

Министерство образования и науки Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Радиофизический факультет
Кафедра радиофизики

ОТЧЕТ ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Применение дифракционного метода суммирования в геолокации

По основной образовательной программе подготовки бакалавров
направление подготовки
03.03.03 - Радиофизика

Микутский Евгений Александрович

Научный руководитель:
Руководитель ВКР - кандидат
физ.-мат.наук,
доцент каф. Радиофизики
А.В. Клоков

2017

Актуальность

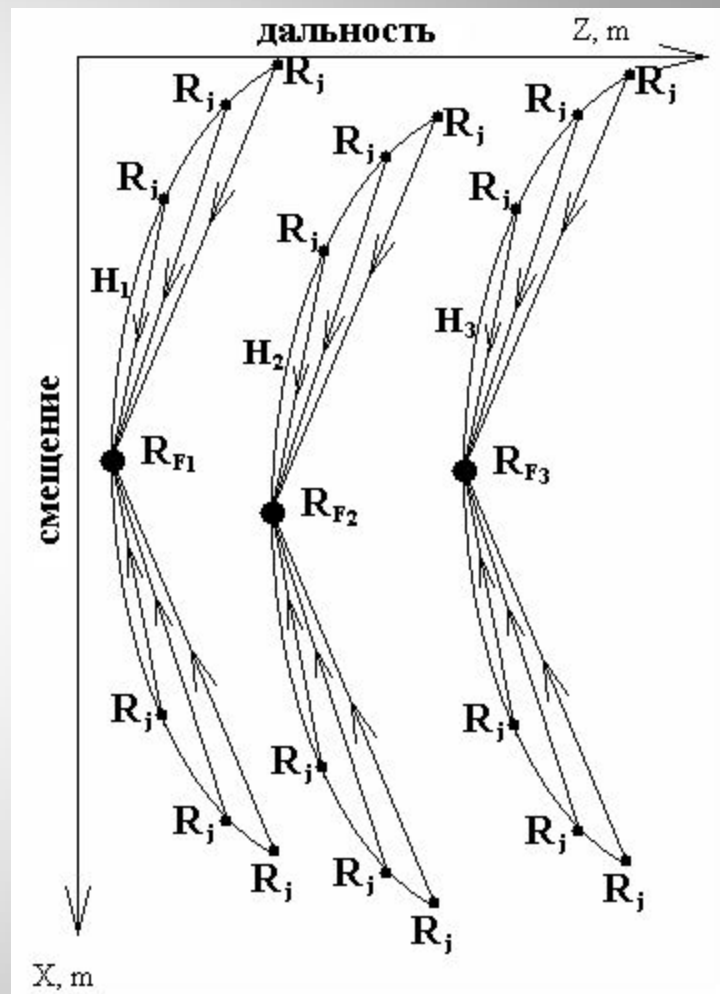
Георадары позволяют проводить неразрушающие подповерхностные исследования в промышленных целях, таких как поиск потерянных линий связи, контроль состояния труб водо- и газоснабжения, обнаружения мин, и также используются в археологических и исторических целях, т. е. поиск различного рода артефактов и т.д.



В результате дифракции каждый точечный рассеиватель, находящийся в однородной среде, отображается в виде гиперболы. В этом случае истинное положение точки рассеивателя соответствует вершине гиперболы.

Фокусировка перемещает отражения в их истинные позиции, убирая эффект дифракции, тем самым увеличивая пространственное разрешение и позволяя получить изображение.

В обработке данных наиболее широко используются метод дифракционного суммирования



Метод дифракционного суммирования

Каждый отраженный импульс проходит расстояние $R(t_n)$ и имеет время задержки t_n . Мы можем рассчитать расстояние и время задержки с помощью теоремы Пифагора:

$$R = \sqrt{z_0^2 + (x_0 - x_n)^2}$$

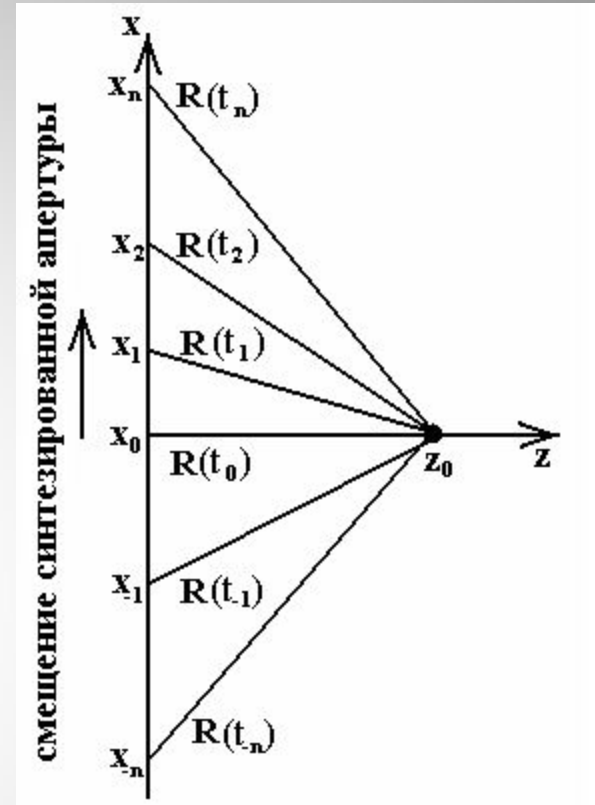
Это уравнение гиперболы и z_0 :

