

ООО «Логические Системы»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по обследованию водоемов и болот
с использованием георадара «ОКО-2».

2007 г.

1. Содержание

1.	СОДЕРЖАНИЕ	3
2.	ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА	4
3.	ПАРАМЕТРЫ СЪЕМКИ ГЕОРАДАРНОГО ПРОФИЛЯ	5
3.1	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВНЕШНИЙ ВИД АНТЕННЫХ БЛОКОВ.	6
4.	ВЫБОР МЕТОДИКИ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОЙ СЪЕМКИ	8
4.1	РАЗМЕЩЕНИЕ.....	8
4.2	РЕЖИМЫ ЗАПИСИ	9
4.3	РАБОТА ГЕОРАДАРА С GPS.....	11
5.	ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С АНТЕННЫМИ БЛОКАМИ НА ВОДЕ	12
6.	ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ НА ВОДЕ	13
7.	АППАРАТУРНЫЕ НАСТРОЙКИ ПРИ СЪЕМКЕ ГЕОРАДАРНОГО ПРОФИЛЯ . 14	
8.	ВИДЫ ПОМЕХ ПРИ РАБОТЕ НА ВОДЕ	16
9.	ОБРАБОТКА ПОЛЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ	18
10.	ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГЕОРАДИОЛОКАЦИИ	21
	ЭКСПОРТ ДАННЫХ	23
	Вывод на печать полученных результатов	23
	Приложение 1. Основные электрические характеристики почв и пород.	24
	Приложение 2. Примеры радарограмм при работе на воде.	25

2. Физические основы метода.

Георадарный метод основан на явлении отражения электромагнитных волн от поверхностей, на которых меняются электрические свойства. Основным параметром среды является ее диэлектрическая проницаемость.

В состав георадара входят излучающая (источник) и приемная (приемник) антенны. Источник излучает электромагнитную волну заданной частоты в виде конечного полупериодного импульса.

При георадиолокационной съемке георадар перемещается вдоль по профилю.

Электромагнитная волна в воде (или другой среде исследования) отражается от границ слоев, имеющих различные диэлектрические свойства.

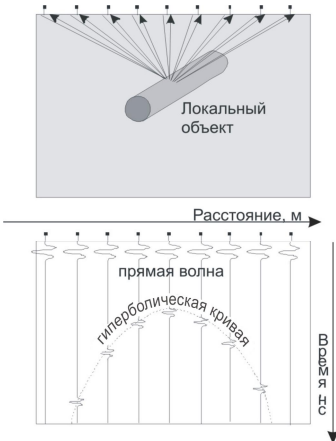


Рисунок 1.2. Отображение локального объекта.

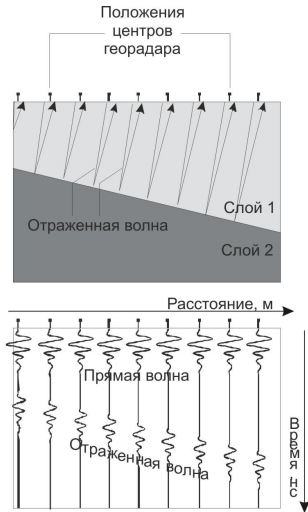


Рисунок 1.1. Отображение границы слоя.

В каждой точке профиля записывается трасса – зависимость амплитуды сигнала от времени прихода отражения.

Набор трасс по всему профилю составляет радарограмму.

Первое отражение на радарограмме называют **прямым сигналом** (сигналом прямого прохождения). Прямая волна в большинстве случаев одинаковая для всех трасс профиля. Она определяется конструкцией антенны и поверхностью профиля.

При перемещении георадара по профилю происходит отражение от локальных объектов или границ сред с разной диэлектрической проницаемостью. Набор отражений может образовывать прямую линию, в случае границы или гиперболу (гиперболическую кривую) в случае отражений от локального объекта, при этом сам объект находится в вершине этой гиперболы (рисунок 1.2)

3. Параметры съемки георадарного профиля.

Методика планируется на стадии проектирования работ на основании всей информации об объекте исследования. Сюда должна входить вся имеющаяся геологическая информация об объектах в виде скважин или геологических отчетов, информация об электрических свойствах пород.

Обязательной составляющей частью методики является составление плана (чертежа) участка работ или точная привязка к уже имеющемуся плану, разбивка профилей и топографическая привязка.

Желательна информация о предполагаемых размерах и предполагаемом месторасположении, в том числе глубине, искомых объектов и прочая информация, которая может быть полезна.

Для проведения георадиолокационной съемки на основании имеющейся информации определяются следующие параметры:

- 1) тип антенны,
- 2) способ перемещения антенны по профилю,
- 3) аппаратурные настройки: число накоплений сигнала, усиление и т.д.

Таблица 3.1. Выбор антенного блока.

Требуемая глубина исследования, м /чистота воды ¹		Антенный блок	Режим съемки	Шаг зондирования, мм
до 3	Чистая	АБ-400, 250	любой возможный ³	в режиме «непрерывно» шаг не учитывается; в режиме «по – перемещению» - 100-300 мм
	Загрязненная	АБ-400, 250		
до 7	Чистая	АБ-250, 150		
	Загрязненная	АБ-150, 90, АБДЛ-«Тритон»		
свыше 7	Чистая	АБ-150, 90 АБДЛ «Тритон»		
	Загрязненная	АБ-150, 90 АБДЛ «Тритон» ²		

¹ – низкое удельное электрическое сопротивление воды приводит к уменьшению глубинности, это связано с сильным загуханием электромагнитных волн в проводящей среде; чем чище вода, тем больше ее удельное электрическое сопротивление, тем до большей глубины можно изучать разрез; загрязненная вода (также как и минерализованная морская) обладает низким удельным электрическим сопротивлением.

² – заданная глубинность может не быть достигнута ни одним из антенных блоков; глубинность метода сильно зависит от степени загрязнения воды, например в Москве-реке глубина исследования с антенной АБ-150 не превысила 5 м.

³ – выбор режима съемки зависит от размеров водоема и условий работы: при обследовании небольших водоемов можно работать с датчиком перемещения – нитью в режиме «по-перемещению»; если работать с датчиком перемещения невозможно, то работают в режиме «непрерывно» с последующей привязкой профилей.

3.1 Технические характеристики и внешний вид антенных блоков.

АБДЛ-Тритон

(антенный блок дипольный линейный).

Возможны подводные зондирования.

Центральная частота 35 и 50, 100 МГц.

Антенный блок неэкранированный.

Глубина зондирования до 20 м.

Разрешающая способность по глубине от 0,5 м до 2,0 м.

Линейное, складное, герметичное исполнение.

Диаметр аппаратной части 95 мм.

Масса от 6 до 8 кг.

Общая длина от 3 до 7 м.

Потребляемая мощность 8,0 Вт.



Антенный блок АБ-90 наиболее низкочастотный из экранированных антенных блоков. Имеет разборную конструкцию.

Центральная частота 90 МГц.

