

Исполнитель
Индивидуальный предприниматель
Горкин Дмитрий Сергеевич



Заказчик –**Индивидуальный предприниматель Иванов Олег Николаевич.**

Договор № 08.10.2023 от 08 октября 2023г на выполнение работ и услуг г. Москва.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

по результатам георадарной съемки

о. Мадагаскар р. Тахеза

Горкин Д.С.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Горкин Д.С." (Gorkin D.S.).



Москва, январь 2024

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

СПИСОК ИСПЛНИТЕЛЕЙ

Подпись

Горкин Д.С.
Геофизик

Аналитика и обработка
геофизических данных

Алехин Е.Н.

Выполнение полевых работ

Инв. № подп.	Подпись и дата		Взам. инв. №		Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ	2
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТА РАБОТ	5
2. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ георадиолокации.....	6
2.1. Методика выполнения работ.....	8
2.2. Методика измерения скорости в грунте.....	9
2.3. Методика обработки и интерпретации данных.....	13
2.4. Элементы теории распространения радиоволн в поглощающих средах	14
2.5. Контроль качества и приемки работ.....	19
3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЕВЫХ И КАМЕРАЛЬНЫХ РАБОТ	21
3.1. Объемы полевых работ	21
4. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДАРОГРАММ	22
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	34

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

ВВЕДЕНИЕ

Геофизические работы методом георадиолокационного профилирования (зондирования) выполнены в период 19-30 октября 2023 г. на основании договора № 08.10.2023 от 08 октября 2023г на выполнение работ и услуг г. Москва.

Договор составлен между *Индивидуальный предприниматель Иванов Олег Николаевич* с одной стороны действующий на основании свидетельства **ОГРНИП 30477000134842** далее «Заказчик», и *Индивидуальный предприниматель Горкин Дмитрий Сергеевич*, именуемый в дальнейшем «Подрядчик», действующий на основании Свидетельства **ОГРНИП 314774614900623**.

Цель работ:

Опытно методические работы (OMP) 1 этап:

Выявление и локализация геофизических неоднородностей связанных со скоплением слоя валунов и галечника во вмещающей среде песчаника. Которые связаны с нахождением искомого материала.

Инв.№ подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТА РАБОТ

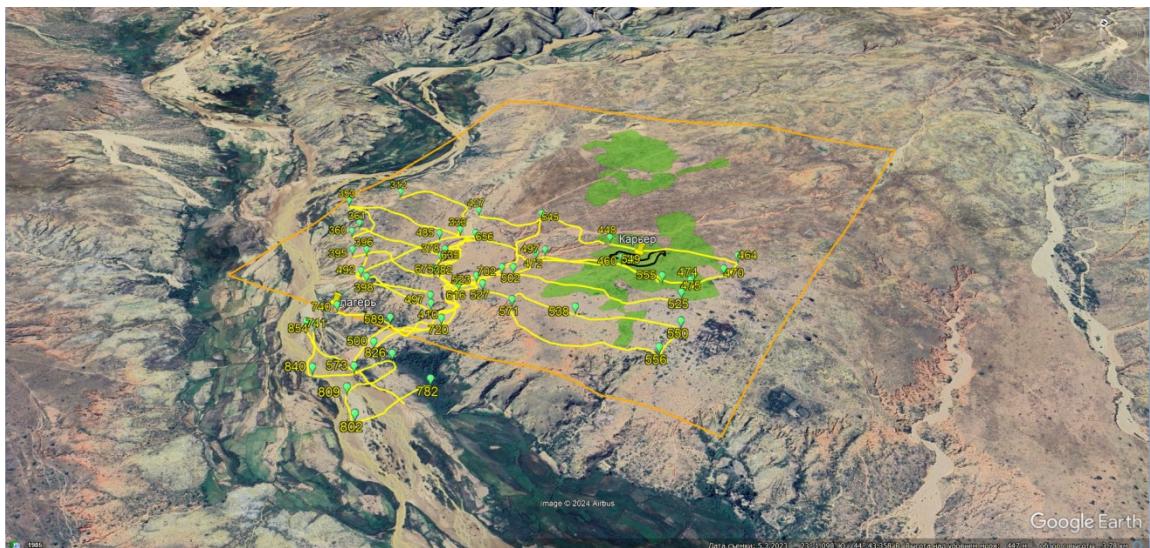


Рисунок 1 – Объект исследований: Участок расположен в долине реки.

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.		№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Лист

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

2. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ

Принцип действия аппаратуры подповерхностного георадиолокационного зондирования основан на излучении сверхширокополосных (наносекундных) импульсов метрового и дециметрового диапазона электромагнитных волн и приеме сигналов, отраженных от границ раздела слоев зондируемой среды, имеющих различные электрофизические свойства. Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, контакт между сухими и влаго насыщенными грунтами (уровень грунтовых вод), контакты между породами различного литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между мерзлыми и талыми грунтами, между коренными и осадочными породами, границы карстовых полостей и т.д.[0].

Достижение значительных глубин зондирования возможно посредством понижения частоты зондирующего сигнала. Затухание, которое претерпевает зондирующий сигнал, частотно зависимо: чем ниже частота, тем меньше затухание. Зондирующий сигнал на частотах 15-25 МГц с потенциалом 120 дБ, может обеспечить достаточную для регистрации амплитуду отражения с глубин 80–100 м (в зависимости от свойств грунтов). Для эффективного излучения зондирующего сигнала такой частоты необходимы очень большие антенны длиной 6, 10 и 15 метров. Неудобство, связанное с большими размерами и весом антенн, целиком перекрывается новыми возможностями и качеством получаемой информации. Георадар с такими антеннами передвигаясь по поверхности земли со скоростью прогулочного шага, позволяет получать прямо на экране радарограмму, представляющую собой геологический разрез до глубины 100 м и более.

Георадары серии ГРОТ 12 (Рисунок 2) – это промышленные радиолокаторы, предназначенные для неразрушающего исследования структуры материальных сред, в том числе подповерхностной структуры грунтов, с помощью сверхширокополосных электромагнитных импульсов, на глубинах от метров до сотен.

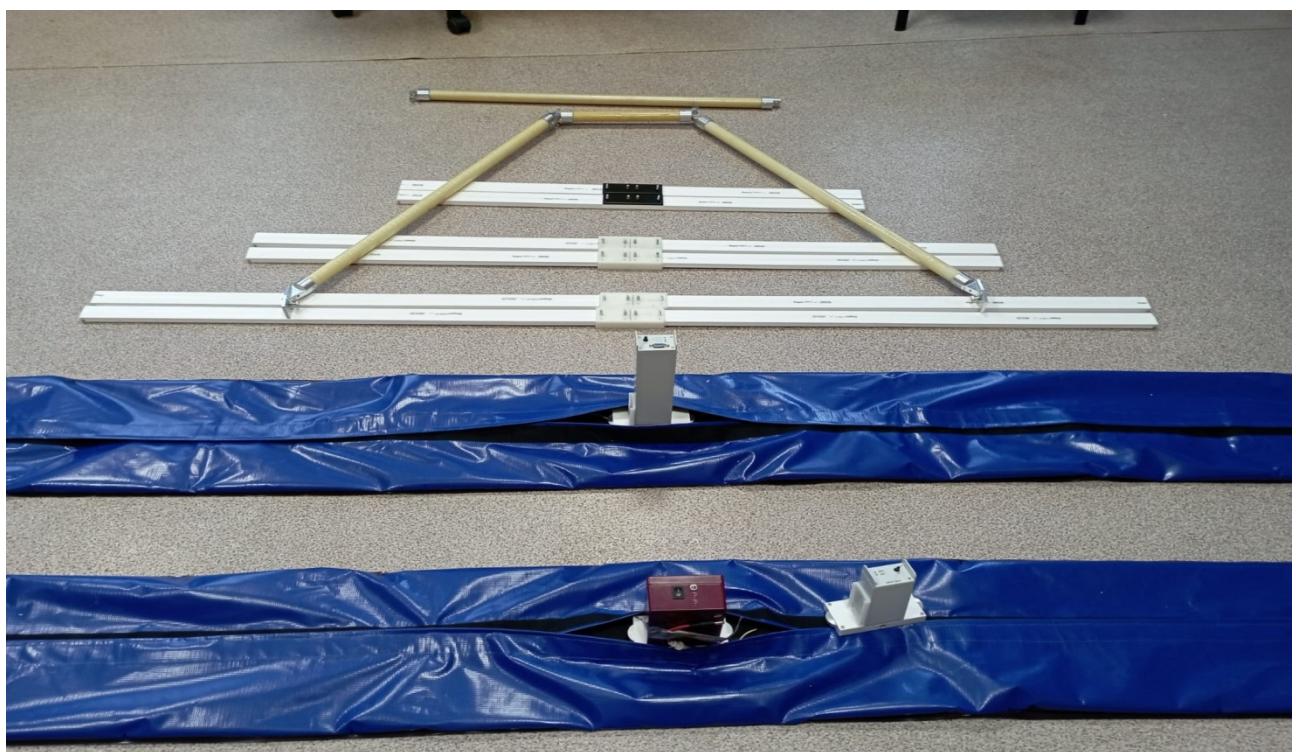


Рисунок 2 – Георадар ГРОТ 12

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Лист

Принцип действия радаров основан на излучении сверхширокополосных электромагнитных импульсов без несущей в подстилающую среду и регистрации их отражений от границ раздела слоев или объектов.

Георадары серии ГРОТ 12 производятся компанией ООО «Таймер», г. Москва, РФ.

Сверхмощные георадары серии ГРОТ 12 обладают большим реальным динамическим диапазоном и возможностью регулирования мощности при регистрации.

Отличительной особенностью георадаров серии ГРОТ 12 являются результаты сканирования сред с высокой проводимостью, например, влажных глинистых грунтов.

В зависимости от задачи в ГРОТ 12 могут использоваться различные конструкции передатчиков и съемных антенн. В качестве антенн используются резистивно-нагруженные диполи, которые позволяют добиться апериодической формы зондирующего импульса и избавится от «звона», характерного для широко распространенных в мире антенн типа «бабочка».

В комплекте с ГРОТ 12 используются антенны различных диапазонов с центральной частотой от 750 до 15 МГц и размерами в разложенном виде 0,2–10 м и более (Таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Список оборудования

№ п.п.	Наименование	Кол-во, шт.
1	Приемник ГРОТ 12	комплект
2	Передатчик ГРОТ 12 тип 5,16 кВ	комплект
3	Wi-Fi модули	комплект
4	Резистивно нагруженные СШП антенны 1м	комплект
5	Аккумуляторы	комплект
6	Ноутбук и андроид для управления	комплект
7	Зарядное устройство для аккумуляторов	комплект
8	Рама приемо-передающей системы	комплект

Таблица 2 – Основные технические характеристики ГРОТ 12

Наименование параметра	Значение
Динамический диапазон	130 дБ
Диапазон частот	15–1000 МГц
Частота дискретизации	200 МГц
Длительность регистрируемых реализаций	10000 нс
Входное сопротивление	100 Ом
Чувствительность	≥ 100 мкВ
Максимальный входной сигнал	≤ 10 В
Напряжение источника питания	10-15 В
Диапазон температур	-40...+50°C
Вес георадара с аккумулятором без антенн	≤ 1,04 кг

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

2.1. Методика выполнения работ

Электромагнитное зондирование

Метод зондирования позволяет определить с помощью георадара скорость распространения электромагнитной волны в среде и соответственно глубину залегания отражающей поверхности или объекта. Скорость распространения электромагнитной волны в среде с постоянной диэлектрической проницаемостью можно определить из формулы:

$$T = \frac{(S^2 + 4d^2)^{1/2}}{v_\sigma}, \text{ нс,} \quad (1)$$

где S – расстояние между антеннами, см;

d – глубина залегания отражающего слоя, см;

v_σ – скорость распространения электромагнитной волны в грунте, см/нс.

Для проведения зондирования в передающую и приемную части георадара размещают на расстоянии 100 см друг от друга. В процессе зондирования антенны разносят с шагом 5-10 см на расстояние 5-10 м.

На основании полученных данных можно составить систему уравнений и определить скорость распространения волны и глубину каждого слоя, у которого зафиксировано отражение от нижней границы. Программное обеспечение автоматизирует этот процесс.

Электромагнитное профилирование

Для изучения геологической структуры требуемого разреза по вертикали, георадар с приемо-передающими антennами перемещается вдоль профиля [5]. Пространственный шаг измерений по профилю выбирается в зависимости от необходимой подробности исследования объекта. При поиске мелких объектов (трубы, кабели и т.п.) шаг составляет 5-10 см, а при обследовании геологических объектов (например, песчаных карьеров): 50-100 см. В процессе измерения антенны георадара передвигаются по поверхности земли (воды) с фиксацией в каждой точке съемки – это обеспечивает высокое качество профилирования.

Возможен и другой способ профилирования, подходящий для предварительного обследования больших районов. В этом случае антенны передвигаются равномерно без остановки по поверхности земли (воды) со скоростью 3-4 км в час (скорость пешехода). Радар переводится в автоматический режим регистрации (одно измерение в секунду, например). Операторам необходимо поддерживать постоянное расстояние между антennами (для антenn 50 МГц – 3 м).

Результаты измерений выводятся на экран прибора в виде радарограммы, фиксирующей время прихода сигнала, отражающегося от границ раздела сред, для каждой точки измерения. Время прихода отраженного сигнала зависит от глубины залегания отражающей поверхности и скорости распространения волны в грунте.

При проведении измерений над протяженными объектами, например, над водопроводными трубами, следует иметь в виду, что уровень отраженного сигнала зависит от поляризации волны. Он максимален при совпадении направления антенных диполей и направления протяженного объекта.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

Методика площадной съемки

На Рисунке 3 показан пример самого простого расположения георадарных профилей на местности. Точка начала координат (Точка 0) в левом нижнем углу схемы. Все профили должны начинаться от одной линии (координата X). Направление профилей по координате Y, строго перпендикулярно линии начала профилей. Первый профиль начинается от Точки 0. Второй и последующие профили выполняются справа от первого профиля через одно и то же строго определенное расстояние. Обычно расстояние между профилями равно длине антенны [5]. Например, если длина вашей антенны 100 см, то и расстояние между профилями около 100 см. Но надо понимать, что расстояние между профилями, как и шаг по профилю должен определяться задачей исследований или размерами объекта поиска. Чем меньше объект, тем меньше шаг по профилю и расстояние между профилями. Главное, эти параметры должны быть одинаковы для всех профилей.

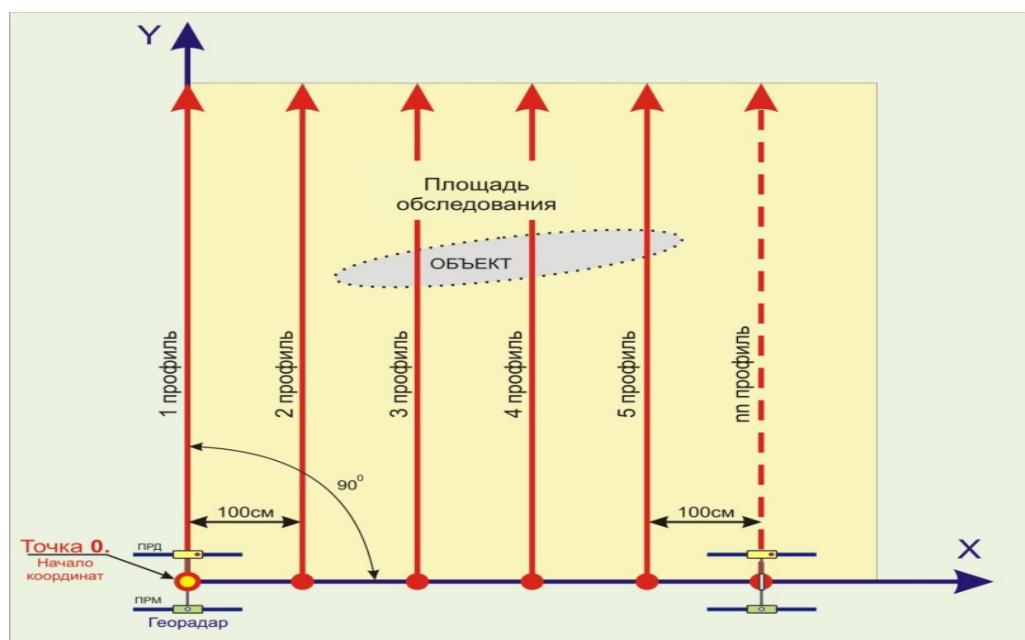


Рисунок 3 – Пример расположения георадарных профилей:

ПРД – передатчик; ПРМ – приемник

2.2. Методика измерения скорости в грунте

Годограф. Метод общей точки

Для получения наиболее точных скоростей в слоях грунта необходимо, строить годограф на открытой местности, удаленной от возможных источников «воздушных» помех [5, 6]. Грунт в зоне построения годографа должен обладать структурой с горизонтальными параллельными слоями. Построение годографа в местах с выраженной наклонной структурой, результаты оценки скорости, глубины, диэлектрической проницаемости и проводимости будут связаны с большой погрешностью.