$$z_0 = \sqrt{(\tau_n c)^2 - (x_0 - x_n)^2}$$

В трехмерном случае:

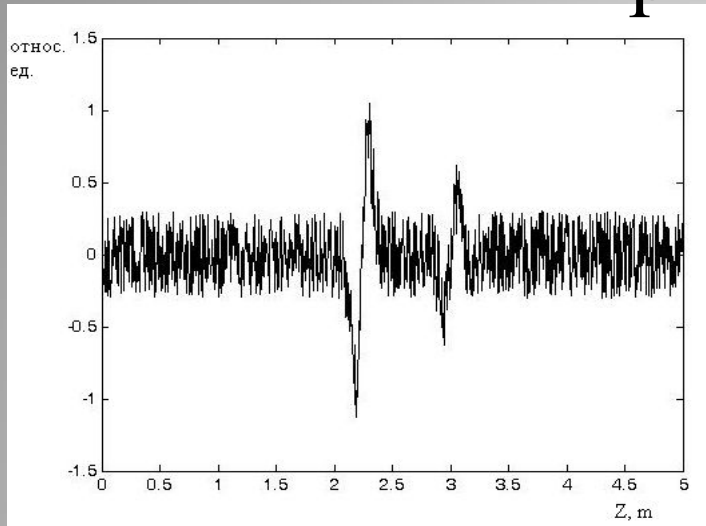
$$z_0 = \sqrt{(\tau_n c)^2 - (x_0 - x_n)^2 - (y_0 - y_n)^2} \quad , \text{где } \tau_n = \frac{t_n}{2}$$

Метод дифракционного суммирования основан на суммировании амплитуд сигнала вдоль гиперболы.