Глубина зондирования 16 м.

Разрешающая способность по глубине 0,5 м.

Габариты (в собранном виде) 2220x1000x270 (мм).

Масса (в собранном виде) 37 кг.

Потребляемая мощность 8,0 Вт.

Антенный блок АБ-150.

Имеет разборную конструкцию.

Экранированный антенный блок.

Центральная частота 150 МГц.

Глубина зондирования 12 м.

Разрешающая способность по глубине 0,35 м.

Габариты (в собранном виде) 1600x620x170 (мм).

Масса (в собранном виде) 18 кг.

Потребляемая мощность 7,0 Вт.





Антенный блок АБ-250.

Имеет разборную конструкцию.

Экранированный антенный блок.

Центральная частота 250 МГц.

Глубина зондирования 8 м.

Разрешающая способность по глубине 0,25 м.

Габариты (в собранном виде)

1100x430x130 (мм).

Масса (в собранном виде) 10 кг.

Потребляемая мощность 7,0 Вт.

Антенный блок АБ-400.

Имеет разборную конструкцию.

Экранированный антенный блок.

Центральная частота 400 МГц.

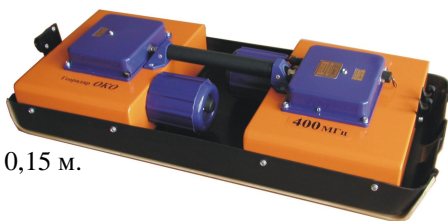
Глубина зондирования 5 м.

Разрешающая способность по глубине 0,15 м.

Габариты 680x275x120 (мм).

Масса 4,2 кг.

Потребляемая мощность 6,0 Вт.



4. Выбор методики георадиолокационной съемки.

Георадиолокационную съемку на акваториях можно проводить, располагая антенный блок на маломерных судах, таких как пластиковые и резиновые лодки. Кроме того, антенный блок АБДЛ «Тритон» можно непосредственно погружать в воду или перемещать по дну водоема.

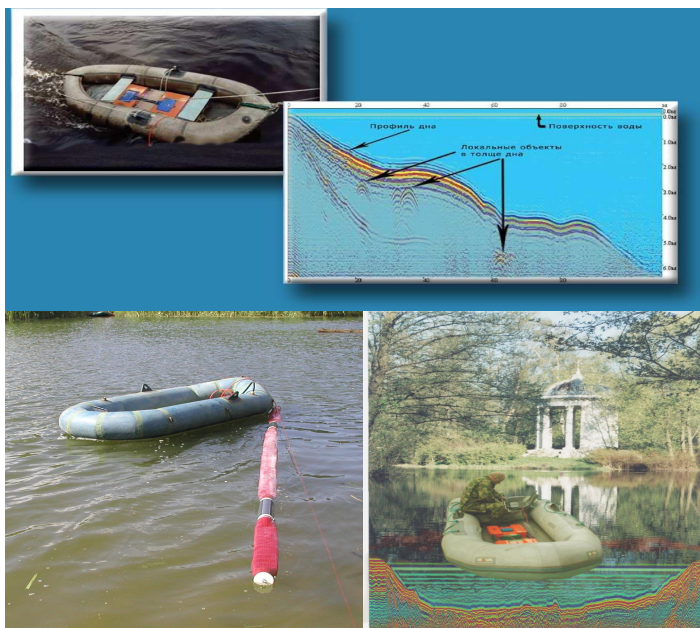


Рисунок 4.1. Способы размещения георадара в лодке.

4.1 Размещение

Георадар размещается на дне резиновой надувной или пластиковой лодки и, при необходимости, закрепляется дополнительно к бортам различными неметаллическими приспособлениями.

Связь георадара с ноутбуком осуществляется при помощи оптического и электрического кабелей через преобразователь оптический. Так же возможно подключение антенного блока через радиомодем.

Для получения наилучших результатов рекомендуется использование одной лодки для антенного блока, а другой, основной, для размещения регистрирующей аппаратуры и оператора с помощником.

Основная лодка может быть вёсельной или моторной.

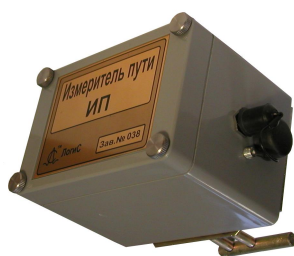
Если основная лодка вёсельная, лодка с георадаром буксируется при помощи веревки на короткой связи. Антенный блок соединяется с устройством связи через кабель, который фиксируется к буксировочному тросу, чтобы исключить провисание.

Если основная лодка оснащена мотором, лодка с антенным блоком буксируется борт к борту. Ход лодки должен быть самый малый, чтобы избежать высокой волны.

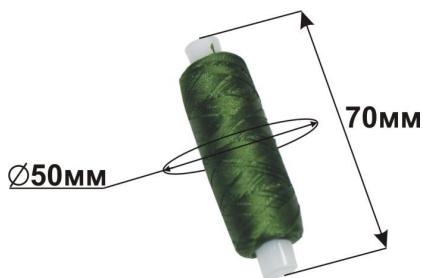
4.2 Режимы записи

Режим «по перемещению»

При отсутствии ветра или течения, съёмка георадарного профиля ведётся в этом режиме при помощи измерителя пути ИП (рисунок 4.2(а)).



а)



б)

Рисунок 4.2. а) Измеритель пути; б) Катушка ниток (максимальные размеры).

Измеритель пути с катушкой ниток, предназначен для работы на водоемах и труднопроходимой местности. Крепится к специальному кронштейну в задней части антенного блока. Регистрирует пройденное расстояние по мере разматывания нити. Питание от двух «пальчиковых» батареек. В комплект измерителя пути входит две пальчиковые батарейки и катушка капроновых ниток длиной 500 м, при сканировании более протяженных участков следует приобрести дополнительные катушки с нитками. Максимальные размеры катушки показаны на рисунке 4.2(б). Во избежание разрыва нить она должна быть прочной (капрон), но при этом тонкой.

Когда работа ведется в данном режиме, возможна площадная съемка. Для этого на исследуемом участке от одного берега к другому протягиваются веревки через одинаковое расстояние и параллельно друг другу, по которым происходит перемещение лодки с георадаром. При этом начальная координата и дистанция должны быть одинаковыми на всех проходах. Для выполнения обработки направление движения на всех проходах должно совпадать, поэтому если съемка ведется «змейкой», то используется опция «Вперед-назад» или обработка - «реверс» файлов. Все такие файлы можно объединить в объемную картинку в программе GeoScan32. Подробнее об обработке в описании программы.

Режим «Непрерывный»

В случае, когда работа с датчиком перемещения невозможна, съемка производится в режиме «непрерывно», при котором антенный блок излучает с одинаковой скоростью, не зависимо от перемещений георадара. В данном режиме шкала расстояний в записанном файле рисуется условно и не несет в себе полезной информации.

Возможна программная привязка с помощью спутникового определения координат, точность этого определения полностью зависит от GPS приемника.