Перед построением годографа, необходимо выбрать точку построения годографа по уже выполненным профилям, удовлетворяющим вышеизложенным требованиям:

- максимальное удаление от источников воздушных отражений(на расстояние, равное трем глубинам исследования годографа);

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.			

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

- необходимо максимально отстроится от воздушных отражений с помощью изменения ориентации антенн (например, строить годограф параллельно линии ЛЭП);
- выполнять годограф в точке и в направлении (выбранных заранее по георадарному профилю) наиболее горизонтальных слоев грунта;
- использовать неметаллическую рулетку.

Схема проведения съемки методом годографа приведена на Рисунке 4.

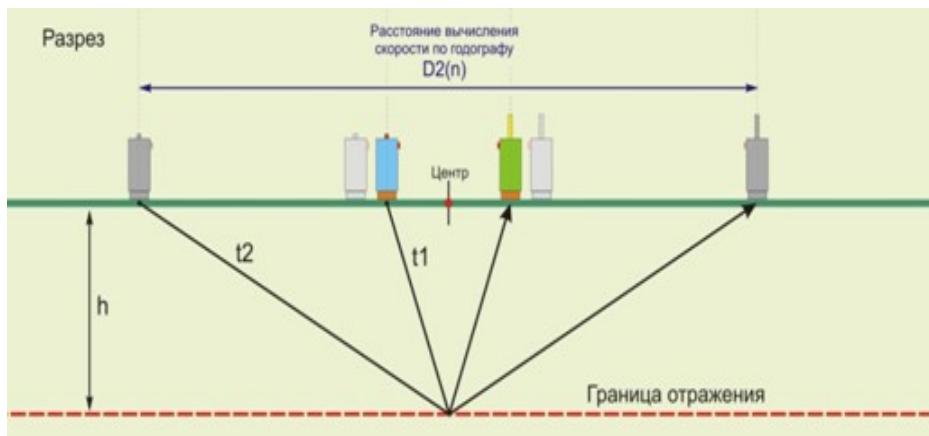


Рисунок4–Схема съемки методом годографа

При наличии помех необходимо поменять ориентацию антенн и увеличить уровень синхронизации. Начальный шаг годографа(разнос между приемной и передающей антенной) устанавливается исходя из выполненной предварительно ОМР для используемой модификации передатчика(мощность) и антенн(длина), и выбранной синхронизации для устойчивой работы приемника в данном месте проведения годографа:

- не передвигая антенны, выполняется несколько контрольных измерений, (в качестве примера рассмотрена глубина до 30 м; выбирается исходя из предварительной ОМР для фиксации границ на радарограмме);
- разнести передатчик (ПРД) и приемник (ПРМ) с антennами на 5 см (шаг по профилю) каждый в разные стороны, то есть суммарно разнос должен равняться 10 см;
- повторить измерения при увеличении разносов ПРД и ПРМ с антennами по 5 см в разные стороны до тех пор, пока не пропадет сигнал передатчика;
- далее при обработке в программе необходимо установить шаг профиля:
 - 10 см при разносе антenn влево и вправо по 10 см;
 - 5 см, если приемник остается на месте, а передатчик относительно приемника перемещается с шагом 10м(имитация разноса антenn в обе стороны по 5 см).

Вычисление общей скорости в грунте до измеряемого слоя (скорости годографа) обычно осуществляется в программе автоматически по формуле.

$$V = \frac{c}{2} \sqrt{\frac{d_1^2 - d_2^2}{(ct_1 + d_1)^2 - (ct_2 + d_2)^2}}, \text{ см/нс}, \quad (2)$$

где $c = 30 \text{ см/нс}$ – скорость электромагнитной волны в вакууме;

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

t^a – абсолютное время прохождения сигналом всей трассы;

t – время, нс;

d – расстояния между приемной и передающей антеннами, см.

Скорость по годографу – это скорость от поверхности земли до измеряемой границы (например, граница подошвы третьего слоя), поэтому Скорость внутри (третьего) слоя может существенно отличаться от скорости годографа.

Выбор модификации георадара

Профилирование выполняются отдельными профилями по обследуемой трассе. Георадар с приемо-передающими антennами перемещается вдоль профиля. Размер и тип антennы выбирается в зависимости от задачи. Длина антennы определяет центральную частоту спектра широкополосного зондирующего сигнала. Центральная частота сигнала связана с двумя основными параметрами зондирования: глубиной и разрешением. Чем ниже частота, тем больше глубина зондирования и хуже разрешение. Чем выше частота, тем меньше глубина, но лучше разрешение. Выбор антennы – это компромисс между максимальной глубиной зондирования и разрешающей способностью. При выборе длины антennы можно руководствоваться следующим полуэмпирическим правилом – во сколько раз мы увеличиваем длину антennы (длину волны), примерно, во столько же раз увеличится максимальная глубина зондирования и ухудшится разрешающая способность.

Антennы георадара длиной 3 м и более удобно располагать параллельно оси трассы на расстоянии порядка длины антennы. Ось трассы проходит посередине между антennами. Пространственный шаг измерений по профилю выбирается в зависимости от масштабов исследуемого объекта или от необходимой подробности исследования геологического разреза. При обследовании геологической структуры грунта на больших профилях обычно выбирается шаг передвижения по профилю 20-100 см. В процессе измерения антennы георадара передвигаются по поверхности земли с фиксацией в каждой точке съемки – это обеспечивает высокое качество профилирования.

Результаты измерений

Результаты измерений выводятся на экран прибора в виде радарограммы, фиксирующей время прихода сигнала, отражающегося от границ раздела сред, для каждой точки измерения[5]. Результаты измерения на экране георадара во время измерений выводятся в бинарном представлении. Бинарное представление является результатом процесса пороговой обработки волновой формы отраженного сигнала. Принимаемый сигнал проходит через специальное устройство – «компаратор», которое определят в каждый дискрет времени (1 наносекунда) фазу сигнала «+» или «-» относительно установленного уровня порога. Наиболее чувствительным, в большинстве случаев, является нулевой порог, так как все отраженные сигналы, как мощные от поверхностных слоев, так и ослабленные, отраженные от глубинных слоев, повторяют форму зондирующего сигнала и имеют положительную и отрицательную части.

Нулевой порог разделяет волновую форму на правую «+» (условно, черную) и левую «-» (условно, белую) части. При прохождении такой волновой формы через компаратор георадара на выходе (на экране прибора) мы получаем колонку черных и белых пикселей, представляющих сечение волновой формы по нулевой линии. При каждом новом измерении

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

на экран выводится вертикальная колонка черных и белых пикселей, соответствующая измеренной волновой форме. Каждое новое измерение выводится в крайнее левое положение экрана, а предыдущие измерения сдвигаются вправо по экрану. По мере прохождения профиля, на экране формируется картинка, на которой черные и белые сечения единичных измерений выстраиваются в структуры, отражающие геологические границы в грунте. Бинарный режим отражения результатов измерений является только просмотровой формой в процессе измерений. Бинарное представление не сохраняется в основной памяти прибора и при выключении георадара стирается. Результаты зондирования сохраняются в памяти прибора в виде волновых форм каждого измерения.

Фиксация расстояния при выполнении георадарного профиля может осуществляться несколькими способами:

- движение по профилю выполняется с фиксацией шага по мерной ленте (рулетке) длиной 50 или 100 м. Мерная лента должна быть неметаллической. Такой способ обычно применяется при работе с антеннами 100, 150 см и шагом измерения 5-20 см.
- в конструкции георадара предусмотрена возможность фиксации расстояния автоматически с помощью мерного колеса (одометра). Такой способ не применим на пересеченной местности, и используется редко.
- при работе с длинными антennами 3, 6 и 10 метров, выдерживать шаг передвижения по рулетке очень сложно. В таких случаях практикуется следующий метод фиксации расстояния. Антенны передвигаются по профилю с равномерным произвольным шагом, через каждые 20, 50 или 100 м (по рулетке), ставится метка и в последующем, в программе обработки выполняется коррекция шкалы расстояния. Такой способ фиксации расстояния удобно реализовать, заменив рулетку на GNSS. С помощью GNSS можно фиксировать координаты особых точек профиля.

Георадарные данные, полученные при прохождении профиля, представляют собой временной разрез структуры грунта.

Камеральные работы

Обработка геофизических материалов делится на две стадии:

- качественная – непосредственно в поле;
- количественная – камеральный период.

Качественная обработка полевых материалов будет проводиться с целью предварительной оценки качества полученных полевых материалов, а также, для ориентировочной привязки геологических, геотектонических и инженерно-геологических параметров с геофизическими параметрами.

Обработка полученных материалов геофизических данных в камеральный период подразделяется на 3 этапа:

1. Определение диэлектрической проницаемости верхней части разреза;
2. Дополнительный анализ разреза на выявление зон разуплотнения грунта (повышенной трещиноватости) и зон водонасыщенности;
3. Интерпретация полученных разрезов.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

2.3. Методика обработки и интерпретации данных

Результаты георадарной съемки перекачиваются из памяти прибора на персональный компьютер. Основной упор в обработке результатов зондирования в георадарах переносится в область выделения слоев и границ слоев и приведение радарограммы к истинному масштабу глубин с учетом скорости сигнала в каждом из геологических слоев.

Принципы обработки георадиолокационных данных

Обработка георадиолокационных данных состоит, прежде всего, в выделении полезного сигнала (осей синфазностей полезных волн) на фоне помех и шума [0, 7, 8, 9]. А затем уже полезные волны, их оси синфазности, амплитуды, частотный состав, общий вид записи и т.д. используются для получения параметров среды. Для выделения полезных сигналов используют отличие их характеристик от соответствующих характеристик шума и волн-помех. Опираясь на эти отличия, с помощью разнообразных приемов преобразования сигналов, волны-помехи стараются ослабить, удалить с записи или хотя бы опознать их на записи и не принимать за полезные волны.

Этапы обработки состоят из следующих процедур:

1. Ввод данных;
2. Анализ спектров прямой волны, отражений в области гипербол и шума (частей записи на больших временах). Анализ спектральных характеристик шумов (Ш) и полезного сигнала (С);
3. Удаление аппаратурного звона (опционально);
4. Автоматическая или ручная регулировка усиления различными специальными функциями;
5. Полосовая фильтрация. Построение косинусного полосового фильтра с полосой пропускания, заданной граничными частотами для каждой из антенн. Применение построенного фильтра;
6. Частотная фильтрация;
7. Регулировка амплитуд;
8. Введение статических поправок на основании данных о рельефе профиля и задержке сигнала при записи;
9. Интерполяция записей вдоль профиля;
10. Скоростной анализ выделенных гиперболических осей синфазности;
11. Преобразование временной оси в ось глубин на основании определений средней скорости распространения волн в разрезе;
12. Преобразование Гильберта (огибающая функции);
13. Преобразование Фурье. БПФ фильтр;
14. Вейвлет анализ;
15. Взаимная пространственная корреляция соседних значений (усреднение);
16. Объединение областей с похожими скоростными и фазовыми характеристиками;
17. Повышение разрешающей способности сигнала (деконволюция);
18. Предсказывающая деконволюция с низкочастотным сглаживанием;
19. Выделение местоположения и глубины аномальных параметров среды;
20. Вывод результата обработки в цифровом виде и на печать.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

2.4. Элементы теории распространения радиоволн в поглощающих средах

Глубина проникновения электромагнитных волн определяется главным образом электрическим сопротивлением грунта и центральной частотой спектра зондирующего импульса. Диэлектрическая проницаемость грунта влияет на скорость распространения и длину электромагнитных волн в среде. Для определения истинной глубины залегания границ раздела сред и объектов необходимо знать скорость распространения волны в соответствующей среде [10, 11].

Электромагнитные волны отражаются от границ сред, имеющих разные скорости распространения волн и, соответственно, разные диэлектрические проницаемости. Коэффициент отражения можно оценить по формуле[0]:

$$\Gamma = \frac{\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}}{\sqrt{\varepsilon_1} + \sqrt{\varepsilon_2}}, \quad (3)$$

где ε_1 – диэлектрическая проницаемость первого слоя;

ε_2 – диэлектрическая проницаемость второго слоя.

Влажность и содержание минеральных солей ухудшают условия распространения электромагнитных волн и снижают максимальную глубину зондирования (Таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – Электрические характеристики почв и пород на частоте 100 МГц

Среда	Диэлектрическая проницаемость, ε	Затухание Γ , дБ/м	Скорость лок. V , см/нсек
Воздух	1	0	15
Пресная вода	81	0,18	1,6
Морская вода	81	330	0,7
Песчаная почва сухая	2,6	0,14	9,5
Песчаная почва влажная	25	2,3	3
Суглинок сухой	2,5	0,11	9,5
Суглинок влажный	19	7,9	3,5
Глинистая почва сухая	2,4	0,28	9,5
Глинистая почва влажная	15	20	3,7
Базальт влажный	8	5,6	5,5
Гранит	7	0,62	5,5
Глинистый сланец влажный	7	45	4,1
Песчаник влажный	6	24	5,5
Известняк влажный	8	14	5,5
Железо	1	$1,7 \times 10^7$	—

Таблица 4 – Максимальная глубина зондирования в некоторых грунтах с помощью георадара на центральной частоте 100 МГц

Среда	Диэлектрическая проницаемость, ε	Глубина зондирования, м	Разрешение по глубине, м
Сухой песок	2,6	42	0,1
Влажный песок	25	25	0,03
Глина сухая	2,4	13	0,1
Глина влажная	15	3	0,07

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Исходя из энергетического потенциала георадара (не менее 120 дБ) и данных о затухании электромагнитного сигнала в разных средах при использовании антенн с центральной частотой 100 МГц (Таблица3), можно оценить возможную глубину зондирования (Таблица4). Например, погонное затухание сигнала во влагонасыщенной глине – 20 дБ/м. Максимальная глубина зондирования составит $120 \text{ дБ} / 20 \text{ дБ/м} / 2 = 3 \text{ м}$. Это означает, что во влагонасыщенной глине следует ожидать получение значимого отраженного сигнала от подземных объектов и геологических границ до глубины не более 3 м, учитывая двойной путь прохождения локационного сигнала.

Уменьшение центральной частоты приемно-передающих антенн приводит к увеличению глубины зондирования, но к уменьшению разрешения по глубине. Если уменьшить частоту в два раза, то в среде, для которой проводимость не имеет частотной зависимости, глубина зондирования увеличится в два раза, во столько же раз уменьшится разрешение.

Определение диэлектрической проницаемости и глубины слоя

Метод зондирования общей средней точкой (ОСТ) заключается в получении радарограммы при симметричном разносе приемной и передающей антенны георадара относительно измеряемой точки на поверхности земли. Геометрия прохождения сигнала показана Рисунке 5.