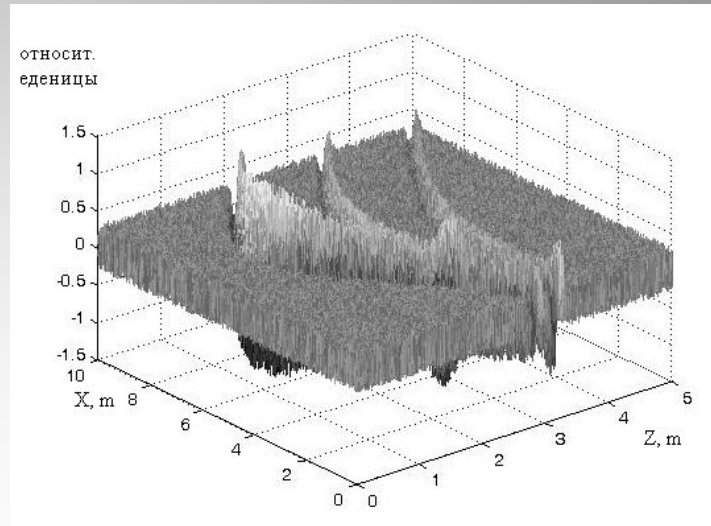


Пути отраженного сигнала от цели в разных точках приема

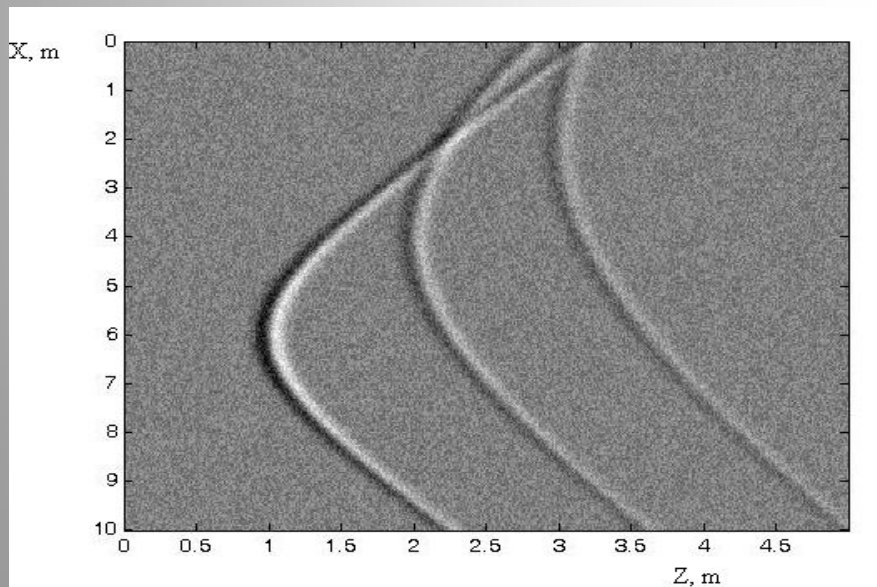
Прямая задача



Одномерный смоделированный сигнал (позиция среза = 2м)



Двухмерный вид смоделированного сигнала

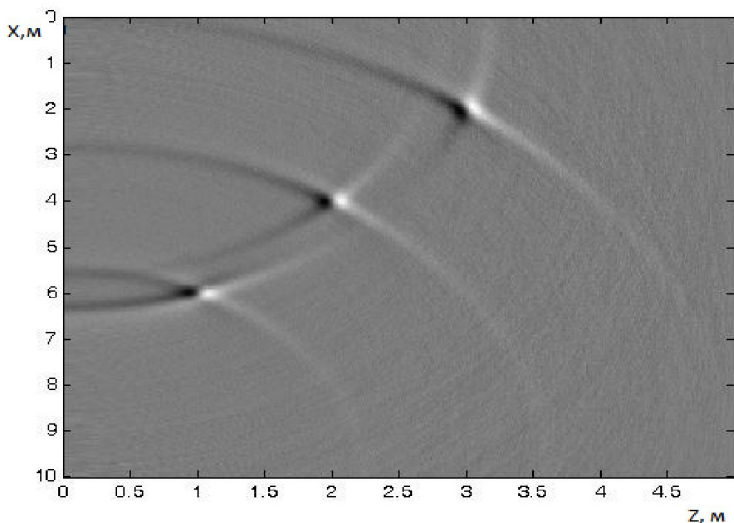


Моделированный сигнал от трёх точечных источников

Длина трассы по X	10 м
Число точек зондирования вдоль X	1024
Длина трассы по Z	5 м
Число точек зондирования вдоль Z	512

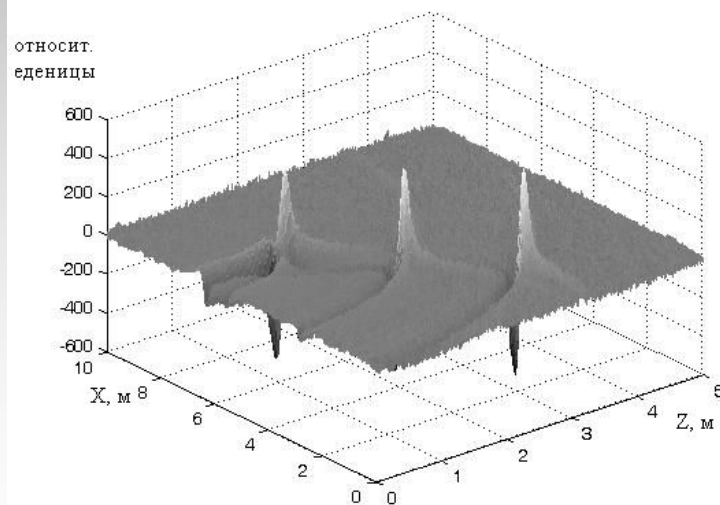
Моделирование и обработка данных проводились с использованием технического языка программирования Matlab на ПК со следующими характеристиками: процессор – Intel® Core™ i5 CPU M430 2,3 ГГц, ОЗУ - 4 Гб.