4.3 Работа георадара с GPS

Приёмники GPS используются для привязки профилей, снятых георадарами к карте местности. Для этой цели могут использоваться приёмники GPS, способные регулярно выдавать данные о текущем положении приёмника с равномерным темпом от 20 до 2 отсчётов в секунду.

Сопряжение приёмника GPS с компьютером, управляющим георадаром, осуществляется через последовательный интерфейс RS232. Настройка интерфейса RS232 на необходимую скорость передачи данных осуществляется в программе GeoScan32. Допустимые для приёмников GPS скорости связи интерфейса RS232 лежат в диапазоне от 1200 до 115200 бод. Значением по умолчанию является величина 9600 бод.

Программа GeoScan32 на текущий момент поддерживает GPS приёмники фирмы Trimble и прочие, позволяющие выдачу данных о положении антенны в виде сообщений протокола NMEA-0183 GGA и GGL. Конфигурация приёмников GPS программой GeoScan32 не осуществляется. Точность определения положения антенны георадара определяется характеристиками используемых приёмников GPS и условиями наблюдения спутников системы GPS. Для увеличения точности позиционирования рекомендуется использовать дифференциальные системы GPS.

При использовании дифференциальных приёмников GPS точность определения положения антенны георадара, жестко связанной с антенной приёмника GPS, существенно улучшается и достигает при благоприятных условиях величины нескольких сантиметров. При использовании простейших приёмников GPS, точность определения положения существенно хуже, часто от 5 до 15 метров, что позволяет осуществить только грубую привязку к местности. Подробное описание настроек программы Geoscan32 с GPS приемником описано в Приложении 4 руководства пользователя Geoscan32.

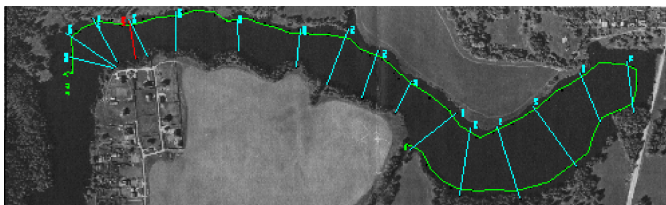


Рисунок 4.2. Пример построения схемы расположения георадиолокационных профилей с помощью GPS

5. Особенности работы с антенными блоками на воде

1) АБ-90.

Самый большой по размерам и по массе антенный блок. Для удерживания его на воде следует использовать лист пенопласта толщиной 5 см или соответствующую по габаритам резиновую лодку, также возможно передвижение антенного блока по воде без дополнительных приспособлений за счет его плавучести. При размещении антенны в лодке обязательно положить ее на дно для достижения максимального эффекта при зондировании водоемов. При перемещении на пенопласте вся аппаратура должна располагаться в лодке, используются кабели максимальной длины для связи с АБ и жесткая сцепка лодки и пенопласта. Есть возможность работы с измерителем пути.

2) АБ-150.

Для работы на воде удобнее всего использовать двуместную резиновую лодку, при этом сначала разместить в ней антенный блок, а потом накачать во избежание повреждений лодки. Аппаратуру следует располагать на блоке приемника так, чтобы она не выходила за края, а кабели располагаются перед ним. Возможно также размещение на листе пенопласта. может работать с измерителем пути.

3) АБ-250; АБ-400.

Размещаются в резиновой лодке любого размера, при этом габариты этих антенн позволяют без труда разместить аппаратуру на небольшом расстоянии перед приемником. Могут работать с измерителем пути.

4) АБДЛ «Тритон»

Обладает плавучестью и полностью герметичен, что позволяет работать без дополнительных приспособлений при надводной съемке. Возможна работа под водой, при этом используются грузила для утапливания и поплавок для регулировки глубины погружения. Для придания жесткости используются одно или два телескопических удилища, которые крепятся к АБДЛ «Тритон» скотчем. Вся аппаратура должна располагаться в лодке, к которой привязывается антенный блок.

6. Общие рекомендации по работе на воде.

- 1. При работе на воде нельзя использовать металлические лодки и другие приспособления.**
- 2. Аппаратуру следует размещать на некотором расстоянии от антенного блока, при отсутствии такой возможности расположить над блоком приемника или перед ним.**
- 3. Во избежание выхода из строя или нестабильной работы системы не погружать оптический преобразователь в воду и загерметизировать оптический и электрический разъемы.**
- 4. Не использовать датчик перемещения при сильном ветре или течении.**
- 5. При наличии небольшого ветра или течения, когда лодку сносит с намеченного курса, через водоём натягивается капроновый канат, вдоль которого происходит движение**
- 6. Рекомендуется использовать две связанные между собой лодки, в одной из них размещается антенный блок, в другой оператор и аппаратура.**
- 7. При работе на небольших водоемах можно использовать длинную веревку, с помощью которой осуществлять перемещение антенного блока или лодки.**
- 8. При работе на воде уменьшается глубина зондирования в зависимости от степени минерализации и загрязненности водоема.**
- 9. Если основная лодка оснащена мотором, лодка с антенным блоком буксируется борт к борту. Ход лодки должен быть самый малый, чтобы избежать высокой волны.**

7. Аппаратурные настройки при съемке георадарного профиля.

Окно настройки параметров вызывается кнопкой в режиме сканирования профиля.

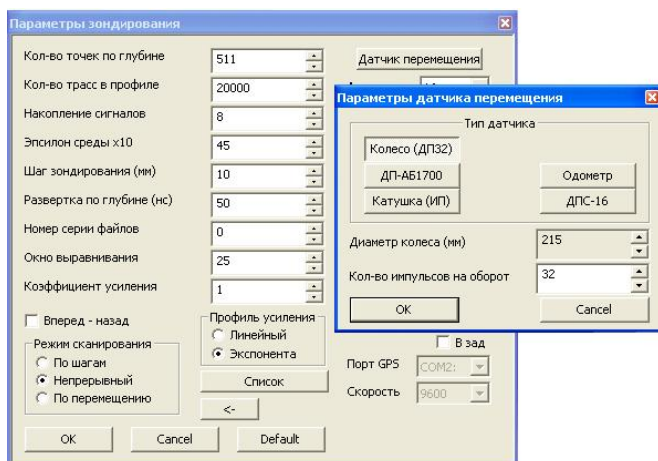


Рисунок 6.1. Окно настройки параметров зондирования.

- **Кол-во точек по глубине.**

Максимальное количество точек составляет 511. Уменьшение этого значения приводит к обрезанию картинке в нижней ее части на соответствующую величину. При этом увеличивается скорость сканирования и уменьшается размер файла. Понижение значения используется при сканировании приповерхностных слоев.

**Для воды, где как правило важна глубина и поверхность не несет полезной информации рекомендуется выставлять 511 точек по глубине.*

- **Кол-во трасс в профиле.**

Максимальное кол-во трасс в одном файле. При достижении указанного значения запись файла заканчивается. Для записи длинных профилей следует выставлять значение этого параметра 20000 и выше в зависимости от продолжительности сканирования. При увеличении максимального числа трасс в профиле компьютером резервируется больше оперативной памяти.