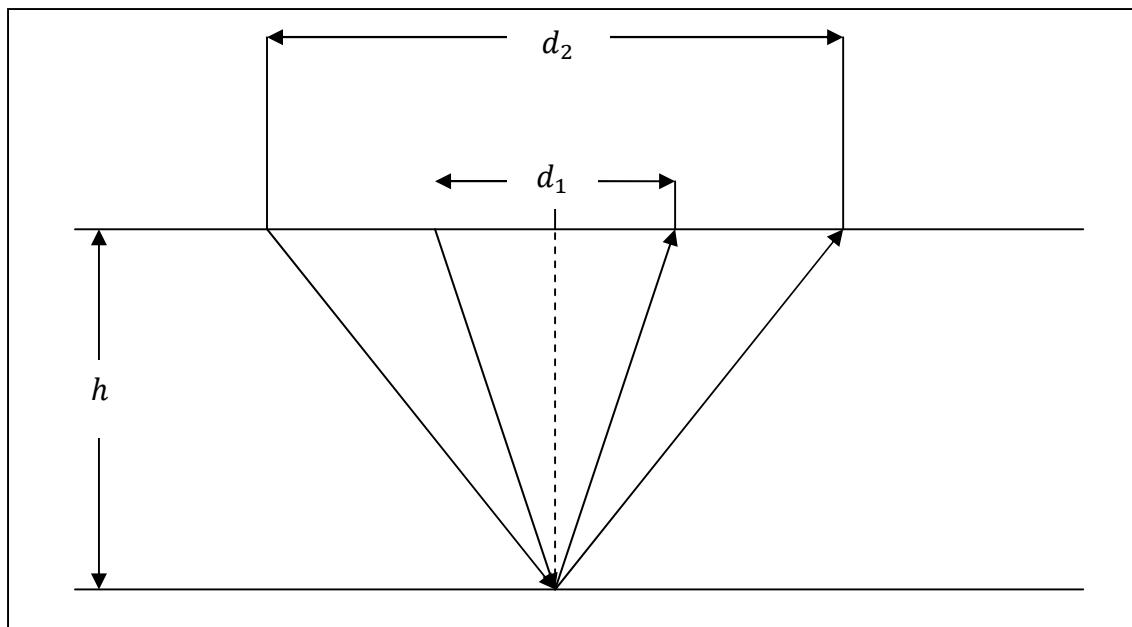


Рисунок 5 – Распространение сигнала в среде:
 h – глубина (мощность) слоя; d_i – расстояние между приемной и передающей антеннами

Здесь и далее введены следующие обозначения:

t^a – абсолютное время прохождения сигналом всей трассы, нс;

t – время, нс;

V^a – скорость электромагнитной волны в среде, см/нс;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

$V = \frac{V^a}{2}$ радиолокационная скорость электромагнитной волны в среде (меняется от 1,6 см/нс в воде до 15 см/нс в воздухе), см/нс;

$c = 30 \text{ см}/\text{нс}$ – скорость электромагнитной волны (света) в вакууме;

ϵ – диэлектрическая проницаемость;

$n = \sqrt{\epsilon}$ – показатель преломления;

h – глубина (мощность) слоя, см;

d – расстояние между приемной и передающей антеннами, см.

Из-за конструктивных особенностей георадара начало регистрации отстает на время прохождения радиоволновой расстояния между антеннами [12]:

$$t = t^a - \frac{d}{c}, \text{ нс} \quad (4)$$

Годограф – это зависимость времени задержки отражения от расстояния между антеннами. В нашем случае годограф описывается формулой:

$$t = \frac{1}{V} \sqrt{h^2 + \frac{d^2}{4}} - \frac{d}{c}, \text{ нс} \quad (5)$$

Глубина слоя определяется из теоремы Пифагора

$$h = \sqrt{\left(\frac{V^a t^a}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}, \text{ см} \quad (6)$$

Двух измерений достаточно, чтобы по двум уравнениям найти глубину h и скорость V :

$$h = \sqrt{\left[V\left(t_1 + \frac{d_1}{c}\right)\right]^2 - \left(\frac{d_1}{2}\right)^2} = \sqrt{\left[V\left(t_2 + \frac{d_2}{c}\right)\right]^2 - \left(\frac{d_2}{2}\right)^2}, \text{ см} \quad (7)$$

Отсюда легко находится глубина h и скорость V :

$$h = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{d_2^2(ct_1+d_1)^2 - d_1^2(ct_2+d_2)^2}{(ct_2+d_2)^2 - (ct_1+d_1)^2}}, \text{ см} \quad (8)$$

$$V = \frac{c}{2} \sqrt{\frac{d_1^2 - d_2^2}{(ct_1+d_1)^2 - (ct_2+d_2)^2}}, \text{ см}/\text{нс} \quad (9)$$

Диэлектрическая проницаемость ϵ и радиолокационная скорость V связаны соотношением:

$$\epsilon = \sqrt{\frac{c}{2V}} \quad (10)$$

Определение проводимости среды.

Для простоты будем считать, что в диапазоне углов прихода волны для двух последовательных измерений общая диаграмма направленности, передающей и приемной антенн, а также индикаторика рассеяния для этих углов, изменяются мало. В этом случае амплитуда принимаемого сигнала будет пропорциональна [12]:

$$A \sim \exp(-pl) \quad (11)$$

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Здесь коэффициент затухания p определяется формулой (12):

$$p = \frac{\mu_0 \sigma c}{2\sqrt{\epsilon}} \quad (12)$$

Расстояние, прошедшее волной, определяется выражением (13):

$$l = 2 \sqrt{h^2 + \frac{d^2}{4}} \quad (13)$$

Из двух последовательных измерений амплитуды A_1 и A_2 можно вычислить проводимость слоя σ :

$$\sigma = \frac{2 \ln(A_1/A_2)\sqrt{\epsilon}}{\mu_0 c(l_2 - l_1)} \quad (14)$$

Длительность зондирующего импульса и проводимость среды

Волновое уравнение для электрической компоненты \vec{E} электромагнитной волны в среде, характеризуемой диэлектрической проницаемостью ϵ и проводимостью σ , записывается [33, 33]:

$$\nabla^2 \vec{E} - \frac{\epsilon}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} - \mu_0 \sigma \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = 0 \quad (14)$$

Здесь $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ — скорость электромагнитной волны в вакууме.

В уравнении (14) существуют две производные по времени: $\partial^2 E / \partial t^2$ и $\partial E / \partial t$. Вторая производная $\partial^2 E / \partial t^2$ описывает радиоволну, которая определяется токами смещения и токами поляризации в среде. Эти токи не вызывают ее затухания, а токи поляризации определяют скорость волны в среде:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}, \text{ см/нс} \quad (15)$$

В зависимости от длительности импульса (его частотного диапазона) и проводимости среды член уравнения (14) с первой производной $\partial E / \partial t$, который связан с токами проводимости, определяет затухание и форму импульса. Обычно рассматривают две области решений волнового уравнения (14): высокочастотную и низкочастотную. Граница между ними определяется равенством членов с первой и второй производной по времени в волновом уравнении.

В высокочастотном приближении, в котором преобладают токи смещения и поляризации, влияние проводимости сводится только к уменьшению амплитуды сигнала, при этом форма импульса не меняется.

В низкочастотном приближении, кроме процесса диссипации (уменьшения энергии сигнала), возникает низкочастотный след сигнала («хвост», «тянучка»).

Граница между «высокочастотным» и «низкочастотным» поведением отраженных сигналов зависит от длительности импульса и проводимости среды, и меняется в зависимости от этих двух параметров.

Например, при одной и той же проводимости увеличение длительности зондирующего импульса (увеличение длины антенны) может привести к возникновению низкочастотного следа, которого не было ранее. Иногда, наоборот, на радарограмме, при

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

использовании одной и той же антенны, в некоторых местах он возникает. Это значит, что в данном месте существует повышенная проводимость почвы. Уменьшение длительности импульса (использование более короткой антенны в это место) может привести к исчезновению «хвоста».

Рассмотрим асимптотику низкочастотного волнового следа (низкочастотного «хвоста») для уравнения (14). Для этого отбросим вторую производную по времени и рассмотрим одномерный случай [13, 14]:

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} - \mu_0 \sigma \frac{\partial E}{\partial t} = 0 \quad (16)$$

Это уравнение диффузии, решением которого, в частности, является функция:

$$E \sim \exp\left[-(x - \frac{1}{\mu_0 \sigma} t)\right] \quad (17)$$

Функция (17) описывает процесс, похожий на распространение тепловой волны. Ее скорость равна:

$$V = \frac{1}{\mu_0 \sigma}, \text{ см/нс} \quad (18)$$

Механизм возникновения отраженных импульсов и механизм возникновения «хвостов» совершенно различен. Если отраженные импульсы возникают только на границе раздела сред, то сопровождающие их «хвосты» возникают в слоях с проводимостью, по которым проходит этот импульс. Чем длиннее путь импульса в среде, тем больше уровень «хвоста». При том же самом расстоянии величина волнового следа увеличивается с увеличением проводимости.

Асимптотика «хвоста» описывается экспоненциальной функцией:

$$E \sim \exp(-\alpha t) \quad (19)$$

Коэффициент α зависит от проводимости и длины пути в слое.

Зависимость волнового следа от времени (19) позволяет обрабатывать низкочастотные данные (Рисунок 6). Любое отклонение волнового следа от экспоненциального означает, что на него наложился другой импульс, возможно, со своим следом.

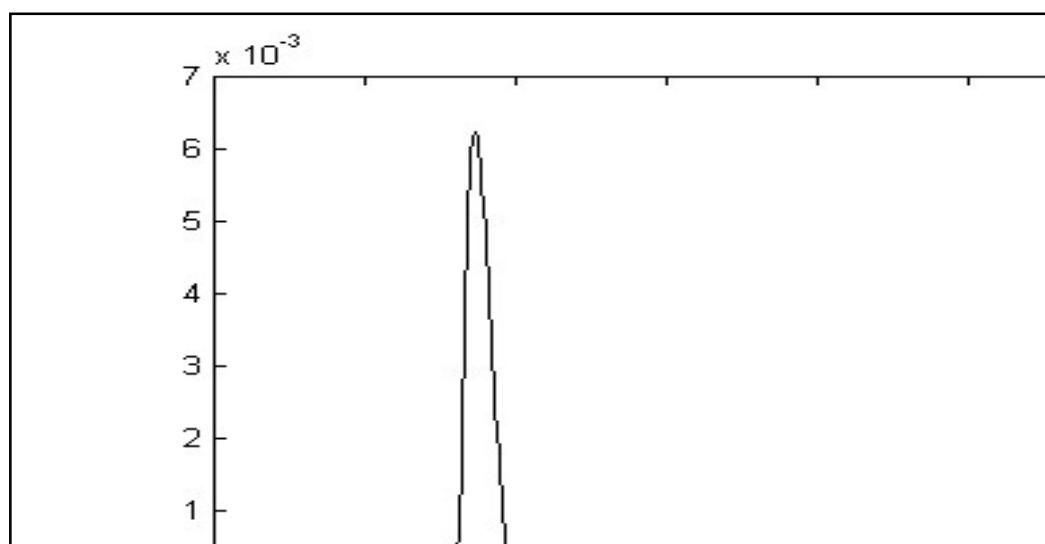


Рисунок 6 – Форма импульса на глубине 1 м в среде без поглощения

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.		

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

2.5. Контроль качества и приемки работ

Инженерные изыскания на всех этапах сопровождаются контролем качества для обеспечения высокого качества инженерных изысканий и их продукции (технической документации).

Эти работы начинаются с составления программы работ, оценки технической оснащенности исполнителя и его готовности к выполнению работ, включая постоянный (сплошной и операционный) контроль качества полевых, лабораторных и камеральных исследований и заканчиваются приемкой отчетной документации.

В процессе производства работ осуществляется операционный контроль, включающий проверку:

- Соблюдения технологической дисциплины, в т.ч. требований нормативно-методических документов, технического задания;
- Соблюдения правил эксплуатации оборудования и приборов;
- Выполнения правил техники безопасности, охраны труда;
- Соблюдения трудовой дисциплины и правил внутреннего распорядка.

Операционный контроль проводится каждым непосредственным исполнителем работ.

При выявлении нарушений технологической дисциплины дополнительно с целью выработки управляющих воздействий проверяется:

- Знание исполнителями требований соответствующих ГОСТов, нормативных и методических документов;
- Знание исполнителями программы (задания) на производство работ;
- Обеспеченность необходимым оборудованием, инструментами и измерительными приборами;
- Полнота выполнения требований технического задания. Полнота информации о геологическом строении, литологическом составе, генезисе и физико-механических грунтов; о грунтовых водах и геологических процессах с учетом особенностей проектируемых сооружений. Полнота выполнения требований нормативных документов.
- Достоверность (точность) информации о природных условиях в документации. Соответствие технических и методических приемов получения информации требованиям действующих нормативных документов. Точность и надежность нормативных и расчетных характеристик физико-механических свойств грунтов. Обоснованность выводов и рекомендаций.
- Простота и выразительность. Технически грамотное изложение текста документации, краткость и четкость формулировок. Отсутствие излишней информации, не требующейся для правильного понимания природных условий и прогноза их изменения, обоснования выводов и рекомендаций. Полнота по составу и информационному насыщению графических материалов. Рациональность размещения разделов: глав, приложений, главных и второстепенных деталей в тексте и на чертежах, обеспечивающая удобство пользования материалами.
- Внешний вид. Качество печати, изготовления копий и переплета. Четкость нумерации приложений и ссылок на использованную литературу.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

Сведения о внутреннем контроле качества работ, в том числе виды и методы выполненного контроля работ, результаты полевого, лабораторного и камерального контроля и приемки работ, оценка качества работ, сведения о выполнении внешнего контроля качества заказчиком должны содержаться в техническом отчете по результатам работ согласно СП 47.13330.2016 п. 4.39. Дополнительно в приложениях к отчету должны содержаться:

- Акты контроля и приемки полевых работ;
- Описание точек маршрутных наблюдений;
- Каталоги координат и отметок выработок (с указанием их глубины), точек полевых испытаний грунтов и инженерно-геофизических исследований.

Инв. № подл.	Подпись и дата		Взам. инв. №		Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

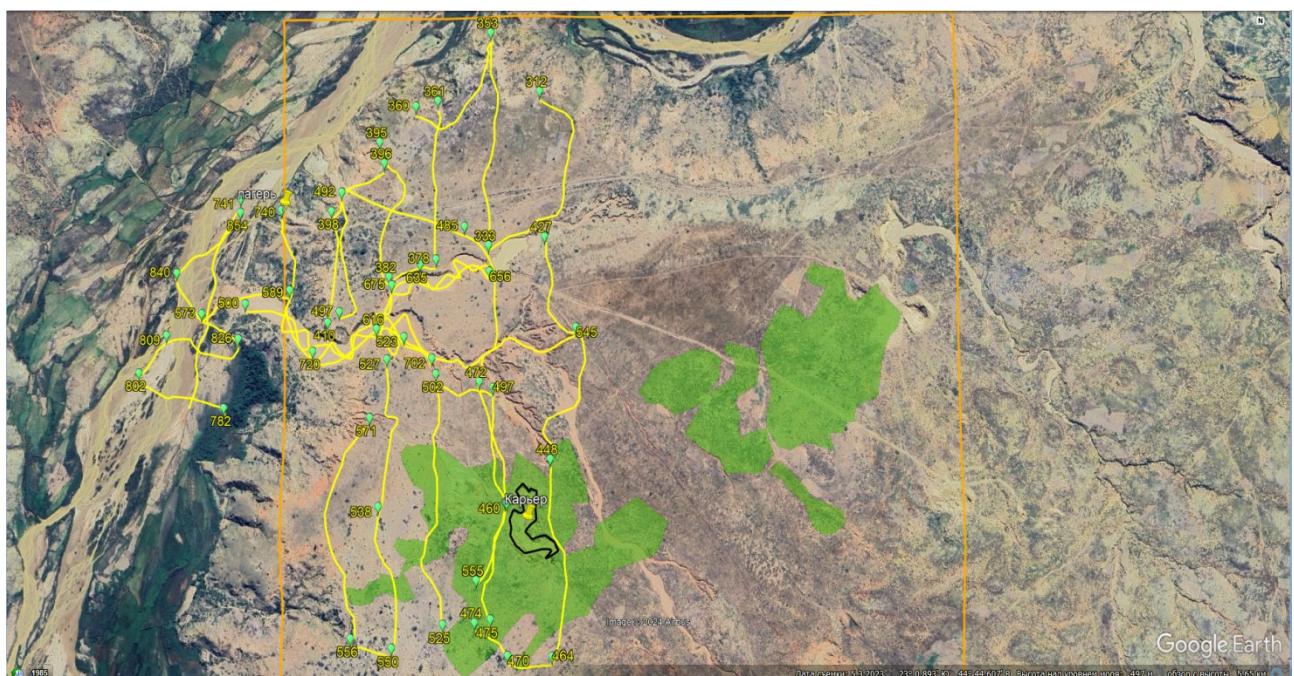
3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЕВЫХ И КАМЕРАЛЬНЫХ РАБОТ

Работы проводились методом профилирования. При профилировании радар перемещается вдоль трассы, при каждом измерении передающая и приемная антенны находятся в одной точке трассы, расстояние между ними постоянно и значительно меньше длины трассы. Выбор размера приемо-передающих антенн для работы производился исходя из условий достижения глубины исследований и разрешающей способности. Движение по профилю осуществлялось с постоянной фиксированной базой разноса приемника и передатчика. Привязка профилей по крайним и поворотным точкам осуществлялась высокоточным геодезическим оборудованием средствами маркшейдерской службы Заказчика. Привязка промежуточных точек синхронизации и ориентирование на местности осуществлялось с использованием рулетки.