Миграция сигнала методом дифракционного суммирования

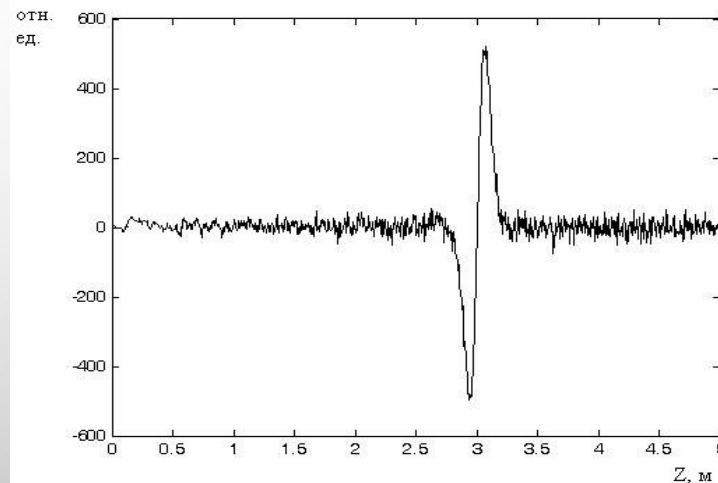


Фокусировка сигнала трех точечных источников методом дифракционного суммирования

Общее время расчета - 5,3 секунд

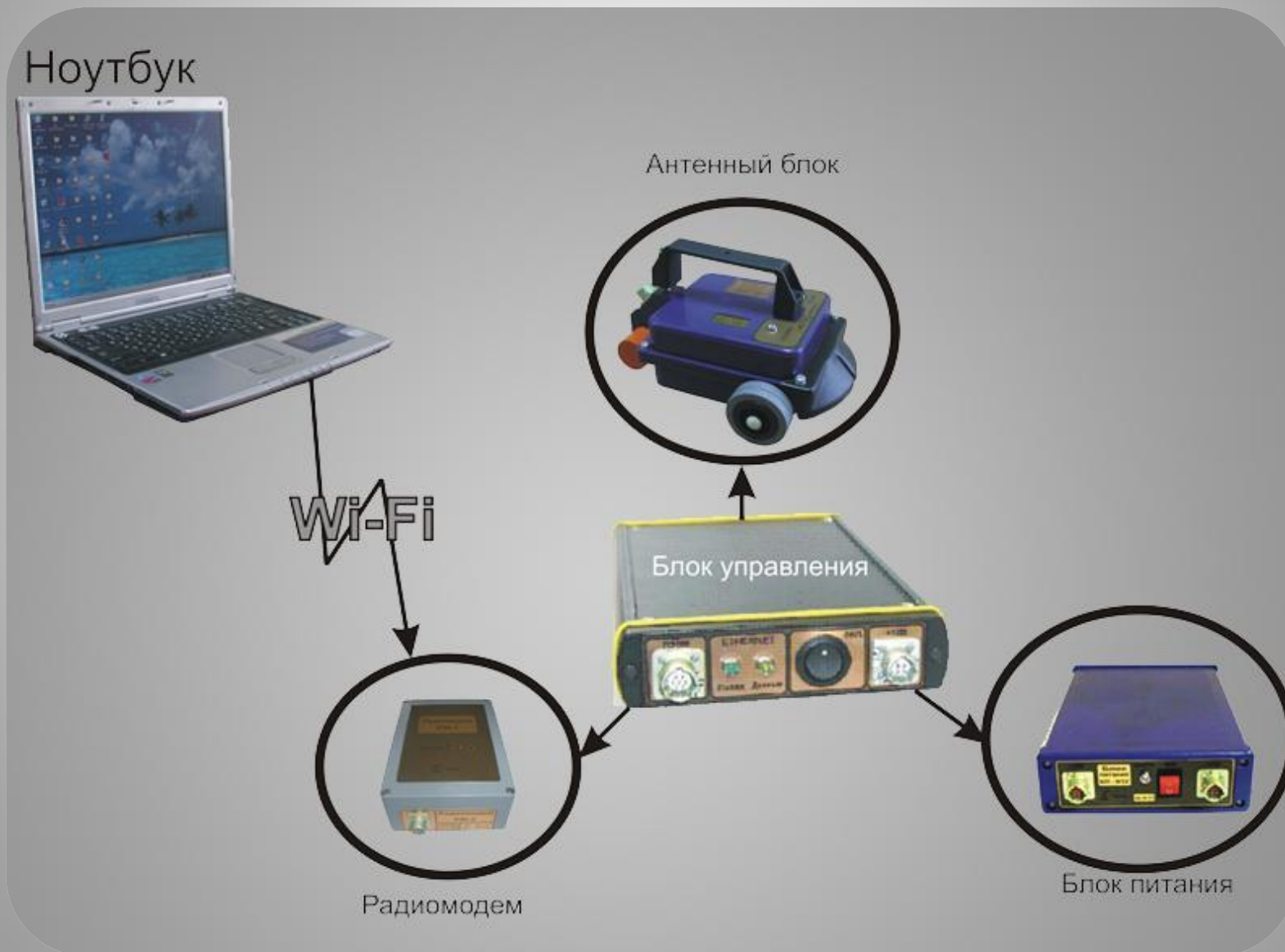


Двумерное изображение миграции сигнала



Фокусированный сигнал (срез $X=3$)

Схема сборки георадара “ОКО-2”с радиомодемом



Антенный блок АБ-1700



- Центральная частота - 1700 МГц;
- Глубина зондирования - 1 м;
- Разрешающая способность - 0,03 м.