**Рекомендованное значение параметра при сканировании длинных профилей 40000-50000 трасс.*

- **Накопление сигналов**

Этот параметр позволяет увеличить соотношение сигнал/шум и тем самым улучшить визуализацию и глубинность. При накоплении равном 1 в каждой точке профиля происходит запись одной трассы, при увеличении этого параметра происхо-

дит запись большого числа трасс в одной и той же точке и вычисляется их среднее арифметическое значение, которое и является конечным при записи радарограммы.

При увеличении накопления снижается максимально возможная скорость перемещения при сканировании профиля. Следует учитывать это и не ставить слишком большое значение.

**При записи в режиме «по перемещению» или «непрерывно» накопление задается в интервале 4-10 в случае чистой воды и может быть увеличена до 32 в случае загрязненной воды.*

- **Диэлектрическая проницаемость (Эпсилон среды x10)**

Некоторые значения эпсилон приведены в Таблице 1.1. В параметрах задается значение умноженное на 10.

**Для воды обычно задается значение 81 и изменяется в зависимости от загрязнения и минерализации водоема.*

- **Шаг зондирования**

Используется только при работе с датчиком перемещения, в непрерывном режиме значение не учитывается. Программой записываются трассы через заданное расстояние. При задании шага больше чем размеры объектов очень велика вероятность его пропуска. Шаг задается в зависимости от целей и поставленных задач. При увеличении шага скорость сканирования увеличивается.

**В режиме «по – перемещению» задается равным 100-300 мм.*

- **Развертка по глубине.**

Выбирается исходя из используемого антенного блока и степени загрязнения воды. Для каждого антенного блока свои значения разверток по глубине.

**При сканировании чистых, пресных водоемов работа ведется на 3-ей, иногда 4-ой ступени развертки, а при работе на воде с большой степенью минерализации или загрязнения на 2-ой или даже 1-ой ступени.*

- **Номер серии файлов.**

Имя файла состоит из двух частей, разделяемых знаком «_» (P0000_0000). При сохранении в первой части записывается номер серии для того, чтобы иметь возможность их различать, во второй части указывается порядковый номер записанного файла. Если номер серии 35, то файл сохранится как P0035_0000.

** Удобно для идентификации файлов во время площадной съемки.*

- **Коэффициент усиления.**

Усиление при съемке задается максимальным (АРУ, k=0) для лучшего прослеживания границ. Автоматическая регулировка усиления (АРУ) во время сканирования позволяет отслеживать границы в реальном времени. При этом у оператора всегда есть возможность изменить любые параметры усиления в последующей обработке.

** Коэффициент на записываемую информацию не влияет, изменяется только отображение.*

- **Режим сканирования.**

При работе с измерителем пути ставится галочка напротив «По перемещению» и в окне «Параметры датчика перемещения» выбирается «Катушка (ИП)», т.к. работа на воде возможна только с этим датчиком. При работе в непрерывном режиме галочка ставится в соответствующем поле.

8. Виды помех при работе на воде.

При сканировании толщи воды и дна водоема, как и при работе в любой другой среде могут возникать помехи, которые могут мешать интерпретации.

Основные волнами помехами при работе на воде являются *кратные* и *дифрагированные* волны.

Кратные волны-помехи

На радарограмме отрисовываются как несколько параллельных слоев, повторяющих структуру друг друга.

Возникают при наличии интенсивной (с большим коэффициентом отражения) границы. Такой границей почти всегда является граница вода-дно и воздух-вода.

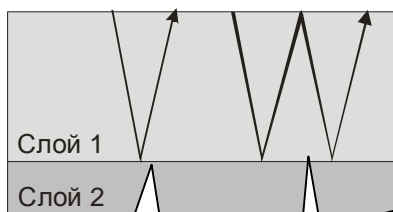
Кратные волны могут перекрывать полезные отражения, кроме того, сами кратные отражения можно принять за реальные отражающие границы.

Основным признаком кратных отражений является кратное увеличение времени прихода волны. Кроме того, амплитуды кратных отражений меньше, чем однократных.

На рисунке 8.1 Пример двух- и трехкратных волн. Профиль выполнен с антенной АБ-150 в режиме «непрерывно». Антенный блок располагался в резиновой лодке.

На радарограмме выделяется отражающая граница, которая является дном водоема. От этой границы, помимо основного (однократного) отражения возникли кратные волны. На радарограмме проявляется двух- и трехкратное отражение от дна.

Одно- и двукратное отражение



Отражение от дна.
A=9682.

Двукратное
отражение.
A=3032.

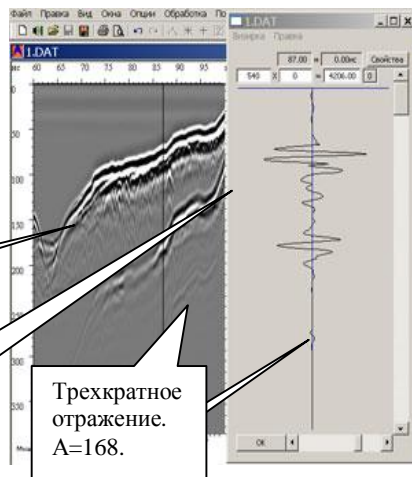


Рисунок 8.1. Многократные переотражения

Дифрагированные волны-помехи.

Появляются вследствие отражений от локальных объектов. При наличии большого количества объектов на дне водоема усы гипербол накладываются друг на друга и ухудшают визуализацию границ, находящихся под ними.

Такое встречается, например, в случае, когда дно водоема каменистое или содержит множество локальных объектов (деревья, мусор и пр.).

На рисунке 8.2 Пример дифрагированных волн-помех.

Георадарный профиль, полученный на поверхности пруда с резиновой лодки. Работы выполнены антенной АБ-250 в режиме непрерывно. Цель работ - изучение глубины водоема и мощности отложений илов современного происхождения.

На радарограмме выделено три слоя. 1 слой – вода (синей линией показана поверхность дна); 2 слой – ил (подошва слоя показана красной линией); 3 слой – минеральное дно (желтая линия); проведение этой границы условно, точное положение этой границы определить нельзя из-за того, что переход от влажных пород к сухим является градиентным.

На дне водоема расположен один или несколько локальных объектов. Дифрагированные волны, которые образовались от углов этого объекта, являются волнами-помехами, так как мешают выделению границ непосредственно под данным объектом (рисунок 8.2.).

