

**Рекомендации по проведению георадиолокационного
обследования объектов промышленного и гражданского
строительства**

**ООО «Логические системы»
г.Раменское
2008 год**

1 Оглавление

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Оглавление..... | 2 |
| 2. | Введение..... | 4 |
| 3. | Физические основы метода георадиолокации | 4 |
| 4. | 3.Электrofизические свойства среды. | 8 |
| 5. | | 9 |
| 6. | 4. Аппаратура для георадиолокационного обследования железобетонных плит | 10 |
| 7. | 5. Порядок проведения работ по георадиолокационному обследованию железобетонных плит..... | 12 |
| 8. | 6. Аппаратурные настройки (работа в модуле сканирования программы GeoScan32). | 12 |
| 9. | 7. Обработка результатов измерений (работа в модуле обработки файлов программы GeoScan32) | 14 |
| | 7.1 Определение положения начала шкалы глубин. | 15 |
| | 7.2 Изменение профиля усиления и подбор контрастности и яркости изображения..... | 16 |
| | 7.3 Вычитание среднего..... | 17 |
| 10. | 8. Интерпретация результатов сканирования..... | 18 |
| | 8.1 Режим послойной обработки | 18 |
| | 8.2 Режим “Поиск арматуры” | 20 |
| | 9. Примеры обследования железобетонных плит | 22 |
| 11. | 10. Дополнительное оборудование для проведения работ | 24 |

Логические системы

1. Введение

Метод георадиолокации отличает универсальность, позволяющая использовать георадары для решения задач в геологии, транспортном строительстве, промышленном и гражданском строительстве, экологии, археологии, оборонной промышленности и т.д. В промышленном и гражданском строительстве георадары применяются для определения толщины стен и межэтажных перекрытий, характера армирования (частота и глубина заложения арматуры), однородности буронабивных свай, обнаружения электропроводки и труб, проложенных в строительных конструкциях, обнаружения дефектов в строительных конструкциях.

В транспортном строительстве (автомобильные и железные дороги, аэродромы) георадиолокация зарекомендовала себя как эффективный метод для определения толщины конструктивных слоёв дорожной одежды и качества уплотнения дорожно-строительных материалов, содержания влаги в грунте земляного полотна и подстилающих грунтовых основаниях, эрозии грунтов и т.д.

В геологии георадары применяются для построения геологических разрезов, определения положения границ геологических слоев, уровня грунтовых вод.

2 Физические основы метода георадиолокации

Метод георадиолокации основан на явлении отражения электромагнитной волны от границ неоднородностей в изучаемой среде, на которых скачкообразно изменяются электрические свойства – электропроводность или диэлектрическая проницаемость.

Основной величиной, измеряемой при георадарных исследованиях, является время пробега электромагнитной волны от источника до отражающей границы и обратно до приемника. Поскольку скорость распространения электромагнитной волны в разных материалах различна и определяется величиной диэлектрической проницаемости материала, то, определив время пробега электромагнитной волны, и зная скорость её распространения в материале (или его диэлектрическую проницаемость), можно судить о толщине объекта.

Основной целью метода является определение положения границ раздела многослойных сред или обнаружение локальных объектов в изучаемых отложениях. Такими границами раздела в исследуемых средах являются, например, граница бетона и воздуха, бетона и пенопласта, бетона и металлической арматуры, контакт между сухими и влагонасыщенными грунтами (уровень грунтовых вод), контакты между породами различного

Логические системы

литологического состава, между породой и материалом искусственного сооружения, между мерзлыми и тальми грунтами, между коренными и рыхлыми породами и т.д.

Максимальный контраст в диэлектрических проницаемостях наблюдается между воздухом (1) и водой (81). При этом влажность породы или любого материала в значительной степени определяет диэлектрическую проницаемость слоя. Сухие, монолитные, слабо трещиноватые породы имеют более низкие значения диэлектрической проницаемости, а влагонасыщенные, проницаемые, пористые, трещиноватые породы имеют более высокие значения диэлектрической проницаемости и, соответственно, более низкие значения скорости распространения электромагнитных волн.

Георадиолокационное диагностирование проводится с использованием аппаратных и программных средств, специальных приборов – георадаров. Для зондирования среды используются георадары непрерывного и импульсного действия. Блок-схема георадара импульсного типа приведена на рис. 2.2.

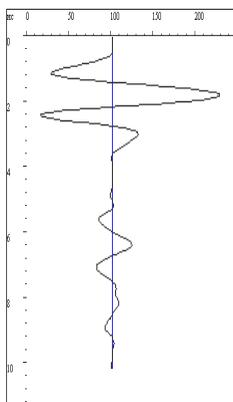


Рис.2.1 Электромагнитный импульс



Рис.2.2 Блок-схема георадара импульсного типа

Излучаемые в исследуемую среду короткие электромагнитные импульсы имеют 1,0—2,0 периода квазигармонического сигнала (рис. 2.1). Импульсы отражаются от находящихся в исследуемой среде предметов, элементов инженерных конструкций, границ раздела грунтов разного литологического состава, контактов сухого и влагонасыщенного грунта, мерзлого и талого грунта и т.п.