Река

ТОМЬ

- Длина трассы – 2 м;
- Шаг зондирования вдоль трассы – 0,02 м;
- Время зондирования – 32 нс.

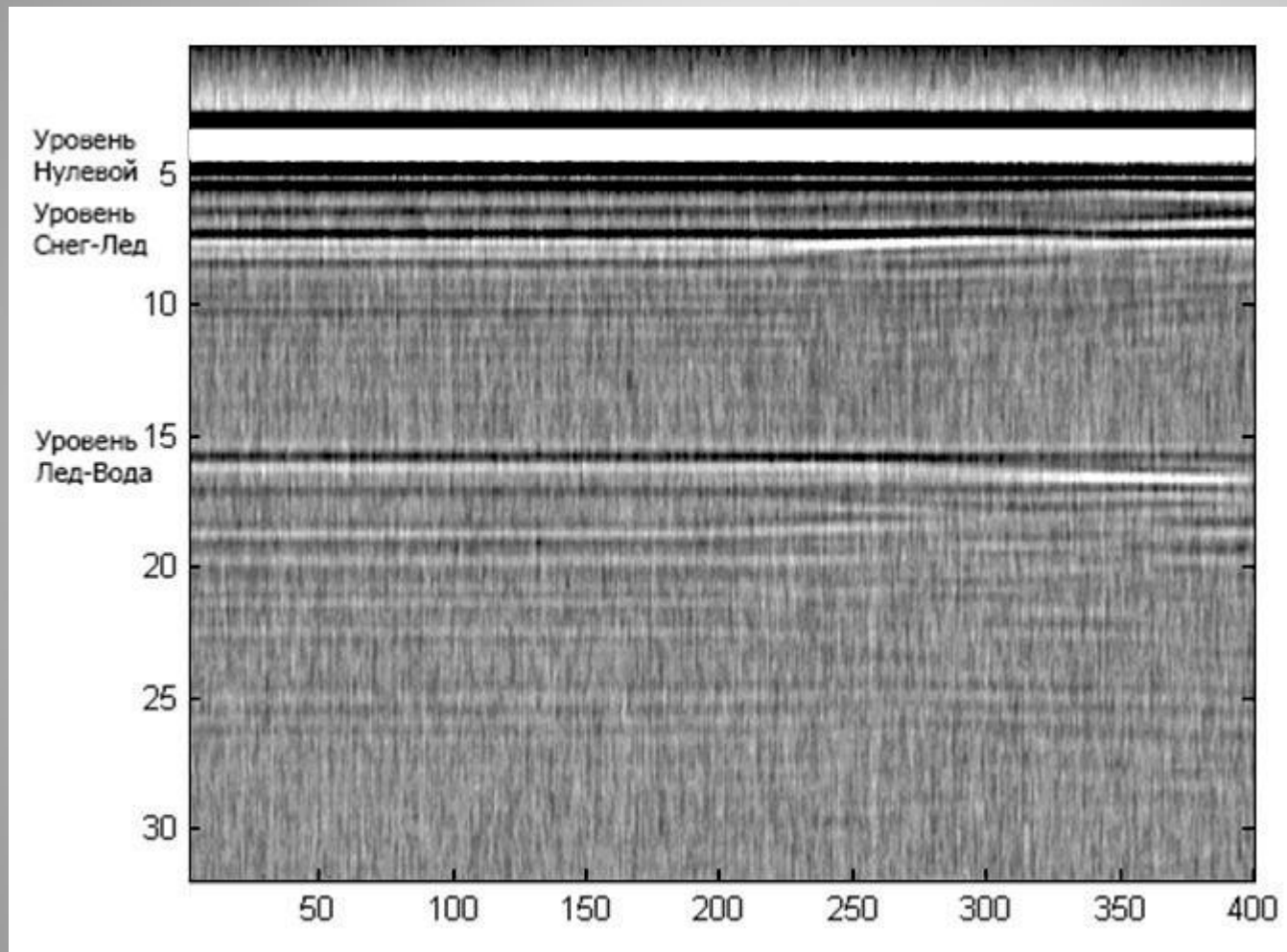


Получение геолокационных данных

9



Обработка экспериментальных данных



Для снега

- $d_1 = 76$ см

- $\varepsilon_1 = 1.14$

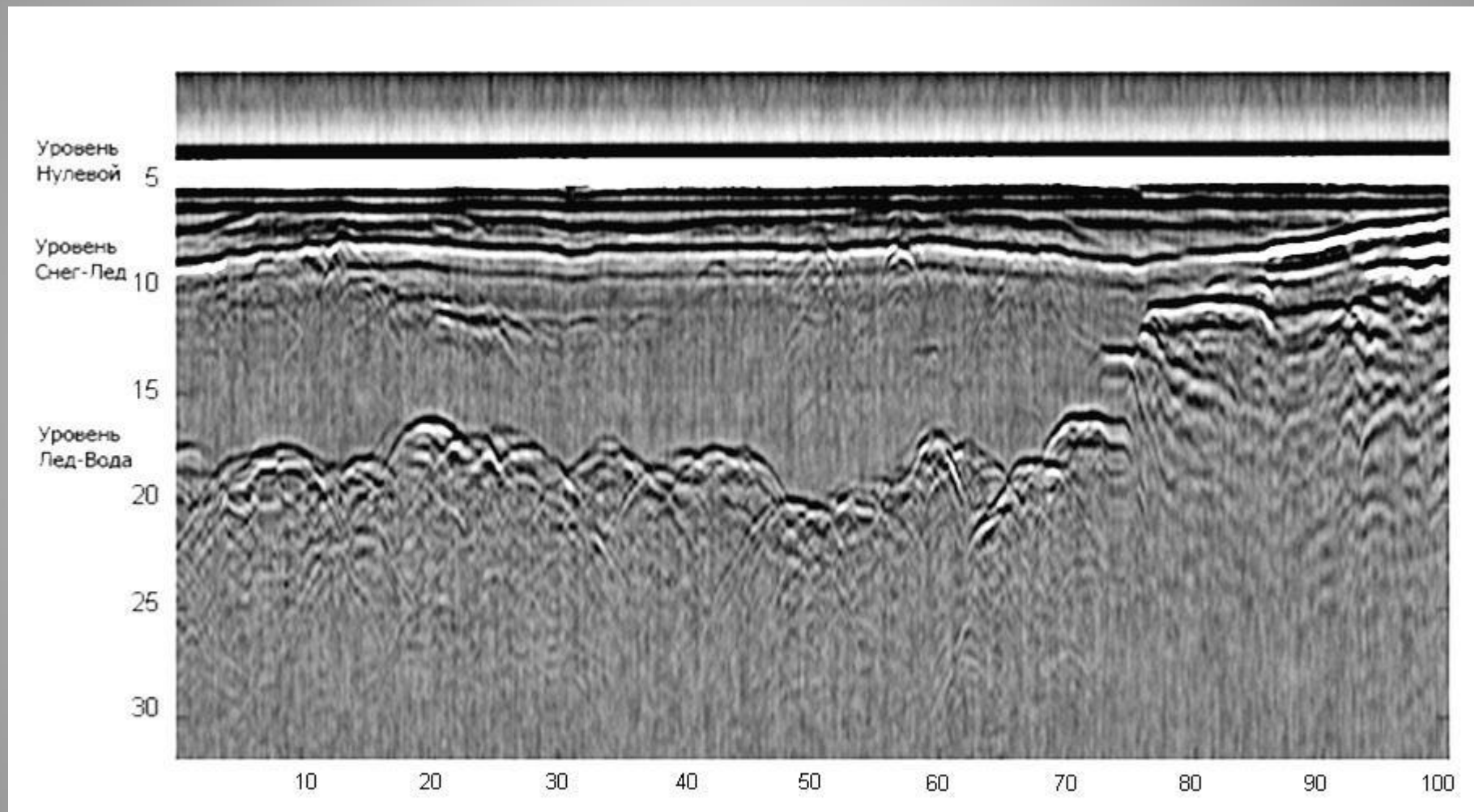
Для льда

- $d_2 = 82$ см