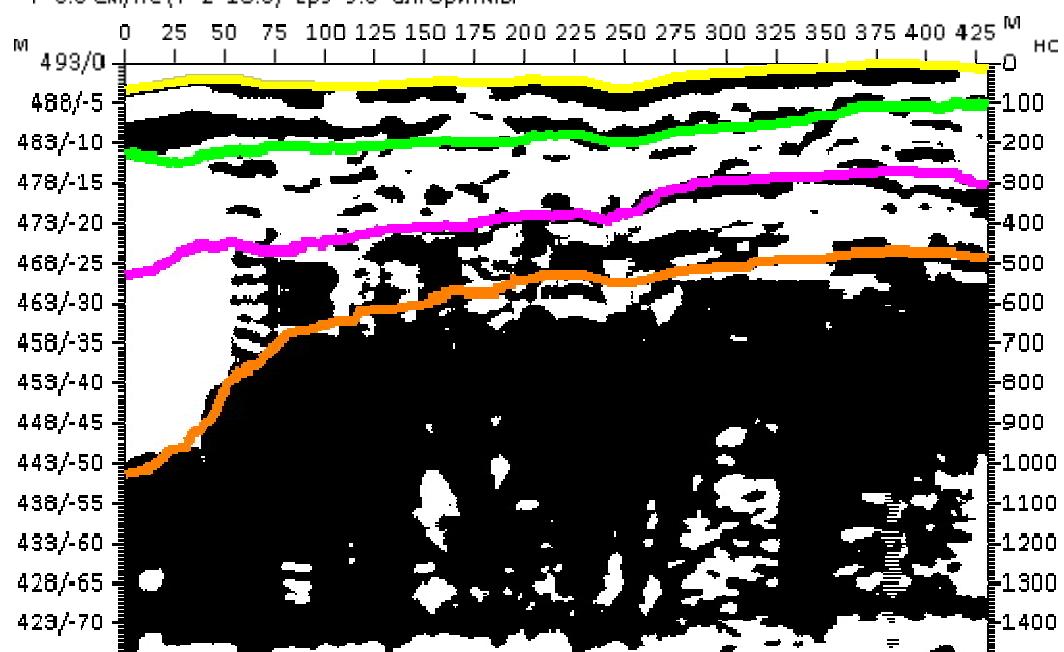
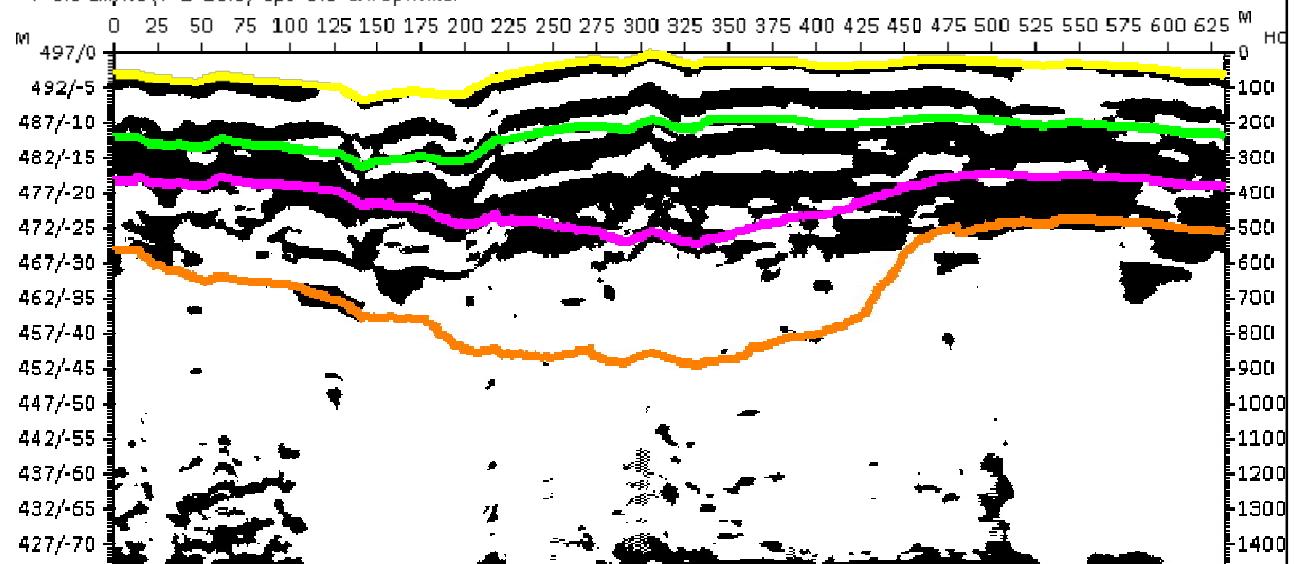
Для съемки на Объекте для достижения требуемой глубины исследований 60м приняты антенны длиной 3м, частота 50МГц, импульсная мощность передатчика 10 МВт.

3.1. Объемы полевых работ

Фактически выполненный объем на объекте работ по составил 20380 метров, шаг измерений по профилю 1м.

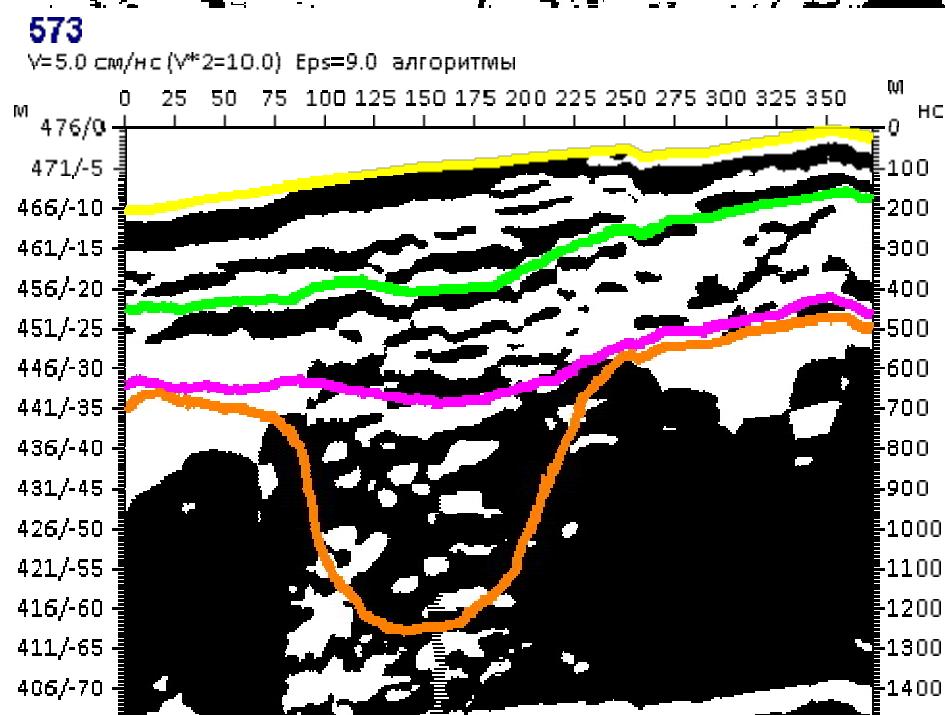
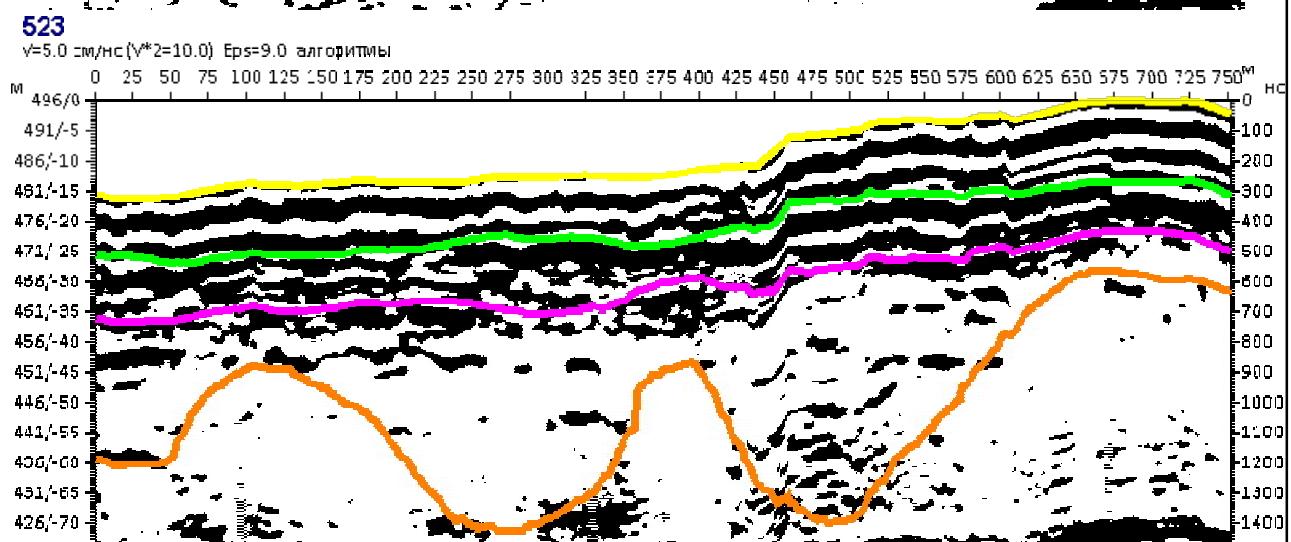
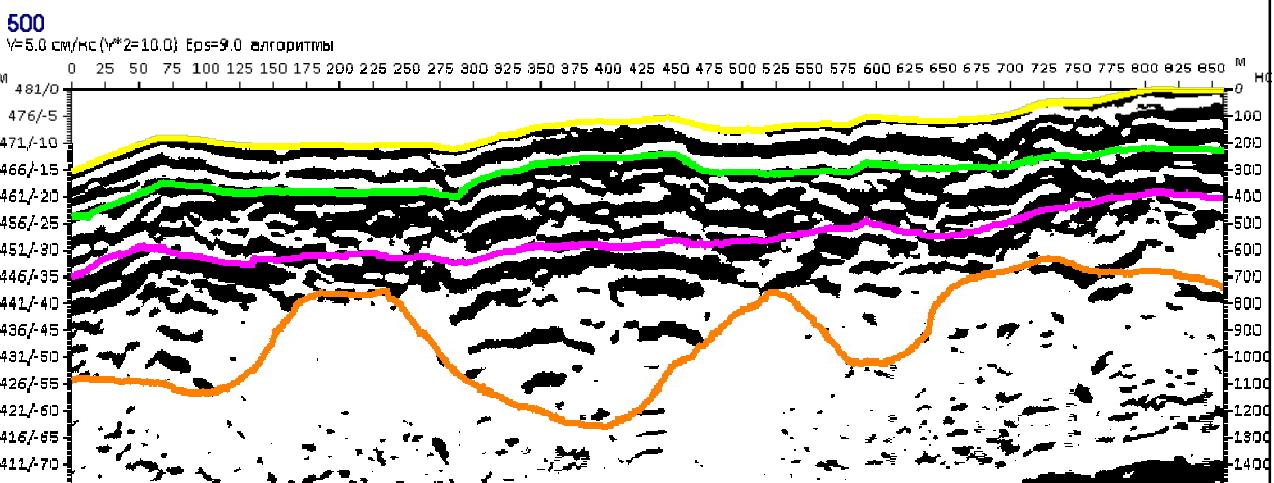


4. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДАРОГРАММ

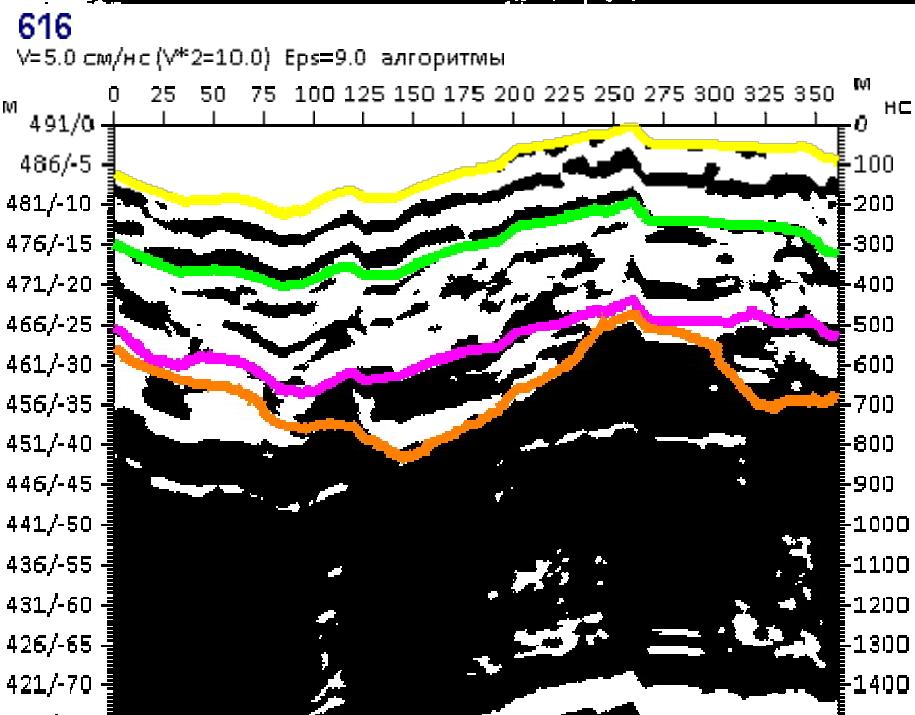
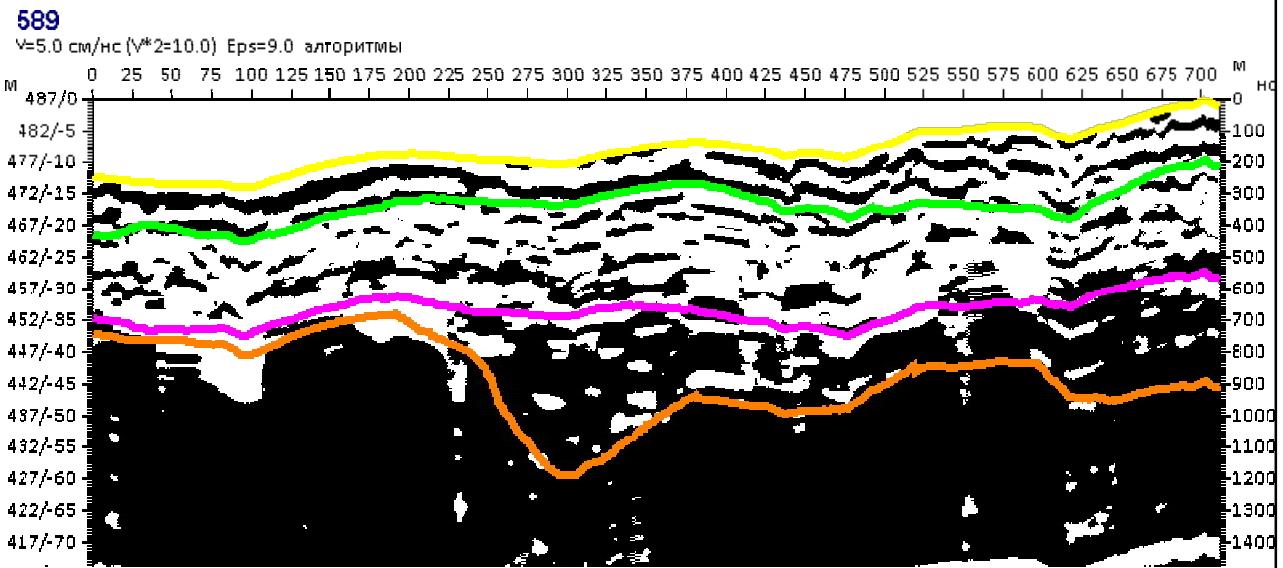
427 $V=5.0 \text{ см/нс} (V^2=10.0)$ Eps=9.0 алгоритмы**472** $V=5.0 \text{ см/нс} (V^2=10.0)$ Eps=9.0 алгоритмы