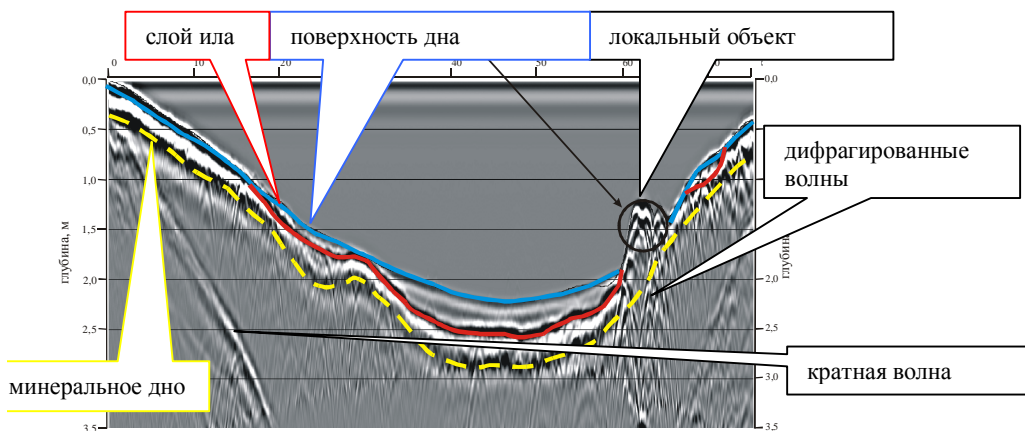


Рисунок 8.2. Строение дна.

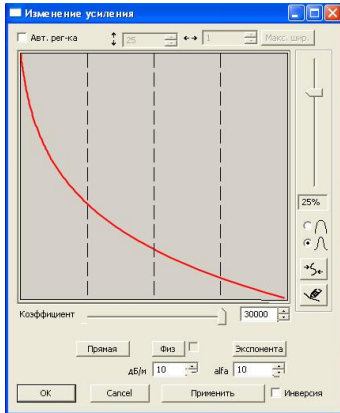
9. Обработка полевых материалов.

Целью обработки георадиолокационных данных является выделение полезных сигналов (отраженных сигналов от искомых объектов, выделение границ) на фоне других сигналов (сигнала прямого прохождения, сигналов-помех, шумов и т.д.).

На рисунке 8.2 показан пример обработанной радарограммы с использованием автопикировки, изменения усиления, контрастности и свойств слоев.

Усиление сигнала

Окно «Изменение Усиления» (рисунок 9.1) вызывается нажатием значка  или движком 



Коэффициент усиления изменяется от 1 до 30000. Режим «Прямая», «Экспонента», «Авт. рег-ка»

Режим «Прямая» обеспечивает равномерное усиление по всей развертке с учетом выставленного коэффициента усиления.

Режим «Экспонента» - усиление сигнала увеличивается по мере увеличения глубины.

Режим «Авт. рег-ка» - выравнивание амплитуды сигнала по всей развертке.

Режим и коэффициент усиления выбирается в зависимости от поставленной задачи и степени затухания сигнала в исследуемом водоеме.

**При обработке файлов обычно используется режимы прямая и экспонента.*

Рисунок 9.1. Окно «Изменение усиления»

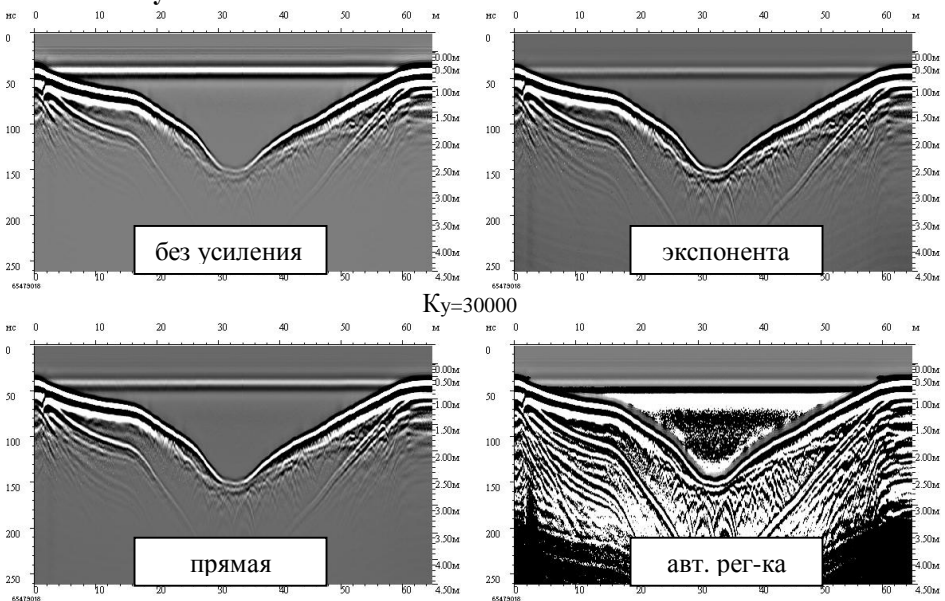
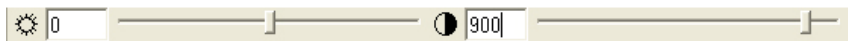


Рисунок 9.2. Режимы усиления.

Изменение контрастности

Регулировка яркости и контрастности осуществляется с помощью ползунков или изменяется после ввода цифровых значений в соответствующие поля.



Значения «по умолчанию» присваиваются нажатием на кнопки с изображением значков.

Регулировка контрастности и яркости используется для лучшей визуализации радарограммы.

Установка нуля шкалы глубины

Для правильного определения глубины следует установить ноль шкалы. Для этого горизонтальная линия на визирке устанавливается на первом переходе через ноль в прямом сигнале (рисунок 9.3).

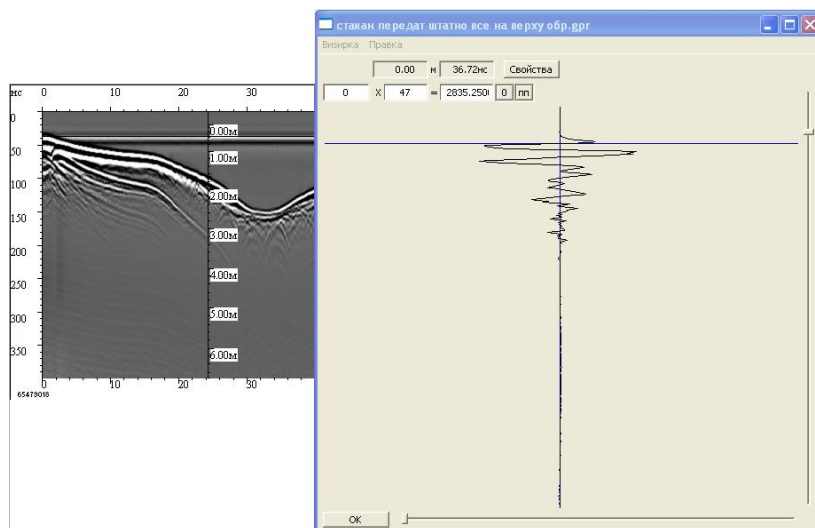


Рисунок 9.3. Установка нуля шкалы глубины.

Вычитание среднего

Обработка, позволяющая вычесть прямой сигнал. Если исследование ведется на глубине, а не в приповерхностном слое, то выполнение этой операции не обязательно.