- $\varepsilon_2 = 1.8$

Геолокационный профиль

Обработка экспериментальных данных

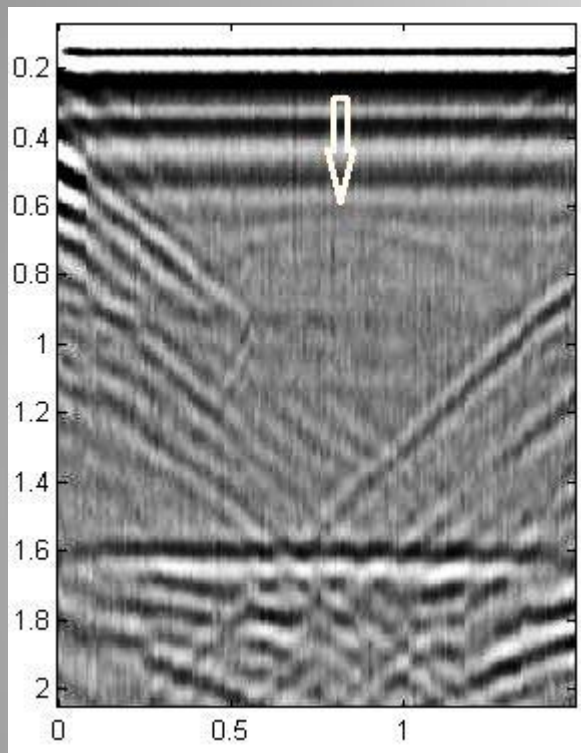


Геолокационный профиль зондирования вдоль тропы

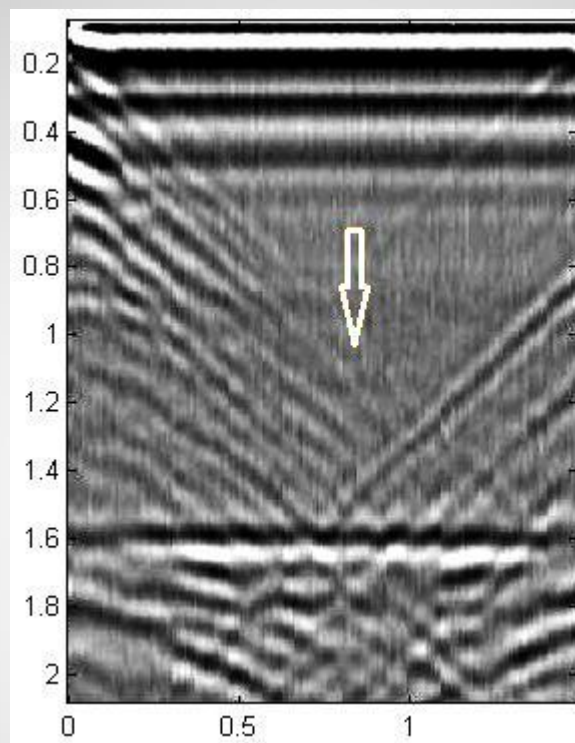


- Ящик с песком размерами – 2м x 1,5м x 1,5 м;
- Шаг зондирования вдоль трассы – 0,02 м;
- Время зондирования – 16 нс.