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

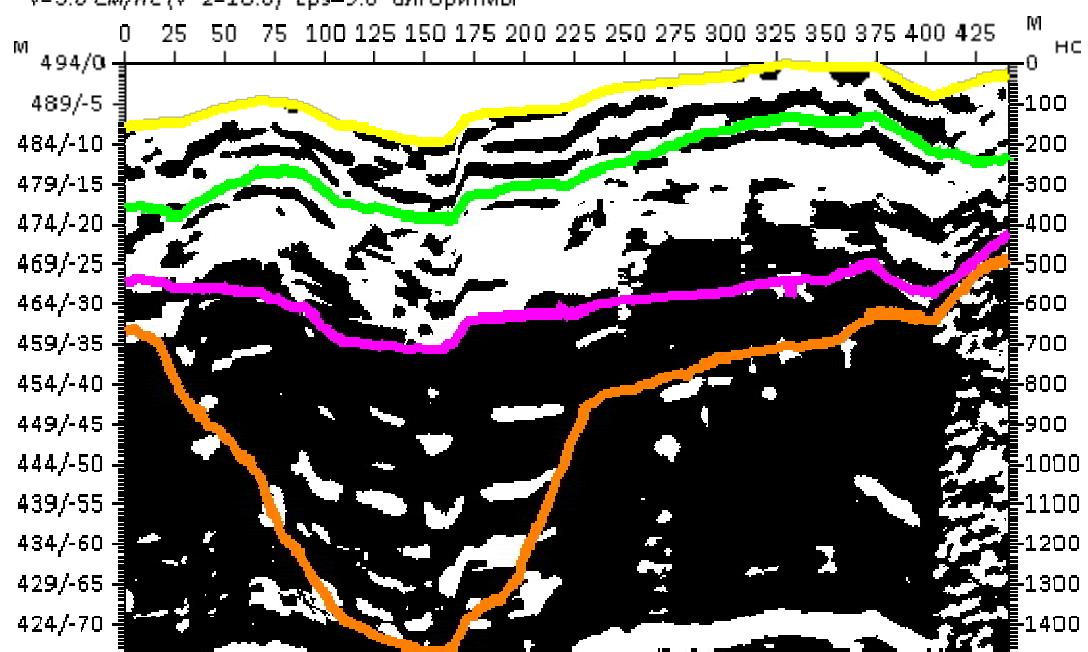
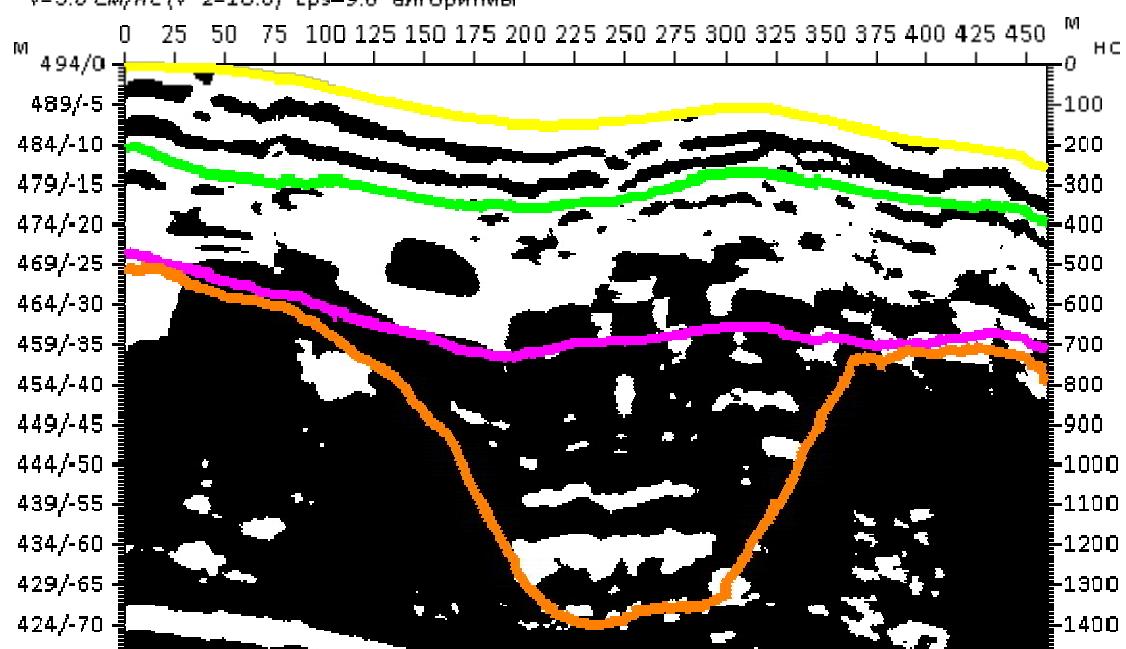
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

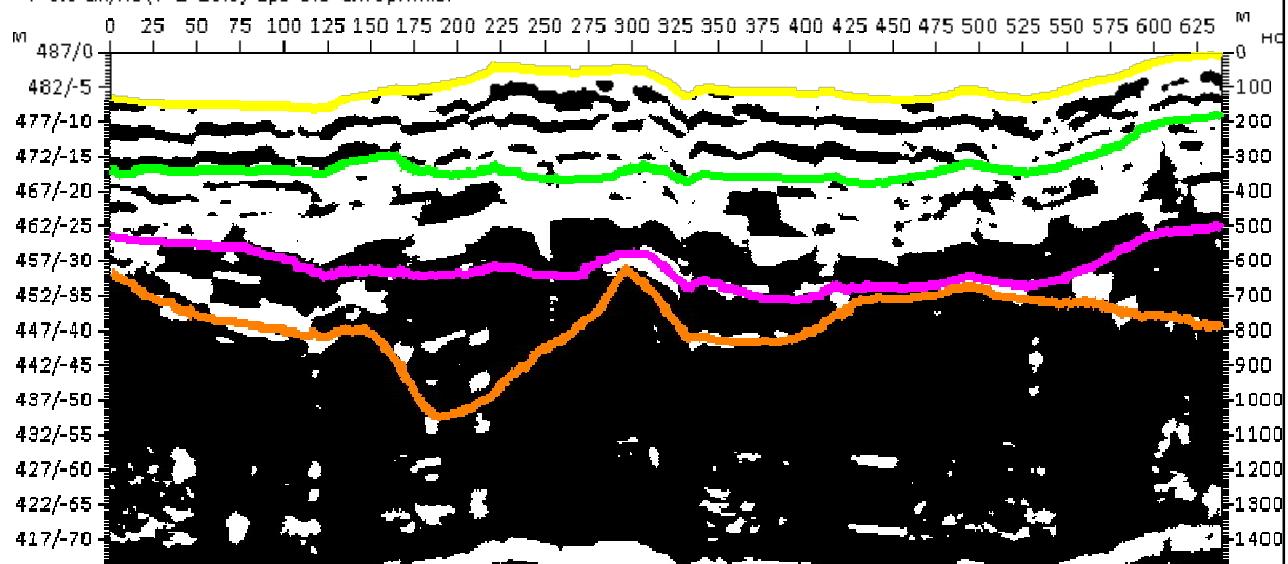
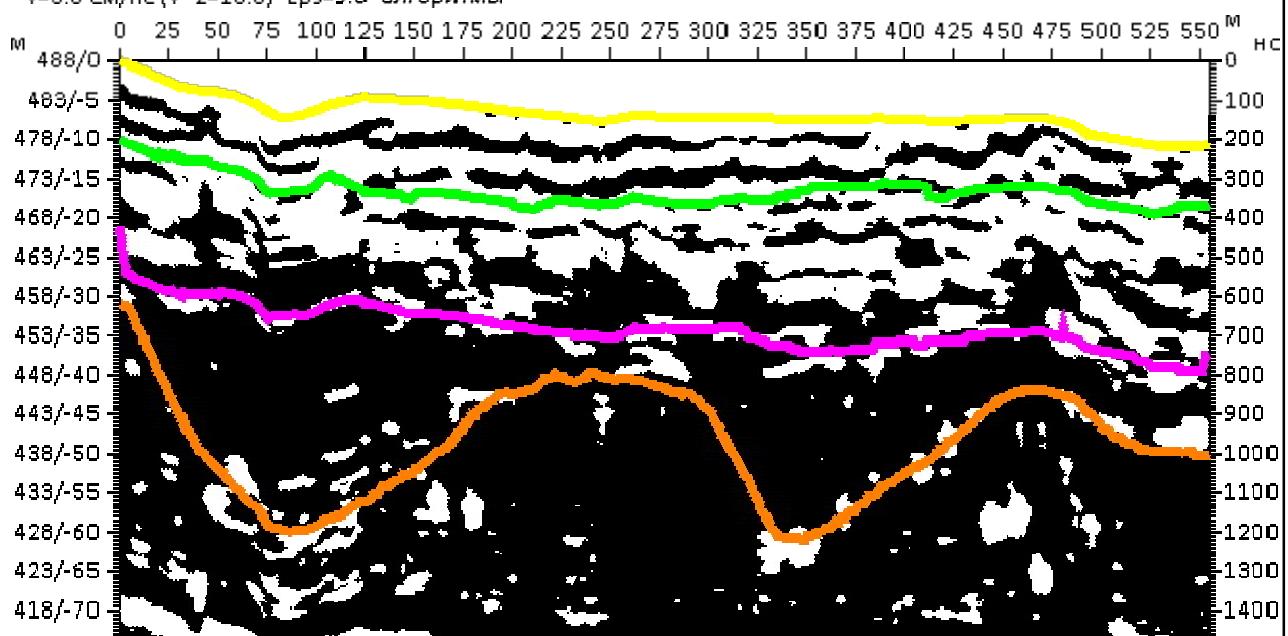


Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

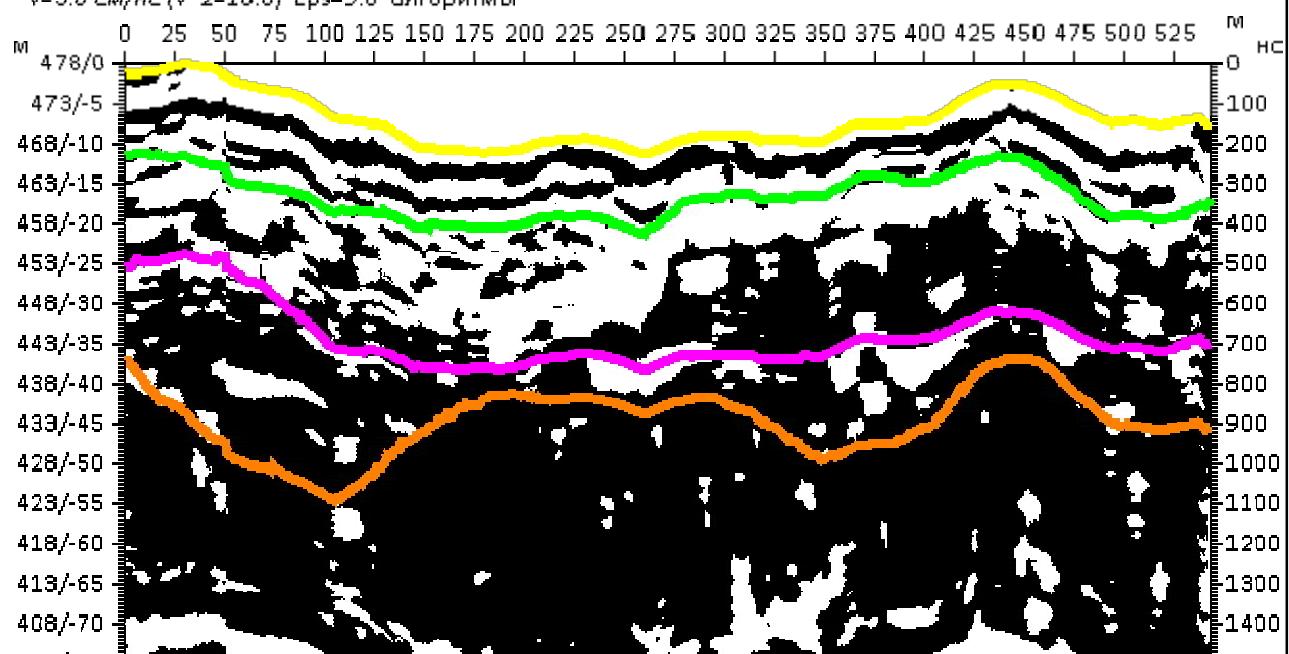
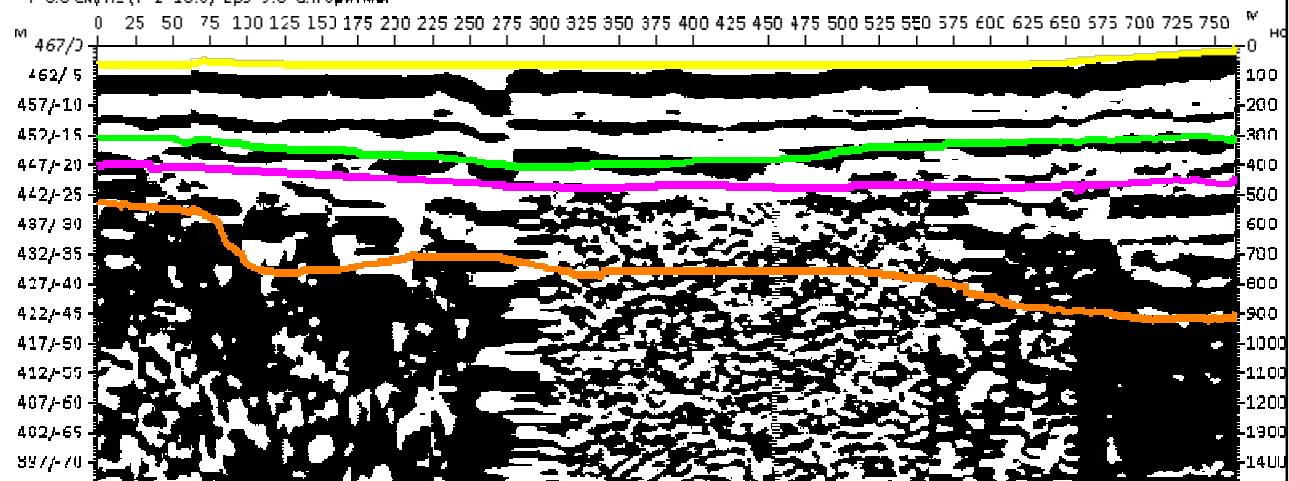
635 $V=5.0 \text{ см/нс}$ ($V^2=10.0$) $\text{Eps}=9.0$ алгоритмы**656** $V=5.0 \text{ см/нс}$ ($V^2=10.0$) $\text{Eps}=9.0$ алгоритмы