10. Интерпретация данных георадиолокации.

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 и электрические свойства слоев.

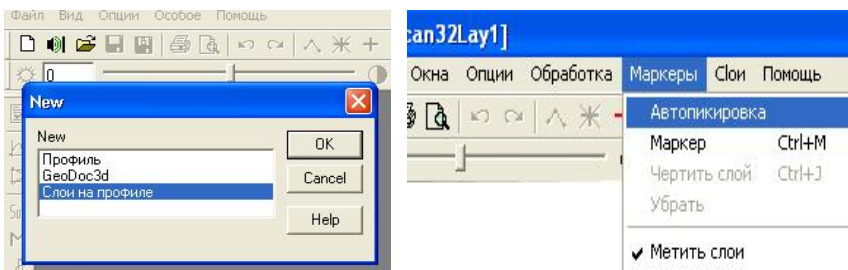
Заключительным этапом интерпретации является построение итоговых схем и разрезов с привязками в пространстве и по глубине.

Цели интерпретации:

- определение глубины водоема.
- обнаружение локальных объектов на дне водоема.
- построение геолого-геофизического разреза поддонных отложений.

Послойная обработка:

Обработка полученных после сканирования радарограмм ведется в режиме послойной обработки. Для перехода в этот режим в главном окне программы нажать кнопку  или в меню «Файл» выбрать пункт «Новый документ». В открывшемся окне активировать надпись «Слой на профиле» (рисунок 10.1) и выбрать файл для обработки.



а)

б)

Рисунок 10.1. а) Вход в режим послойной обработки; б) Вызов панели «Автопикировка»

В этом режиме у оператора есть возможность полуавтоматического прочерчивания слоев - «Автопикировка». Панель вызывается из меню «Маркеры» (рисунок 9.2).

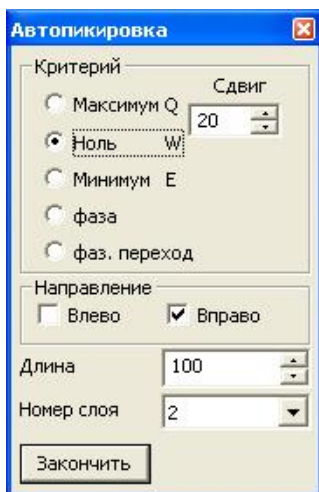
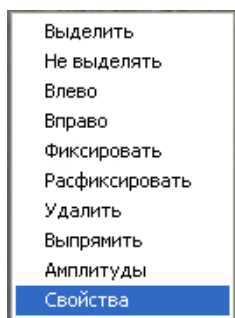


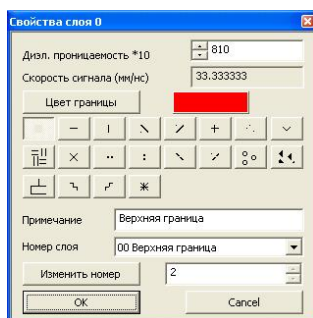
Рисунок 10.3. Панель «Автопикировка».

Функция прокладки слоев работает только при открытом окне «Автопикировка». Для прочерчивания слоя следует нажать левой кнопкой мыши на то место радарограммы, где по мнению оператора находится слой.

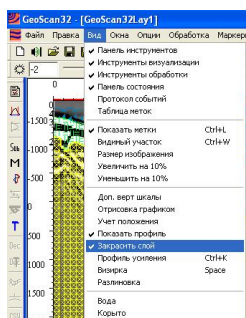
После прокладки одного или нескольких слоев можно изменять их свойства (рисунок 10.4(а)), щелкнув правой кнопкой мыши на радарограмме под нижней границей слоя.



а)



б)



в)

Рисунок 10.4. а) Контекстное меню; б) Свойства слоя; в) Заливка слоя.

Панель «Свойства слоя» позволяет изменить цвет границы слоя, его заливку, задать номер и изменить диэлектрическую проницаемость (рисунок 10.4(б)). В строке «Примечание» указывается состав слоя или данные о слое (вода, дно, песок).

Заливка слоя отображается при наличии галочки напротив строки «Закрасить слой» в меню «Вид» (рисунок 10.4(в).)

Возможна также самостоятельная прокладка слоя при нажатии кнопки на панели управления.

Экспорт данных

Программа Geoscan32 позволяет экспортировать обработанные радарограммы в растровые форматы графических файлов (*.bmp; *.jpg и т.д.), а также в формат файлов Autocad (*.dxf). При экспорт в Автокад производится только из режима послойной обработки, а открыть экспортированный файл можно только в программе Autocad 2008.

Вывод на печать полученных результатов

Перед выводом на печать файла следует воспользоваться функцией предварительного просмотра в меню «Файл» и убедиться, что печатаемая картинка соответствует требуемым размерам. Регулировка ее размеров осуществляется в меню «Вид». На рисунке 10.5 вывод на печать файла из послойной обработки.

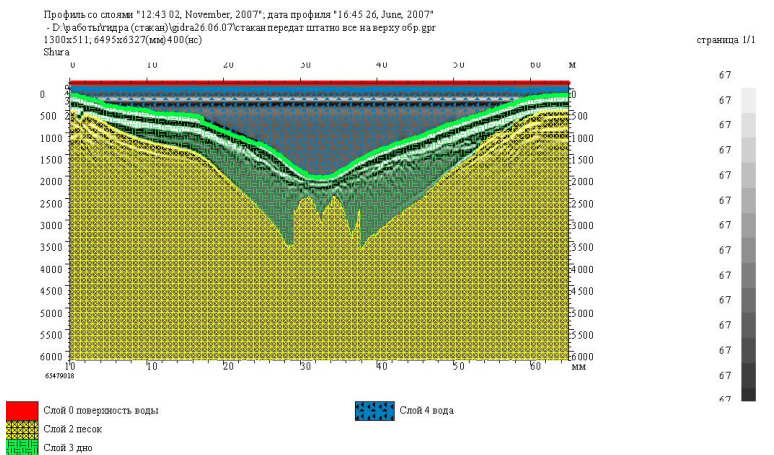


Рисунок 10.5. Вывод на печать обработанного «слоеного» файла.

Приложение 1. Основные электрические характеристики почвы и пород.

