скала” (SibER 48K12)

Общие параметры	
Электроды	2 x 24 + 2 удалённых
Интерфейс	Ethernet, Wi-Fi
Степень защиты	IP67 (транспортировка), IP54 (эксплуатация)
Рабочая температура	-20 + +50 °С
Габариты	464 x 366 x 176 мм
Масса	12 кг
Измеритель	
Каналы	12 + 2 для генератора
Входное сопротивление	10 МОм
Диапазон входного напряжения	±12.5 В
Разрядность АЦП	24 бит
Подавление помех промышленных частот	90 дБ
Защита от перенапряжения	1 кВ
Внутренний генератор	
Мощность максимальная	220 Вт
Ток максимальный	±2 А
Напряжение максимальное	±600 В
Защита от КЗ	есть
Индикатор температуры	есть
Длительность импульсов	80 мс + 8 с
Длительность пауз	20 мс + 8 с
Управление	
Управляющие устройства	ПК, планшетные компьютеры, коммуникаторы
Операционные системы	Microsoft Windows, Android, GNU/Linux
Режимы работы	2D/3D УЭС и УЭС+ВП



Рис.2. Электроразведочный комплекс “Скала” (SibER 48K12)

2.1. Георадиолокация

Методика обработки сигналов в камеральных условиях:

- После обработки и выделения волн-помех радарограммы готовы к интерпретации. Цель интерпретации георадиолокационных данных – получение максимально полной информации о строении и свойствах объекта исследования, выраженная в виде геологических разрезов или схем расположения и глубин залегания объектов. Интерпретация начинается с первичного анализа данных, во время которого идентифицируются полезные и «неполезные» волны. Дальнейшая интерпретация направлена на выделение конкретных объектов или прослеживание границ слоев. На основании всей предварительной информации об объекте определяется состав (сопоставление с данными скважинного бурения) и

электрические свойства слоев. Заключительным этапом интерпретации является построение итоговых схем и разрезов с привязками в пространстве и по глубине.

2.2. Электротомография

Окончательная обработка и интерпретация полевых материалов электроразведочных исследований на камеральном этапе проводятся с целью выполнения поставленных перед геофизическим комплексом задач.

В состав первичных камеральных работ по методу электротомографии входит:

- составление схем расположения пикетов и профилей наблюдения по объектам исследований;
- формирование профилей с учетом рельефа;
- монтаж данных электротомографии, выполненных по схеме продолжающего профиля ("roll along") в приложении Xeris.

Xeris – это программный проект, предоставляющий инструменты для сбора и первичной обработки данных электрической томографии и экспорта в форматы Ertlab, Excel, Prosys II, Res2dInv, Res3dInv и Zondres2D;

- основная обработка подготовленных данных, двумерная инверсия с получением разрезов удельных электрических сопротивлений (или разрезов логарифмов удельных сопротивлений);
- интерпретация данных геофизических изысканий, по результатам которых строятся результирующие геоэлектрические разрезы, содержащие информацию о наличии/отсутствии рекомендованных к изучению характеристик грунтов;
- экспорт полученных разрезов удельных сопротивлений в формат Surfer или AutoCAD.

Далее подготовленные разрезы кажущихся удельных сопротивлений и разрезы атрибутов георадиолокации подвергаются комплексной интерпретации. По результатам комплексной интерпретации строятся результирующие разрезы, содержащие информацию о наличии/отсутствии рекомендованных к изучению характеристик грунтов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	8					
						Приложение А		Лист
								33
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

3. Список материалов к сдаче-приёму геофизических работ (в бумажном и электронном видах)

Все материалы должны быть представлены как в виде бумажных носителей, так и в электронном виде, формат файлов dwg (AutoCad), doc и файлы, сканированные с подписями (в формате pdf). Материалы на бумажном носителе передаются в 2-х экземплярах. Форматы чертежей должны соответствовать требованиям ISO-9001. Электронная копия комплекта документации передается в 1-ом экземпляре. Информация должна быть структурирована согласно «Составу отчета». Файлы должны открываться в режиме просмотра средствами операционной системы Windows.