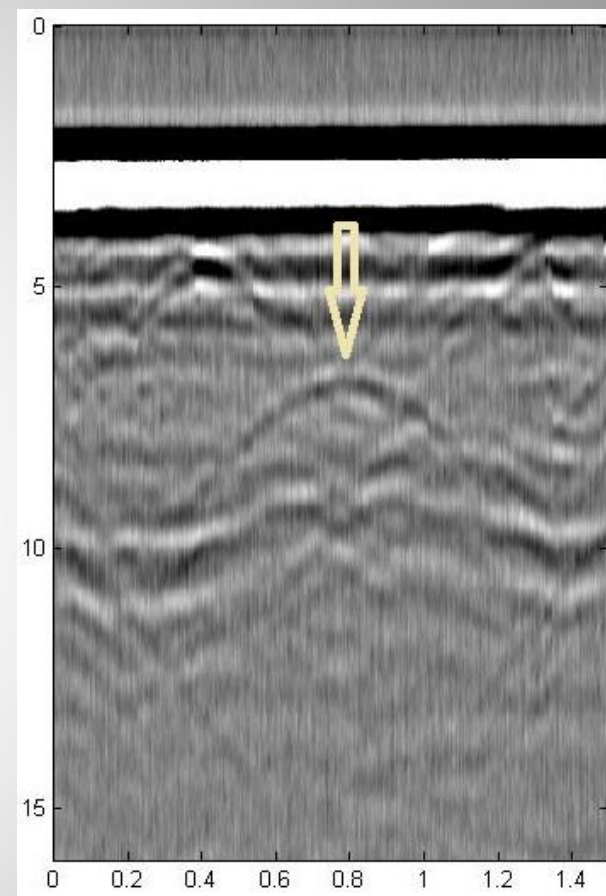
Обработка экспериментальных данных



а) глубина 0,6 м



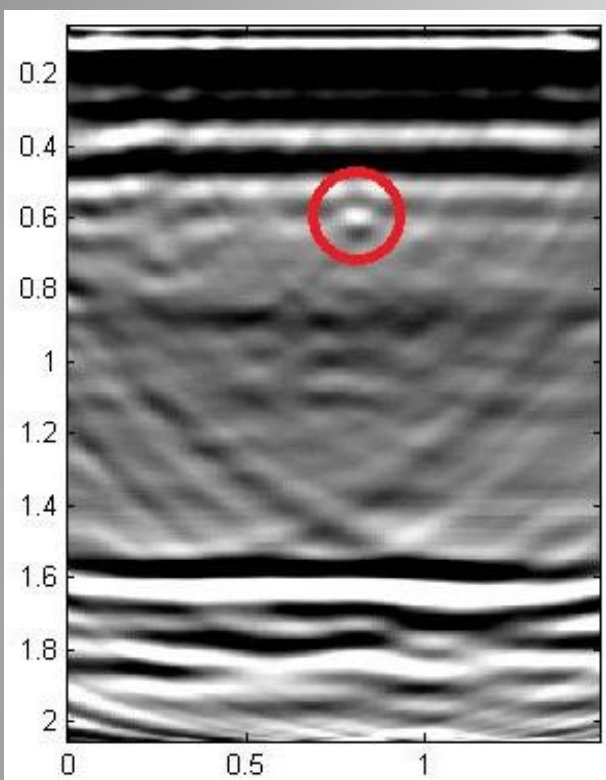
б) глубина 1 м



Геолокационный профиль в
среде – песок

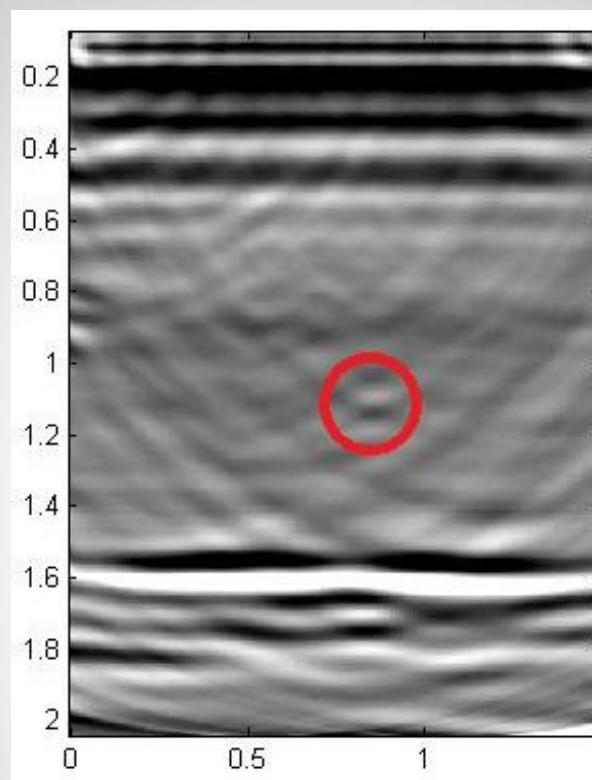
Геолокационный профиль в среде – воздух

Обработка экспериментальных данных

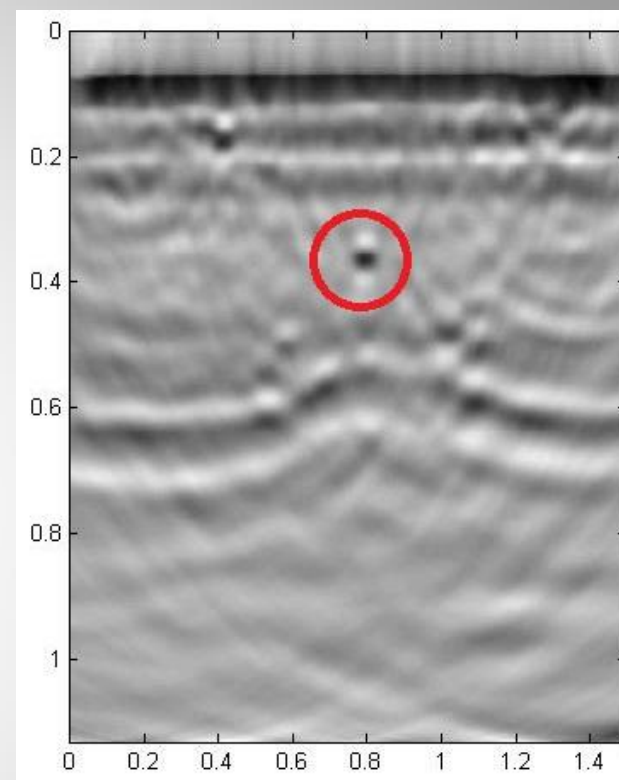


а) глубина 0,6 м

Результат обработки геолокационных данных в
среде – воздух



б) глубина 1 м



Результат обработки
геолокационных данных
в среде – песок

Заключение

- Изучены теоретические основы метода дифракционного суммирования.
- Произведено численное моделирование.
- Исследованы электрические (диэлектрическая проницаемость) и физические параметры (толщина) снежного и ледового покрова рек.
- Проведен успешный поиск объектов в средах с разной диэлектрической проницаемостью.
- Метод дифракционного суммирования отлично реализуется на данных полученных по средствам георадара “ОКО-2”.

Благодарю за внимание