Тип	Влажность %	ε	Затухание Г [дБ/м]	Затухание [разы/м]	Скорость Vф [см/нс]	Задержка отраж. сигнала [нс/м]
Пески разнo-зернистые	0	3,2	0,05	≈ 1	17	12
	4	5	1,8	1,2	13	15
	8	7	3,5	1,5	11	18
	12	11	5,3	1,8	9	22
	16	15	6,5	2,1	8	26
Суглинок серый	0	3,2	0,1	1,01	17	12
	5	4,8	9,9	3,1	14	15
	10	7,0	15,5	6,0	11	18
	20	14,7	26	20	8	26
Суглинок каштановый	0	3,2	0,1	1,01	17	12
	5	4,0	3,2	1,4	15	13
	10	6,5	4,6	1,7	12	17
	20	10	10,8	3,5	10	21
Глина	0	2,4	0,3	1,04	19	10
	4	5,4	23	14,1	13	16
	8	8	27	22,4	11	19
	12	12	40	100	9	23
	16	18,6	53	447	7	29
Мерзлый песок		4,5	0,8	1,1	14	14
Снег сухой		1,2-2,8	0,01	1	18-27	7-11
Снег мокрый		2-6			12-21	10-17
Лёд пресный (- 10°С)		3,3	0,01-0,5	1-1,07	17	18
Лёд морской (- 15°С)	Соленость 5	8,1	20,0	10	10	20
	12	7,7	20,3	10	10	20
Лёд морской (- 25°С)	Соленость 5	6,7	7,8	2,5	12	17
	12	4,4	12,2	4,1	14	17
Базальт влажный		8	5,6		11	18
Бетон (500МГц)	0	3,7	4,5	1,7	16	13
	5	5,5	19,3	9,2	13	15
	10	7,0	84	16000	11	18
Вода пресная		81	0,18	1,02	3,3	61
Вода морская		81	330	3,6-1016	1,5	133
Мерзлый суглинок	-	16	0,9	1,1	8	27
Известняк	0	8	0,5	1,06	11	19
	Влажный	8	14	5	11	19
Доломит		6,7	0,6	1,07	12	17

Приложение 2. Примеры радарограмм при работе на воде.

1. На рисунке 11.1 радарограмма, снятая на небольшом водоеме. При сканировании использовался Антенный блок АБ150, который размещался в одноместной резиновой лодке, запись производилась в непрерывном режиме, перемещение лодки производилось с помощью веревки протянутой от одного берега к другому.

Параметры сканирования:

Накопление – 16 (задавалось с целью более подробно рассмотреть строение дна озера).

Усиление – 30000, экспонента (усиление задали после сканирования)

Развертка по глубине – 200 (глубина озера небольшая, поэтому использовалась первая развертка)

Режим записи – непрерывно (не требовалось точной привязки к местности).

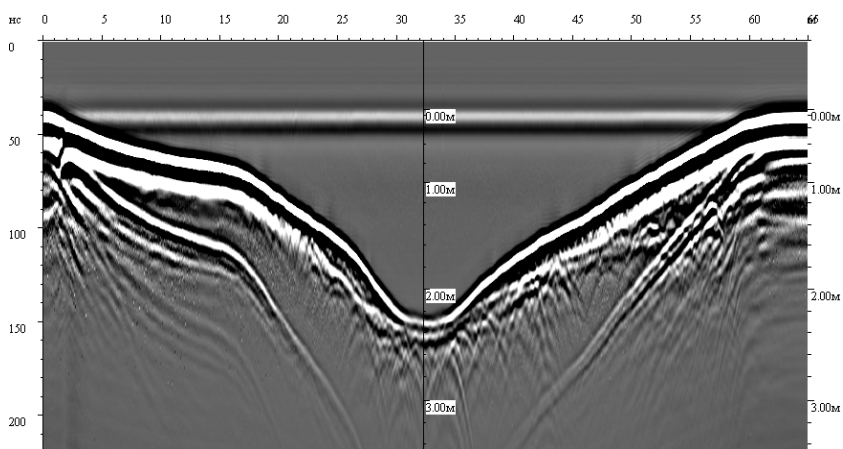


Рисунок 11.1. Сканирование небольшого озера.

На полученной радарограмме четко прослеживается дно водоема, поверхность воды, слой песка на дне и большое количество усов гипербол от локальных объектов, находящихся под слоем песка. Также мы можем наблюдать кратные волны переотражений от дна водоема.

Для обработки этой радарограммы было применено только изменение усиления и контрастности. Для более четкого отделения слоев друг от друга имеет смысл применить полуавтоматическую пикировку в режиме послойной обработки, которая описана выше.

2. На рисунке 11.2 радарограмма, снятая с поверхности водоема. водоем сильно заросший, большое количество дифрагированных отражений связано с растительностью. Съемка произведена антенным блоком АБ-250.

Параметры сканирования:

Накопление 8

Усиление АРУ

Развертка по глубине -200 нс

Режим записи - непрерывно

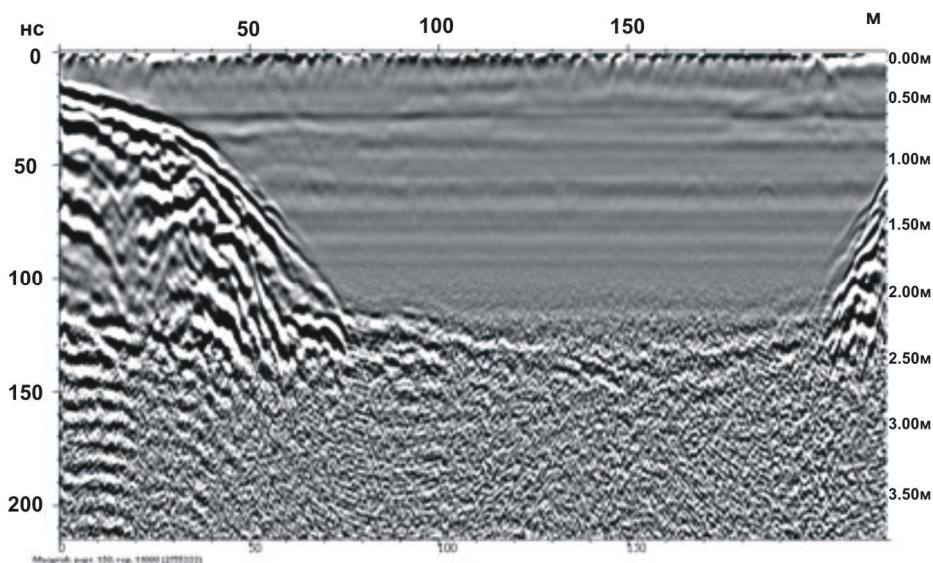


Рисунок 11.2. Сканирование загрязненного водоема

На полученной радарограмме наблюдается сильное затухание сигнала, вследствие чего невозможно увидеть дно водоема. Такую картину можно наблюдать в случае загрязненных или сильно минерализированных вод, так например в р. Москва максимальная глубина сканирования 5 метров, а в р. Обь до 15. Иногда при очень высокой степени минерализации работа становится невозможной.

В данном случае для увеличения глубинности следует производить съемку с большим накоплением или попробовать заменить антенный блок на другое с более низкой частотой.

3. На рисунке 11.3 радарограмма снятая с поверхности водоема с целью обнаружить локальные объекты на дне. При работе использовался антенный блок АБ-400.