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

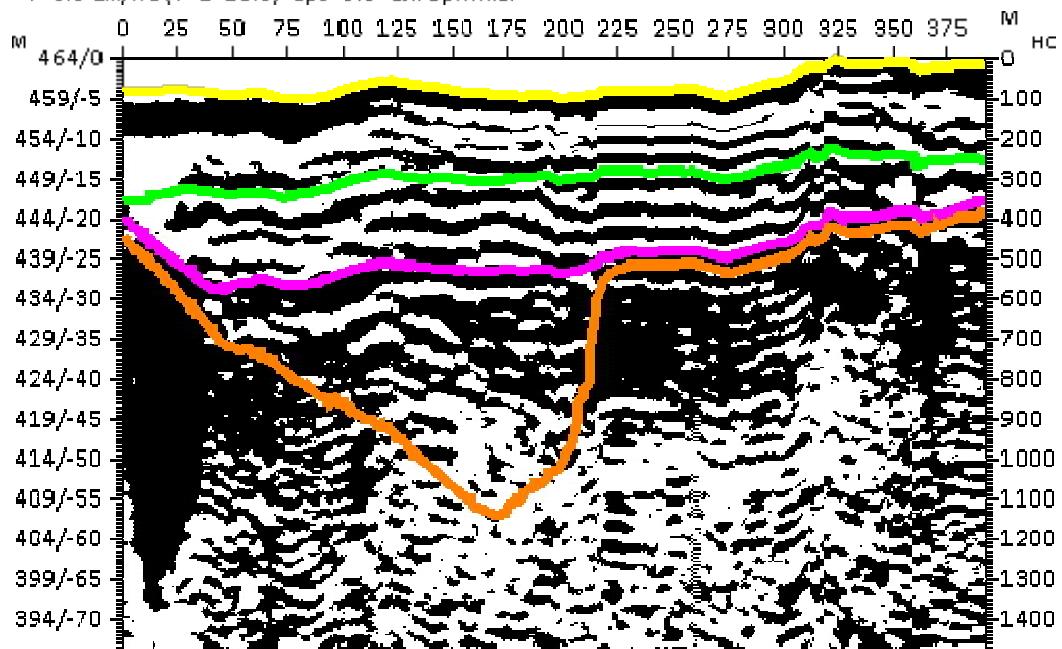
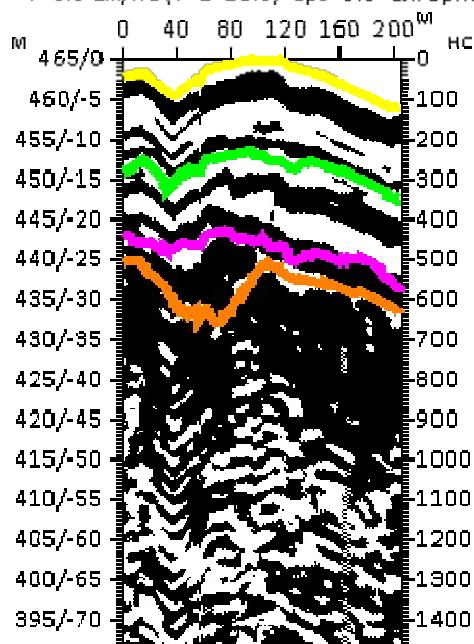
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

675V=5.0 см/нс ($V^2=10.0$) Eps=9.0 алгоритмы**702**V=5.0 см/нс ($V^2=10.0$) Eps=9.0 алгоритмы

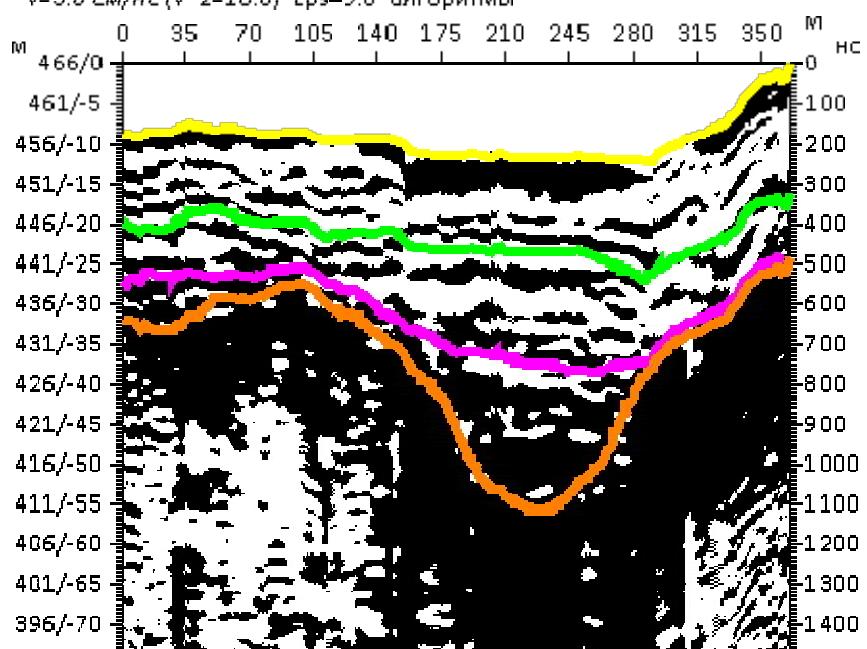
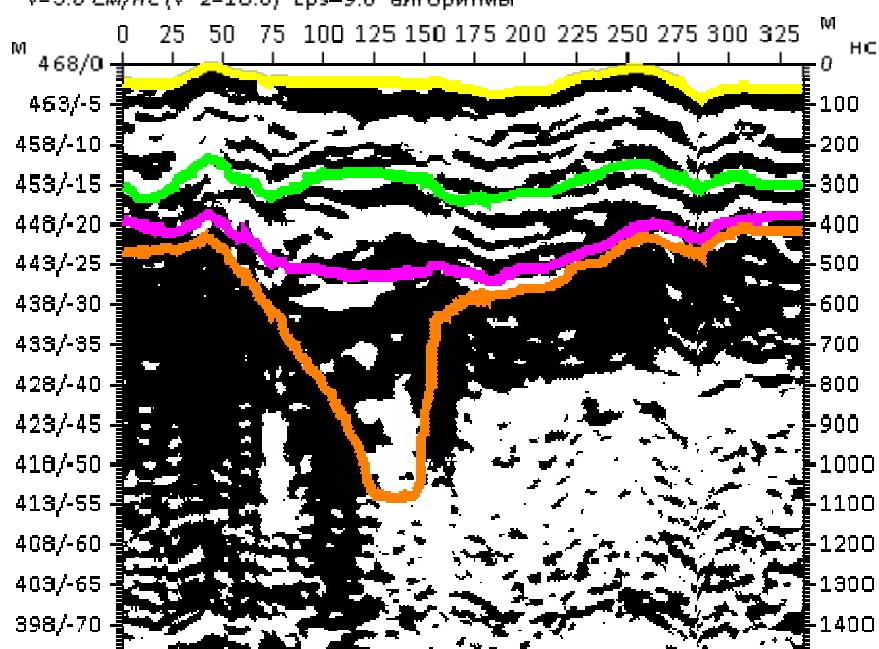
Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

720V=5.0 см/нс ($V^2=10.0$) Eps=9.0 алгоритмы**741**V=5.0 см/нс ($V^2=10.0$) Eps=9.0 алгоритмы

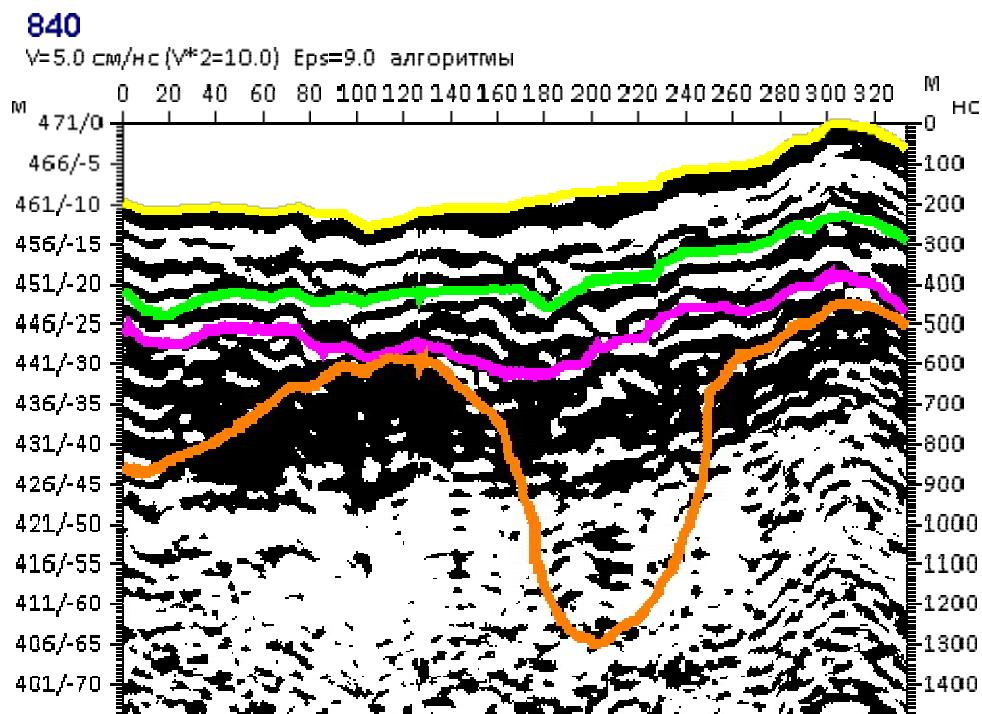
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

782 $V=5.0 \text{ см/нс}$ ($V^*2=10.0$) $\text{Eps}=9.0$ алгоритмы**802** $V=5.0 \text{ см/нс}$ ($V^*2=10.0$) $\text{Eps}=9.0$ алгорит

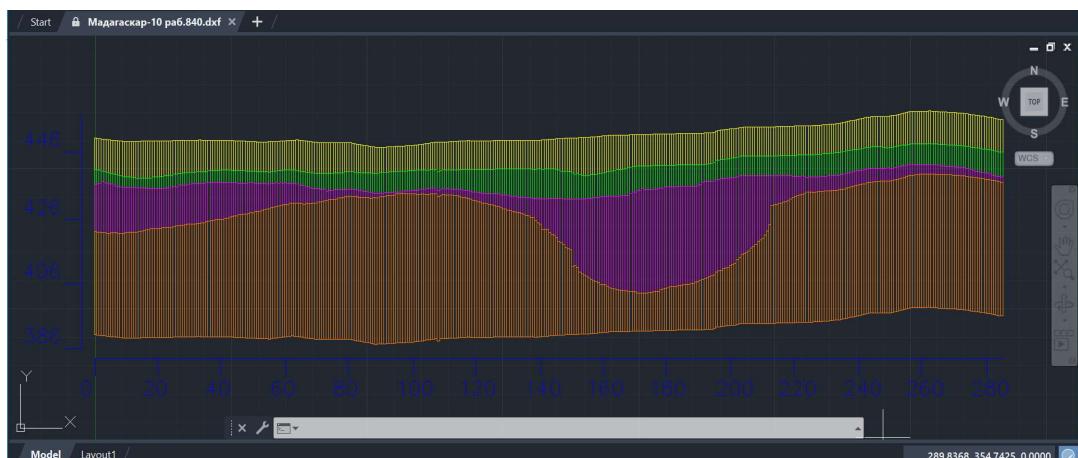
Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

809 $V=5.0 \text{ см/нс}$ ($V^*2=10.0$) $\text{Eps}=9.0$ алгоритмы**826** $V=5.0 \text{ см/нс}$ ($V^*2=10.0$) $\text{Eps}=9.0$ алгоритмы

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.



Пояснения к файлу автокад.



Файл автокад Мадагаскар 10.

Желтым выделен не продуктивный горизонт.

Зеленым выделен возможно продуктивный горизонт

Малиновым выделен потенциальный продуктивный горизонт.

Оранжевым выделен пустой горизонт.

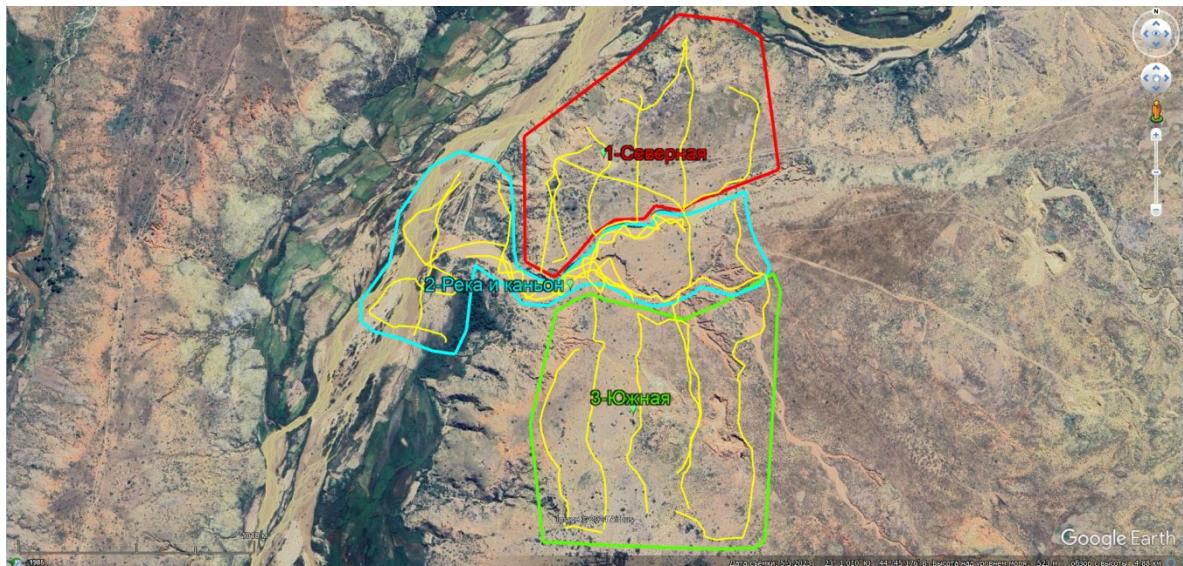
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Территория была разделена на 3 участка для удобства предоставления в отчете.

Отображено на карте.

1. Северная – выделено красным контуром
2. Река и каньон - выделено голубым контуром
3. Южная - выделено зеленым контуром.