4. Основные нормативные документы

1. СП 47.13330.2012 (СНиП 11-02-96). Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
2. СП 11-105-97 Часть I Общие правила производства работ.
3. СП 11-105-97 Часть IV Правила производства работ в районах распространения многолетнемёрзлых грунтов.
4. СП 11-105-97 Часть VI Правила производства геофизических исследований.
5. ГОСТ 21-302-96 СПДС Условные графические обозначения по инженерно-геологическим изысканиям.
6. РСН 64-87 Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка.
7. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения и СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.
8. Методические рекомендации по применению георадаров при обследовании дорожных конструкций. М.: Министерство транспорта Российской Федерации, РОСАВТОДОР, 2003. - 37 с.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №						
						Приложение А		Лист
								34
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Приложение Б. Сертификат соответствия “Скала”

ДОБРОВОЛЬНАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ

Система добровольной сертификации в области промышленной и экологической безопасности "Промышленный Эксперт"
Зарегистрирована Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии 11.04.2016 г.,
регистрационный № РОСС RU.31485.04ИДЮ0

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ 04ИДЮ011.RU.C00482

Срок действия с 04.03.2021 по 03.03.2024

№ 1100649

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ: Орган по сертификации электротехнической продукции Автономная Некоммерческая Организация "ЭЛТЕХЦЕНТР". Место нахождения: 105082, Россия, город Москва, улица Большая Почтовая, дом 26 В, строение 1. Место осуществления деятельности: 115093, РОССИЯ, Москва, улица Большая Серпуховская, дом 44, этаж 4, помещение I, комната 20. Телефон: +7 (499) 261-21-61, адрес электронной почты: oselfehzentr@mail.ru. Свидетельство о признании компетентности органа по сертификации № РОСС RU.31485.04ИДЮ0.011 от 08.06.2020 года.

ПРОДУКЦИЯ Аппаратура электроразведочная многоэлектродная "Скала 48"
ТУ 26.51.12-001-60849411-2017

код ОК
034-2014 (КПЕС 2008)
26.51.12.160

Серийный выпуск

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
ТУ 26.51.12-001-60849411-2017

код ТН ВЭД
9015 80 930 0

ИЗГОТОВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью «Конструкторское бюро электрометрии»
Юридический адрес: 630055, город Новосибирск, Молодежи бульвар, дом 36Б, 1 этаж
ИНН: 5408271609

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН Общество с ограниченной ответственностью «Конструкторское бюро электрометрии»
Юридический адрес: 630055, город Новосибирск, Молодежи бульвар, дом 36Б, 1 этаж
Телефон: +79139546475, E-mail: kbe.referent@gmail.com
ИНН: 5408271609

НА ОСНОВАНИИ протокола испытаний № 25-21/03 от 03.03.2021 года, выданного испытательным центром Электротехнических изделий «Строймонтаж» Закрытого акционерного общества Научно-производственный центр «СТРОЙМОНТАЖ».

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Схема сертификации: 3с.

Руководитель органа

Подпись

Эксперт

Подпись

И.А. Панков
инициалы, фамилия

Н.Ф. Аппова
инициалы, фамилия

[illegible]

Приложение В. Сертификат соответствия радиотехнического прибора подповерхностного зондирования ППЗ

ДОБРОВОЛЬНАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОДУКЦИИ	
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ	
№ РОСС RU.АЖ49.Н02410	
Срок действия с 25.04.2022 по 24.04.2025	
№ 0079953	
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ рег.№ RA.RU.11AJK49, Орган по сертификации "Апекс-сертификация" Общества с ограниченной ответственностью "Апекс", 115193, РОССИЯ, город Москва, улица Петра Романова, дом 7, строение 1, комната 8, Тел: 7 (495) 255-40-06, E-mail: info@apex-cert.ru	
ПРОДУКЦИЯ Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования РПЗЗ (георадар) "ОКО-2" Серийный выпуск	КОД ОК Код ОК 034-2014 (КПЕС 2008) 26.51.20.110
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ Технические условия ИУСЕ.464514.003ТУ	
КОД ТН ВЭД 8526100009	
ИЗГОТОВИТЕЛЬ ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ" Место нахождения: 117342, Россия, город Москва, улица Бульварная, дом 17Б, этаж 2, помещение XI, комната 60Е, офис 211 Телефон: 8(495)221-75-58 Адрес электронной почты: logisko@yandex.ru	
СЕРТИФИКАТ ВЫДАН ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ" Место нахождения: 117342, Россия, город Москва, улица Бульварная, дом 17Б, этаж 2, помещение XI, комната 60Е, офис 211, ОГРН 1057749020350 Телефон: 8(495)221-75-58 Адрес электронной почты: logisko@yandex.ru	
НА ОСНОВАНИИ Протокола испытаний № MS-ИЛ-008-0839 от 25.04.2022 года, выданного ИЛ ООО «МОСТЕХНОРУС» (регистрационный номер аттестата аккредитации РОСС RU.32396.04НПЦ0.ИЛ01)	
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Схема сертификации: №3.	
	Руководитель органа Эксперт Колосов Роман Борисович Николаев Александр Степанович
Сертификат не применяется при обязательной сертификации	

Согласовано					
Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					

Приложение В

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Сертификат соответствия радиотехнического прибора подповерхностного зондирования ППЗ	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Саввин			10.23		П	1	1
Проверил		Прудеский			10.23				
Н. контр.		Боронов			10.23		ООО «БАЙКАЛЭЛЕКТРО»		