Параметры сканирования:

Накопление 16

Развертка по глубине 100 нс

Режим записи - непрерывно

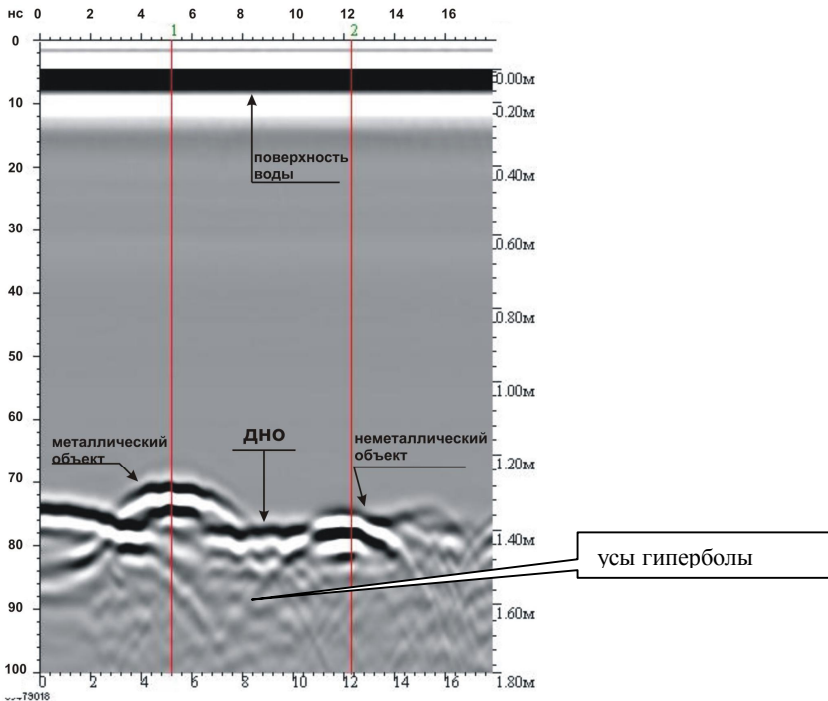


Рисунок 11.3. Поиск локальных объектов на дне водоема

На полученной радарограмме на дне водоема обнаруживаются два объекта. Любые локальные объекты отображаются в виде гиперболы, и сам объект находится в ее вершине. Сигналы, отраженные от металлических и неметаллических объектов отличаются начальной фазой, у металлических начальная фаза отрицательная (белая полоса), у неметаллических - положительная (черная полоса).

4. На рисунке 11.4;5 радарограммы снятые с поверхности льда. Цель работ – измерение толщины ледяного покрова реки Лена. При работах использовался антенный блок АБ 400.

Георадиолокационное зондирование береговой зоны льда (отмель)

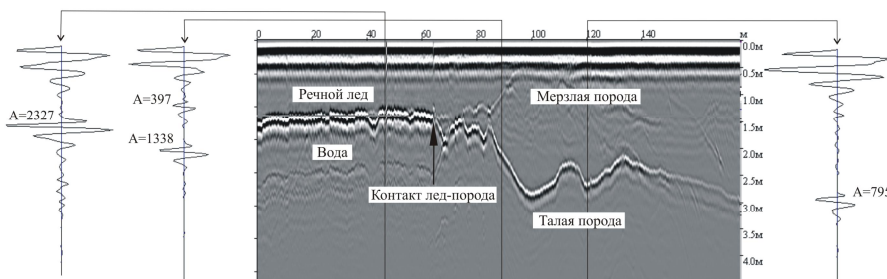


Рисунок 11.4. Профиль береговой зоны льда.

Георадиолокационное зондирование береговой зоны льда

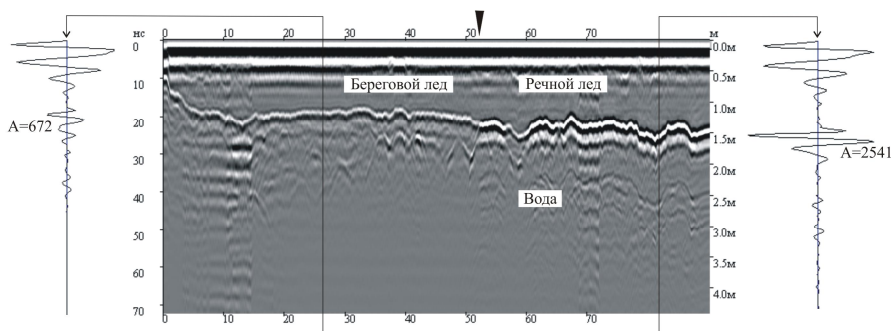


Рисунок 11.5. Прибрежная зона.

5. Озеро Светлояр (АБ-150) и Дно реки Обь (АБ250).

Отображение радарограмм записанных на р. Обь с применением цветовой палитры. Цветовая палитра в некоторых случаях позволяет более наглядно отображать объекты и границы в исследуемой среде.

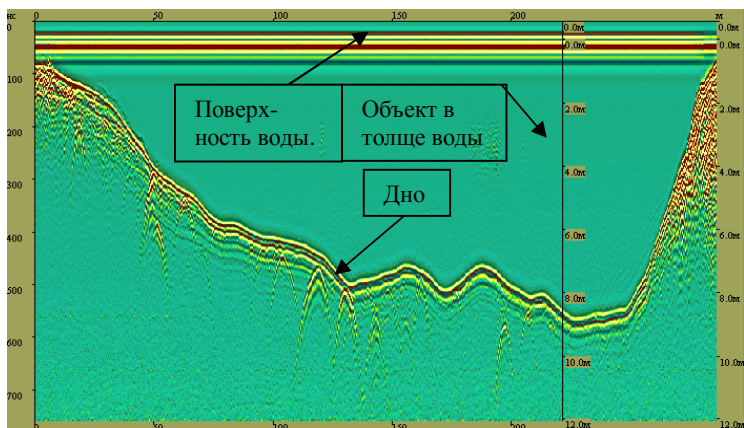


Рисунок 11.6 Профиль дна озера Светлояр.

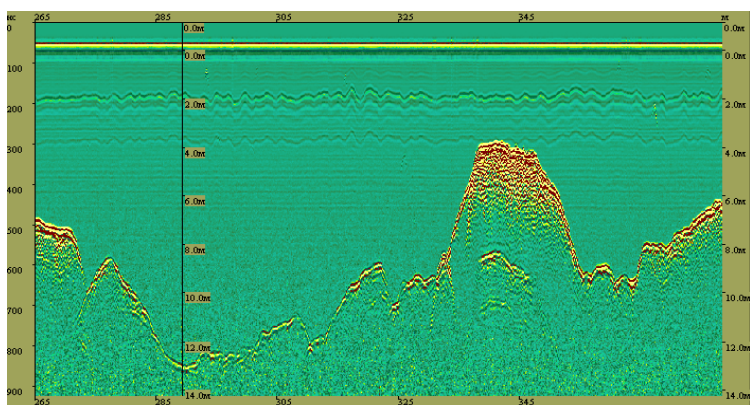


Рисунок 11.7. Профиль дна реки Обь.

Запись рекомендуется вести без использования палитры или с применением уже известной и опробованной в конкретных условиях.