1. Рис. План схема участка Тахеза общий вид. Георадарные профили выделены желтым

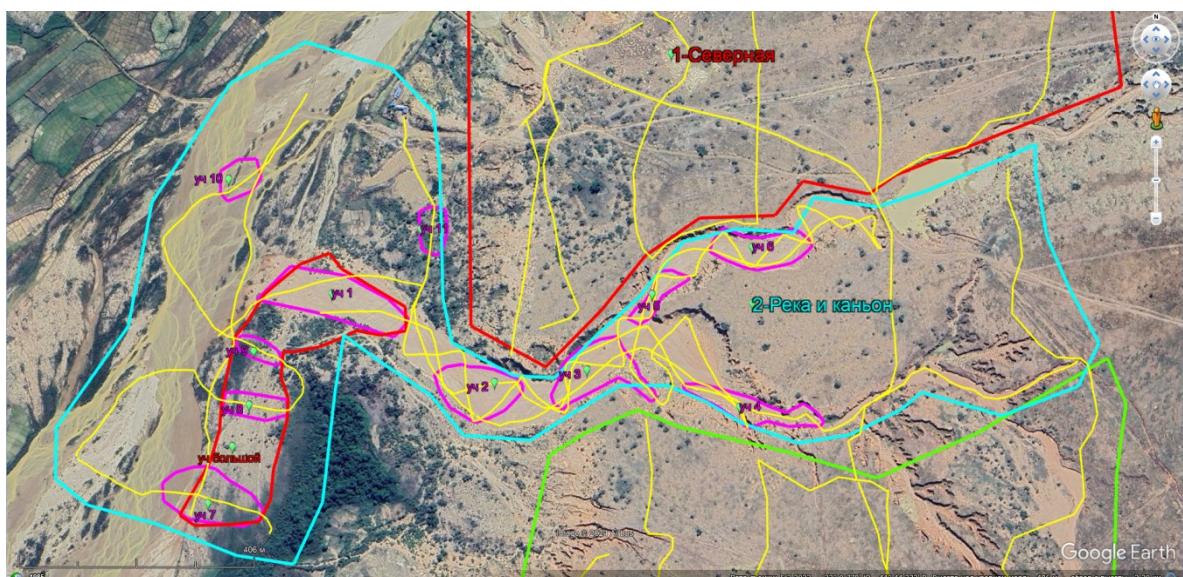


Рис. Участок «Река и каньон». Малиновым выделены участки ловушек глубина в среднем с 25м до 50 с предполагаемым продуктивным слоем. Красным выделена после объединения ловушек на берегу реки большая зона 63000м2. Глубина в среднем 25-50 метров. Все есть в интерактивном варианте программы Гугл планета земля файл Мадагаскар Тахеза.

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Таблица профилей Участок Река и каньон		
№	№ профиля	Длина, м
1	427-448	431
2	472-485	627
3	500-523	856
4	523-545	750
5	573-589	368
6	589-616	710
7	616-636	359
8	635-656	441
9	656-675	460
10	675-702	638
11	702-720	552
12	720-740	550
13	741-782	769
14	782-802	383
15	802-809	206
16	809-826	368
17	826-840	338
18	840-854	336
всего		9138

Таблица потенциальных продуктивных участков				
№ участка	Глубина продуктивного слоя, м	Мощность продуктивного слоя , м	Площадь, м ²	Объем, м ³
1	25-55	30	15000	450 000
2	25-55	30	10000	300 000
3	25-50	25	10000	250 000
4	25-50	25	7000	175 000
5	25-35	10	3000	30 000
6	25-60	35	8000	280 000
7	25-45	20	12000	240 000
8	25-50	25	4000	100 000
9	25-35	10	2500	25 000
10	25-50	25	3500	87 500
11	25-35	10	3500	35 000
Большой совмешенный 1+7+8+9	25-45	20	63 000	1 260 000

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ПБ 08-37-2005. Правила безопасности при геологоразведочных работах. Раздел III. Геофизические работы. – Введ. 2004-07-07. – Москва : Минприроды России, 2005. – 219 с.
2. РСН 64-87. Технические требования к производству геофизических работ. Электроразведка. – Введ. 1988-01-01. – Москва : Госстрой РСФСР, 1987. – 23 с.
3. Владов М. Л. Георадиолокация от физических основ до перспективных направлений. Учебное пособие / М. Л. Владов, М. С. Судакова. – Москва : Издательство Геос, 2017. – 240 с.
4. Георадары серии ГРОТ-12. Паспорт. Руководство по эксплуатации/ ООО «Таймер». –Москва :[б. и.], 2019. – 16 с.
5. Инструкция по электроразведке. – Ленинград : «Недра», 1984. – 534 с.
6. Финкельштейн М. И.Подповерхностная радиолокация / М. И. Финкельштейн, В. И. Карпухин, В. А. Кутев., В. Н. Метелкин. –Москва : Радио и связь, 1994. – 216с.
7. Старовойтов А. В. Интерпретация георадиолокационных данных. Учебное пособие / А. В. Старовойтов. – Москва : Издательство МГУ, 2008. – 192 с.
8. Пупатенко В. В. Основы расшифровки и интерпретации радарограмм. Методические указания по выполнению практической работы / В. В. Пупатенко, Г. М. Стоянович, Ю. А. Сухобок, Кафедра «Железнодорожный путь, основания и фундаменты», Дальневосточный государственный университет путей сообщения. – Хабаровск : Издательство ДВГУПС, 2018. – 91 с.
9. Пупатенко В. В. Определение границ раздела сред методом георадиолокации. Методические указания по выполнению практической работы / В. В. Пупатенко, Г. М. Стоянович, Ю. А. Сухобок, Кафедра «Железнодорожный путь, основания и фундаменты», Дальневосточный государственный университет путей сообщения. – Хабаровск : Издательство ДВГУПС. – 2014. – 88 с.
10. Ваньян Л. Л. Основы электромагнитных зондирований /Л. Л. Ваньян. –Москва : «Недра», 1965. – 110 с.
11. Матвеев Б. К. Электроразведка. Учебник для вузов / Матвеев Б. К. – Москва : «Недра», 1990. – 368 с.
12. Изюмов С. В. Теория и методы георадиолокации: Учеб. пособие / С. В. Изюмов, С. В. Дручинин, А. С. Вознесенский. – Москва : Издательство «Горная книга», Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 196 с.
13. Электроразведка. Справочник геофизика / под ред. А. Г. Тархова. – Москва:«Недра», 1980. – 513 с.
14. Иванов А. А. Электроразведка. Учебное пособие для студентов дневного обучения / А. А. Иванов, П. В. Новиков, К. В. Новиков, МГРИ, Геофизический факультет, Кафедра геофизики. – Москва : МГРИ, 2019. – 80 с.

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

ДОГОВОР № 08.10.2023
на выполнение работ и услуг

г. Москва

08 октября 2023г.

Индивидуальный предприниматель Иванов Олег Николаевич с одной стороны действующий на основании свидетельства ОГРНИП 30477000134842 далее «Заказчик», и **Индивидуальный предприниматель Горкин Дмитрий Сергеевич**, именуемый в дальнейшем «Подрядчик», действующий на основании Свидетельства ОГРНИП 314774614900623, с другой стороны, далее при совместном упоминании именуемые «Стороны», заключили настоящий договор о нижеследующем:

1. Предмет Договора

1.1. Заказчик поручает, а Исполнитель принимает на себя обязательства выполнить геофизические исследования методом георадиолокационного зондирования (профилирования), глубина до 50 метров, на 4х участках, общей площадью - 31,25 кв.км. Общая длина геофизических профилей составит 50 км/пог., согласно Техническому заданию, Приложение 1:

1.2. Работы производятся в два этапа:

1. Опытно методические работы (ОМР) 1 этап:

Выявление и локализация геофизических неоднородностей связанных со скоплением слоя валунов и галечника во вмещающей среде песчаника. Которые связаны с нахождением искомого материала. Объем полевых работ составит 37% (18,5 км/пог) от общего объема профилирования. Примерное время полевых работ не более 10 дней.

После проведения ОМР, подписывается акт полевых работ и составляется полевой отчет. По итогам результатов совместно с Заказчиком или их представителем и принимается решение о дальнейшем продолжении или приостановке работ. Примерное время камеральных работ на составление отчета не более 10 дней.

2. Работы 2 этап:

Выявление и локализация геофизических неоднородностей связанных со скоплением слоя валунов и галечника во вмещающей среде песчаника. Которые связаны с нахождением искомого материала. Объем полевых работ составит 63% (31,5 км/пог) от общего объема профилирования. Примерное время полевых работ не более 15 дней.

После проведения 2 этапа, подписывается акт полевых работ. Далее составляется итоговый отчет. Примерное время камеральных работ на составление отчета не более 30 дней.

1.3. Местонахождение объекта: остров Мадагаскар. Лицензионная площадь

1.4. Подрядчик обязуется провести мобилизацию и выехать из г. Москва в точку работ в течении 10 (десяти) рабочих дней с даты поступления аванса на расчётный счет.

1.5. Места профилирования выполняемых Подрядчиком определяются на основании технического задания, составленного Заказчиком или согласовываются на месте работ исходя из условий проходимости.

2. Обязательства сторон

2.1. Подрядчик обязан:

2.1.1. Выполнить работы качественно, в объеме, предусмотренном техническим заданием, с соблюдением сроков выполнения работ и в соответствии с программой работ.

2.1.2. Обеспечить производство и качество всех работ в соответствии с действующими нормами и правилами.

2.1.3. Выполнить работы своими силами, с использованием своей техники и оборудования.

2.1.4. По окончании работ передать Заказчику технический отчет экземпляр на электронном носителе.

2.2. Заказчик обязан:

Заказчик 

Подрядчик 

Инв.№ подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

- 2.2.1. Принять и оплатить выполненные Подрядчиком работы в порядке, предусмотренном настоящим договором.
- 2.3. Заказчик вправе проверять ход и качество работы, выполняемой Подрядчиком, не вмешиваясь в его деятельность.

3. Стоимость работ и порядок расчетов

- 3.1. Стоимость работ по настоящему договору составляет 5 021 500 руб. (пять миллионов двадцать одна тысяча пятьсот рублей 00коп), 100 рублей 43 коп. за 1 км/пог. **Налогообложение УСН, НДС не предусмотрен.**
- 3.2. Страховка оборудования на случай не поломки или утраты части оборудования 500 000 руб. (пятьсот тысяч рублей 00коп) выплачивается авансом. Возвращается по приезду в г. Москва в течении 5 рабочих дней.
- 3.3. Заказчик в течение 5 (пяти) банковских дней с даты подписания договора перечисляет на расчетный счет Подрядчика аванс 50% от стоимости 829 192руб. 50 коп. (восемьсот двадцать девять тысяч сто девяносто два рубля 50коп.), на ОМР полевые работы 1 этап в размере от стоимости работ по настоящему договору.
- 3.4. Заказчик в течение 5 (пяти) банковских дней с даты приема отчета 1 этапа работ перечисляет на расчетный счет Подрядчика доплату 50% от стоимости ОМР 979 192руб. 50 коп. (девятьсот семьдесят девять тысяч сто девяносто два рубля 50 коп.).
- 3.5. При дальнейшем продолжении работ. Заказчик в течение 5 (пяти) банковских дней с момента начала полевых работ перечисляет на расчетный счет Подрядчика аванс 50% от стоимости 1 581 772 руб. 50 коп., (один миллион пятьсот восемьдесят один семьсот семьдесят два рубля 50 коп.), на полевые работы 2 этапа в размере от стоимости работ по настоящему договору.
- 3.6. Окончательный платеж Заказчик перечисляет на расчетный счет Подрядчика после сдачи итогового отчета доплату, 50% от стоимости 1 581 772 руб. 50 коп. (один миллион пятьсот восемьдесят один семьсот семьдесят два рубля 50 коп.).
- 3.7. Все расчеты между сторонами производятся в безналичном порядке.

4. Порядок сдачи-приемки работ

- 4.1. Заказчик в течение 5(пяти) рабочих дней со дня получения акта сдачи-приемки выполненных работ направляет Подрядчику 1 экземпляр подписанного им акта или мотивированный отказ от приемки работ с указанием обнаруженных недостатков и сроков их устранения.
- 4.2. В случае если от Заказчика в указанный выше срок не был представлен мотивированный отказ, то работы по договору считаются принятymi.

5. Ответственность Сторон

- 5.1. За невыполнение или ненадлежащее выполнение своих обязательств по настоящему договору Стороны несут ответственность в соответствии с действующим законодательством РФ.
- 5.2. При нарушении Подрядчиком по его вине сроков выполнения Работ, установленных Договором, Заказчик вправе потребовать от Подрядчика уплаты штрафа в размере 0,1% от стоимости Работ за каждый день просрочки, но не более 10% от стоимости Работ.
- 5.3. При задержке Заказчиком платежей, предусмотренных разделом 3 настоящего Договора, Подрядчик вправе потребовать от Заказчика уплаты пени в размере 0,1% от стоимости неоплаченных Работ за каждый день просрочки, но не более 10 % от стоимости Работ.

Заказчик 

Подрядчик 

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

6. Арбитраж

6.1. Споры и разногласия, которые могут возникнуть при исполнении настоящего договора, разрешаются путем переговоров сторон с соблюдением до судебного (претензионного) порядка урегулирования споров. Срок рассмотрения претензии -10 дней с даты отправки другой стороне.

6.2. В случае невозможности разрешения споров путем переговоров стороны после реализации предусмотренной процедуры досудебного урегулирования разногласий передают их на рассмотрение в Арбитражный суд г. Москва.

7. Обстоятельства непреодолимой силы

7.1. Стороны освобождаются от ответственности за частичное или полное невыполнение обязательств по настоящему Договору, если неисполнение явилось следствием обстоятельств непреодолимой силы, возникших после заключения настоящего Договора, которые Стороны не могли ни предвидеть, ни предотвратить.

7.2. Под обстоятельством непреодолимой силы в настоящем договоре понимают землетрясение, наводнения, другие стихийные бедствия, пожары, аварии, революции и прочие социальные катаклизмы, а также правительственные и ведомственные решения и все другие форс-мажорные обстоятельства, препятствующие реализации настоящего Договора и действующие независимо от воли других сторон.

7.3. В случае если действия обстоятельств непреодолимой силы распространяются на срок более одного месяца любая из Сторон вправе потребовать частичного или полного прекращения действий настоящего Договора.

8. Заключительные положения

8.1. Во всем остальном, что не предусмотрено настоящим договором, Стороны руководствуются действующим законодательством РФ.

8.2. Любые изменения и дополнения к настоящему договору возможны посредством подписания дополнительных соглашений, заключенных в письменной форме, подписанных уполномоченными представителями обеих сторон.

8.3. Стороны обязуются соблюдать конфиденциальность в отношении любой информации в деятельности Сторон, ставшей им известной в связи с исполнением настоящего договора и являющейся коммерческой тайной одной из Сторон.

8.4. Настоящий договор может быть, изменен или расторгнут:

- в любое время по соглашению сторон;
- по другим основаниям, предусмотренным действующим законодательством.

8.5. Настоящий договор вступает в силу с момента его подписания сторонами и действует до полного исполнения сторонами взятых на себя обязательств, составлен в двух экземплярах, имеющих одинаковую юридическую силу, по одному экземпляру для каждой из сторон.

8.6. Неотъемлемой частью настоящего договора являются следующие приложения:

Приложение № 1 – Техническое задание

Приложение № 2- Перечень и описание оборудования

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Заказчик 

Подрядчик 

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

9. Юридические адреса, банковские реквизиты и подписи сторон:

Заказчик: Индивидуальный предприниматель Иванов Олег Николаевич Юридический адрес: 121609, Город Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Крылатское, ш Рублёвское, д. 36, к. 2, кв. 459 ИНН 772600955627 ОГРНИП 304770001348421 Расчетный счет 40802810300000081910 ПАО "Промсвязьбанк" БИК 044525555 к/с 30101810400000000555 E-mail: infockruss@mail.ru Действующий номер телефона +79295205800	Подрядчик: Индивидуальный предприниматель Горкин Дмитрий Сергеевич Юридический адрес: 108843, г. Москва, г. Троицк, ул. СНТ Ветеран 2-359. ИНН: 504601105979 ОГРНИП 314774614900623 Расчетный счет 40802810738000037035 в ПАО «Сбербанк России», г. Москва, ул. Вавилова, д. 19, Московский Банк ПАО Сбербанк к/с 3010181040000000225 БИК 044525225 E-mail: 89268482777@mail.ru Действующий номер телефона 8926848277
 /Иванов О.Н./ М.П.	 М.П. 

Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Заказчик 

Подрядчик 

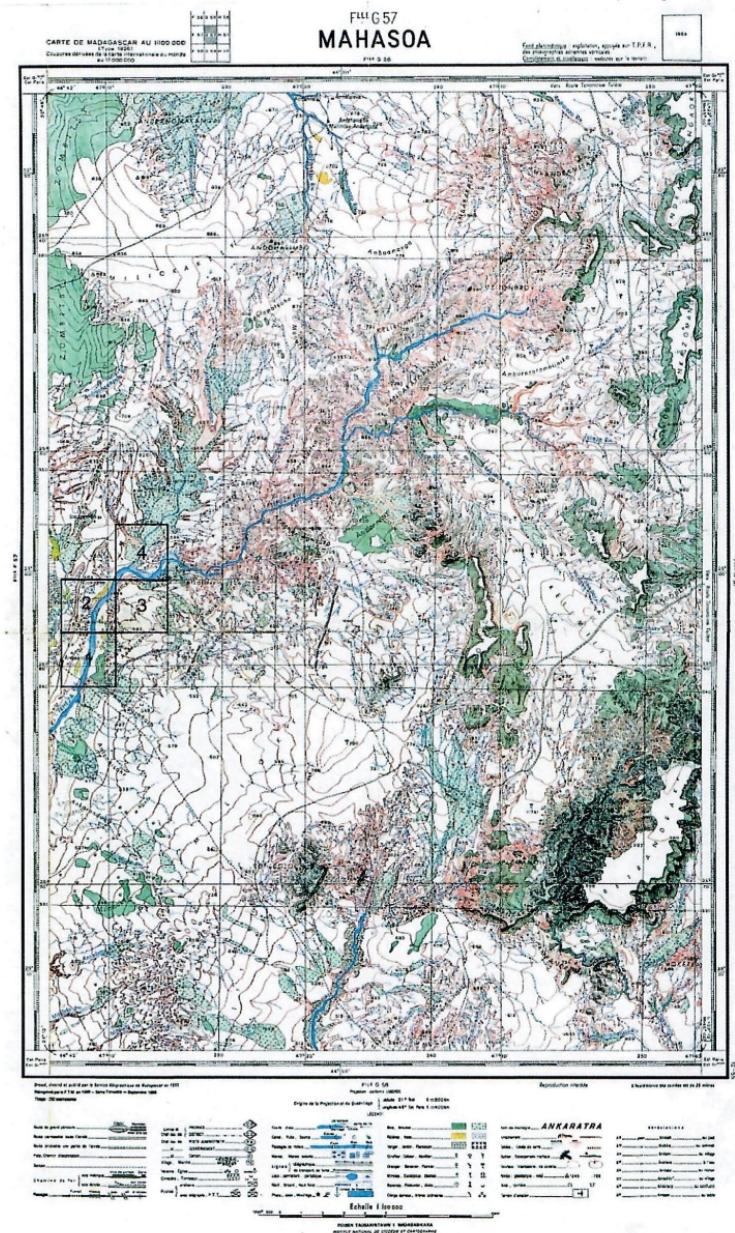
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

Приложение 1.

Техническое задание.



1 этап. Опытно методические работы. Блок 3. Объем профилирования 18.5км/пог.

2 этап. Работы. Блок 1, 2, 4. Объем профилирования 31.5км/пог.

Заказчик

Подрядчик

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

Приложение 2.

Перечень оборудования.

1. Антенна геофизическая -1 шт. Лента стелющаяся. Длина 10метров ширина 0.3метра. Вес 20кг. Размер дорожная сумка 80см*40см*40см.
2. Антенна геофизическая -1 шт. Лента стелющаяся. Длина бметров ширина 0.3метра. Вес 15кг. Размер дорожная сумка 80см*40см*40см.
3. Антенна геофизическая -2 шт. Лента стелющаяся. Длина 3метров ширина 0.3метра. Вес 15кг. Размер дорожная сумка 80см*40см*40см.
4. Приемник ГРОТ 12-2шт, вай фай модули 2шт, зарядные устройства 3шт, аккумуляторы пальчиковые 50шт. Вес 5 кг. Размер пластикового бокса 40см*30см*20см.
5. Генератор ГРОТ 12 -1шт. Вес 5 кг. Размер пластикового бокса 40см*30см*20см
6. Генератор ГРОТ 12 -1шт. Вес 1 кг. Размер металлического бокса 20см*15см*10см
7. Геофизическое оборудование ЭРА МАКС-1шт. Вес 5 кг. Размер пластикового бокса 40см*30см*20см
8. ЗИП, инструменты. Вес 5 кг. Размер пластикового бокса 40см*30см*20см

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Заказчик Подрядчик 

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

АКТ СДАЧИ-ПРИЕМКИ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ №2

г. Москва

«04» ноября 2023 г.

Настоящий Акт сдачи-приемки выполненных работ по
ПО ДОГОВОРУ № 08.10.2023 от 08 октября 2023г.

со стороны Заказчика:

Индивидуальный предприниматель Иванов Олег Николаевич

со стороны Подрядчика:

Индивидуальный предприниматель Горкин Дмитрий Сергеевич

о нижеследующем:

Полевые геофизические (георадарные) работы в объеме 2.5км/пог выполнены согласно договора п.1.2.2. Профиля выделены синим цветом в приложении.
Претензий не имеется.

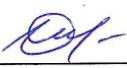
ПОДПИСИ СТОРОН:

ЗАКАЗЧИК:

*Индивидуальный предприниматель
Иванов Олег Николаевич*

ПОДРЯДЧИК:

*Индивидуальный предприниматель
Горкин Дмитрий Сергеевич*



/Иванов О.Н./

М.П.



/Горкин Д.С./



Инв.№ подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

АКТ СДАЧИ-ПРИЕМКИ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ №1

г. Москва

«04» ноября 2023 г.

Настоящий Акт сдачи-приемки выполненных работ по
ПО ДОГОВОРУ № 08.10.2023 от 08 октября 2023г.

со стороны Заказчика:

Индивидуальный предприниматель Иванов Олег Николаевич

со стороны Подрядчика:

Индивидуальный предприниматель Горкин Дмитрий Сергеевич

о нижеследующем:

Полевые геофизические (георадарные) работы в объеме 18.5км/пог выполнены согласно договора п.1.2.1. Профиля выделены красным цветом в приложении.
Претензий не имеется.

ПОДПИСИ СТОРОН:

ЗАКАЗЧИК:

*Индивидуальный предприниматель
Иванов Олег Николаевич*

ПОДРЯДЧИК:

*Индивидуальный предприниматель
Горкин Дмитрий Сергеевич*

/Иванов О.Н./

М.П.

/Горкин Д.С./

М.П.



Инв. № подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

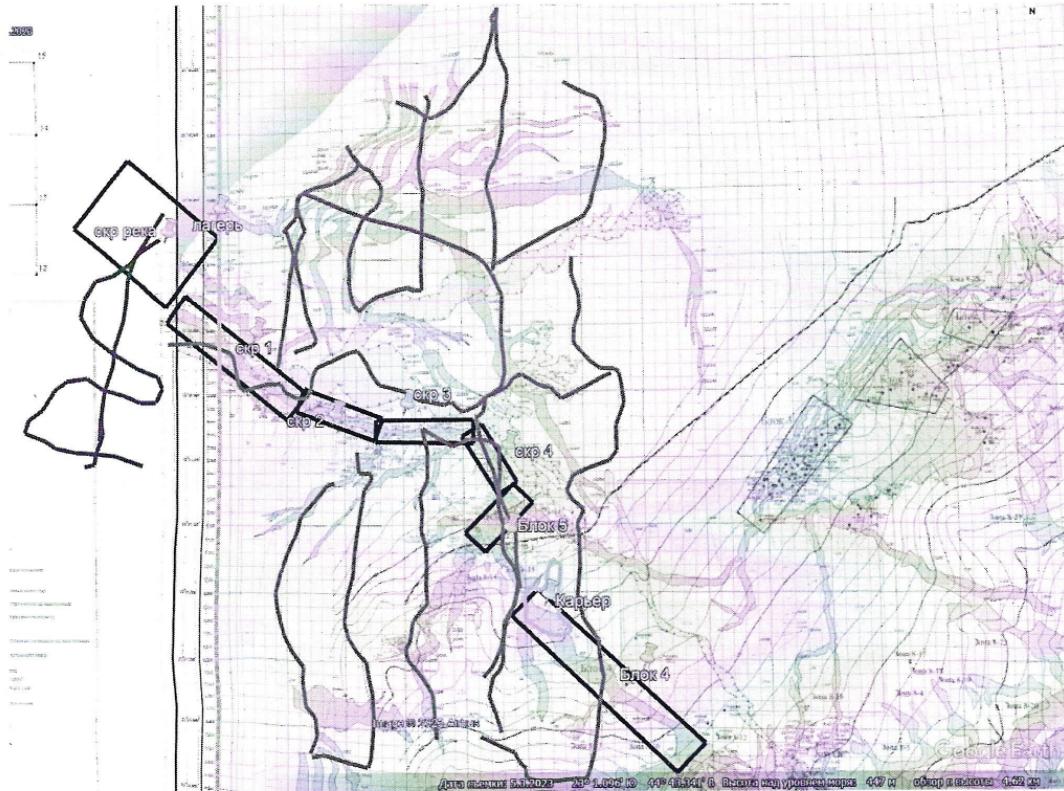
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

Приложение к Акту полевых работ.

Карта схема фактических выполненных геофизических работ.



1. Красным выделены профили первого этапа работ в объеме 18.5км/пог, согласно договора п.1.2.1.
 2. Синим выделены профили первого этапа работ в объеме 2.5км/пог, согласно договора п.1.2.2.
 3. Всего 21км/пог.

ЗАКАЗЧИК:

*Индивидуальный предприниматель
Иванов Олег Николаевич*

M □

ПОДРЯДЧИК:

*Индивидуальный предприниматель
Горкин Дмитрий Сергеевич*

M. Π.



Инв. № подл.	Порядок и дата	Взам. инв. №	Взял,	№ док.

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист



**ЕВРАЗИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СОЮЗ
ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ**

Заявитель ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ТАЙМЕР"

Место нахождения: 108840, Россия, город Москва, город Троицк, улица Лесная, Дом 4, Корпус Б, Помещение 1, Комната 79, Основной государственный регистрационный номер 5167746229921

Телефон: +74958510908 Адрес электронной почты: sales@georadar-grot.com

в лице Директора Волкомирской Людмилы Борисовны

заявляет, что Георадар, модели: ГРОТ 12, ГРОТ 12e, ГРОТ 12н

Изготовитель ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ТАЙМЕР"

Место нахождения: 108840, Россия, город Москва, город Троицк, улица Лесная, Дом 4, Корпус Б, Помещение 1, Комната 79

Продукция изготовлена в соответствии с ТУ 4311-001-45729170-19 "Георадар ГРОТ-12, ГРОТ-12E, ГРОТ-12Н. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ"

Код (коды) ТН ВЭД ЕАЭС: 8526100009

Серийный выпуск

соответствует требованиям

Технического регламента Таможенного союза "Электромагнитная совместимость технических средств" (ТР ТС 020/2011)

Декларация о соответствии принята на основании

протокола испытаний № ОСК0001/717 от 22.01.2019 года Испытательной лаборатории Общество с ограниченной ответственностью "Стандарт сервис", регистрационный номер аттестата акредитации РОСС RU.31993.04ОСК0001

эксплуатационных документов; перечня стандартов, требованиям которых соответствует данное техническое средство, из Перечня стандартов, указанных в пункте 1 статьи 6 настоящего технического регламента Таможенного союза

Схема декларирования соответствия: 1д

Дополнительная информация

Раздел 7 ГОСТ 30804.6.3- 2013 (IEC 61000-6- 3:2006) "Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Нормы и методы испытаний", раздел 8 ГОСТ 30804.6.1-2013 (IEC 61000-6-1:2005) "Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Требования и методы испытаний", подразделы 6.2 и 7.2 ГОСТ Р 51522.1- 2011 (МЭК 61326- 1:2005) "Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования и методы испытаний". Условия хранения изделий в части воздействия климатических факторов внешней среды по ГОСТ 15150-69. Назначенный срок хранения, срок службы указаны в прилагаемой к продукции эксплуатационной документации.

Декларация о соответствии действительна с даты регистрации по 21.01.2024 включительно.

М.П.

Волкомирская Людмила Борисовна

(подпись)

(Ф.И.О. заявителя)

Регистрационный номер декларации о соответствии: ЕАЭС N RU Д-RU.АБ88.В.01062/19

Дата регистрации декларации о соответствии: 22.01.2019

Инв.№ подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2023663673

MATRIX

Правообладатель: **Горкин Дмитрий Сергеевич (RU)**

Авторы: **Горкин Дмитрий Сергеевич (RU), Варенков
Владимир Викторович (RU)**

Заявка № **2023618139**

Дата поступления **28 апреля 2023 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **27 июня 2023 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист



г. Москва, г. Троицк, ул. Лесная 4Б
тел./факс +7 (495) 851-09-08
www.georadargrot.com
E-mail: sales@georadargrot.com

Исх. № 15-08 от 25.10.2015 г.

СЕРТИФИКАТ

Настоящим удостоверяем, что Горкин Дмитрий Сергеевич

прошел обучение по работе с комплектом аппаратуры ГРОТ-12 и программно-алгоритмическим комплексом GROTI2, GROT с опцией STRATABOUNDS и «Гипербола». Обладает необходимыми навыками для сбора полевой информации, обработки данных и профилактического ремонта оборудования.

Сертификат выдан 25.10.2015

Директор ЗАО «Таймер»

Волкомирская Л.Б.



Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ



**ИНСТИТУТ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА, ИОНОСФЕРЫ
И РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН им. Н.В. Пушкина
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

108840, г. Москва, г. Троицк
Калужское шоссе, д. 4, ИЗМИРАН
ОКПО 02699636

Тел. канц.: (495) 851-02-80
Факс: (495) 851-01-24
ОГРН 1035009350375

izmiran@izmiran.ru
http://www.izmiran.ru
ИНН/КПП 5046005410/775101001

№
На № 18/24 от 16.01.2018

Г Г

We hereby confirm that Dmitry Gorkin has passed a course number 2 (advanced training) on the program "GPR Data Processing" in the lab ERFI (Radiophysical experimental studies).

Настоящим подтверждаем, что Дмитрий Горкин прошел курс обучения №2 (повышения квалификации) по программе «Обработка данных георадиолокации» в лаборатории ЭРФИ (экспериментальных радиофизических исследований).

Head of the ERFI laboratory
Зав. лаборатории ЭРФИ



Богдан

Л.Б. Волкомирская
(L.B. Volkomirskaya)

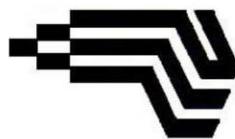


Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист



*Общество с ограниченной
ответственностью*
**«Институт Механизированного
Инструмента» (ВНИИСМИ)**

УДОСТОВЕРЕНИЕ № 125

От 20 сентября 2010 года
выдано
Горкину Дмитрию Сергеевичу

В том, что он прошел теоретическое и практическое обучение работе с геофизическим комплексом «ЛОЗА-1В» и «ЛОЗА-Н». Имеет квалификацию по работе в полевых условиях в рамках проведения инженерных изысканий для строительства зданий и сооружений I и II уровней (в соответствие с лицензией Д438603 от 29 марта 2004г.), а также поисках полезных ископаемых. Имеет квалификацию по работе с программным обеспечением "КРОТ". Обладает квалификацией по текущему и профилактическому ремонту оборудования.

Генеральный директор
ВНИИСМИ, д.т.н.

Зав.отделом инженерных изысканий
и специальных методов исследований
ВНИИСМИ, к.ф.-м.н.



А.М. Беркут

П.А. Морозов

Инв.№ подп.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист



Радарные и Сейсмические Системы

СЕРТИФИКАТ

Настоящий сертификат удостоверяет, что

Горкин Дмитрий Сергеевич

Прошел тренинг в представительстве “Radar Systems” Inc.
по теме: «Георадиолокация при инженерных изысканиях»
с применением георадаров «Питон», «Зонд-12е»
и программным обеспечением «Призм».
Специализация: «Инженерно-геологические изыскания и
инженерно-геофизические исследования».

Дата: 13–17 февраля 2023 г.
Продолжительность курса: 24 часа.

Директор представительства “Radar Systems, Inc.” в России и
странах СНГ
ИП Махонская Е.В.



Февраль 2023г., г. Москва

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Вып.	№ док.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ОТЧЕТ № 20.11.2023. Мадагаскар. Тахеза.

Лист