Малая временная длительность излучаемого импульса приводит к возникновению достаточно широкого частотного спектра излучения (рис.2.3). Центральная частота сигнала определяется свойствами антенн. Отраженные импульсы регистрируются приемной антенной и усиливаются в широкополосном усилителе (рис. 2.1). В процессе аппаратной обработки методом стробирования определяется время распространения

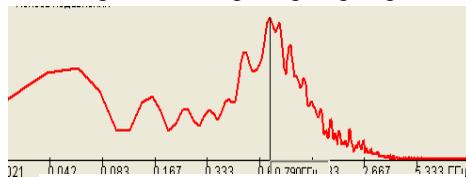


Рис.2.3 Частотный спектр импульса представленного на Рис.2.1

в зондируемых средах сигнала, зарегистрированного приемной антенной. Фаза и величина напряжения, наведенного на входных цепях приемной антенны при регистрации сигнала, преобразуется в цифровой вид при помощи аналого-цифрового преобразователя и фиксируется в памяти компьютера в виде функции от времени, которая называется трассой (рис. 2.4А). Совокупность трасс вдоль профиля съемки образует волновую картину или радарограмму.

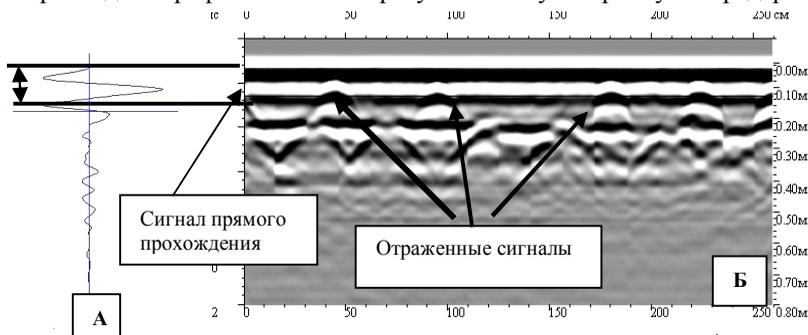


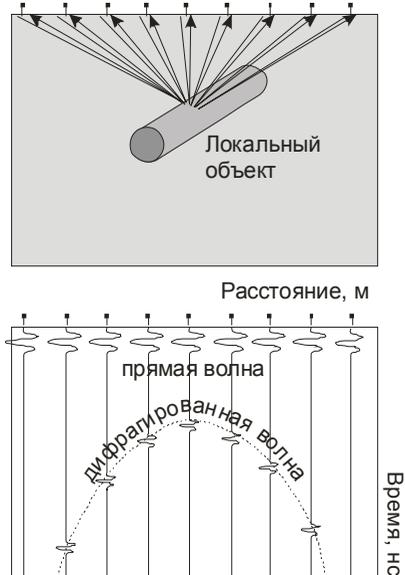
Рис.2.4 Трасса (А) и волновая картинка (радарограмма) (Б)

Первое отражение на радарограмме называют **прямой волной** (сигналом прямого прохождения). Прямая волна в большинстве случаев

Логические системы

одинаковая для всех трасс профиля. Она определяется конструкцией антенны и поверхностью профиля.

Прочие волны на радарограмме являются **отраженными** от каких либо слоев или локальных объектов в грунте (или другой среде исследования).



в точке, отвечающей вершине гиперболы (Рис.2.5)

Дифрагированная волна образуется в результате явления дифракции.

Дифракцией называется любое изменение фронта волны, которое вызвано наличием препятствия в среде. Иначе, дифракцию называют огибанием. Дифракция возникает в том случае, если размер препятствия сравним или меньше длины волны в данной среде. Так, дифракция возникает при пересечении профилем локальных объектов, таких как булыжники, фрагменты бетонных плит и т.д. Также дифракция возникает, если профиль пересекает в поперечном направлении вытянутые объекты, например, трубы, кабели, арматуру и т.д. Дифракция на радарограмме проявляется в виде характерной гиперболы дифракции. Объект, от которого возникла дифракция, находится в

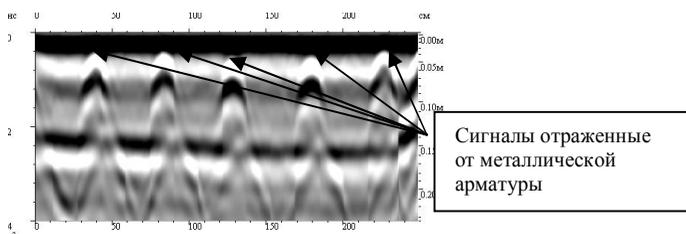


Рис.2.5 Радарограмма сканирования железобетонной плиты антенным блоком АБ-1700

3 Электрофизические свойства среды.

Применение метода георадиолокации для разделения различных пород между собой возможно благодаря их различию по электрическим свойствам. Основные электрические свойства – это удельное электрическое сопротивление Γ и диэлектрическая проницаемость ϵ .

Удельное электрическое сопротивление определяет затухание электромагнитного поля в среде, а, следовательно, и глубинность исследования. Чем меньше затухание, тем на большую глубину проникнет поле, то есть мы получим отклик в обследуемой среде с большей глубины.

Практически все вещества, кроме чистого металла, могут быть отнесены к диэлектрикам с конечной проводимостью. В связи с этим введено понятие относительной диэлектрической проницаемости вещества.

Скорость распространения электромагнитной волны в диэлектрике зависит от его диэлектрической и магнитной проницаемостей, однако, для большинства сред значение магнитной проницаемости близко к единице. Поэтому скорость распространения электромагнитной волны в среде равна:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}},$$

где c – скорость распространения электромагнитной волны в вакууме (скорость света). В георадиолокации принято измерять скорость в см/нс (сантиметры в наносекунду, $1 \text{ нс} = 10^{-9} \text{ с}$). Таким образом, формула для расчета скорости выглядит следующим образом:

$$V = \frac{30}{\sqrt{\epsilon}} \left(\frac{\text{см}}{\text{нс}} \right).$$

Длина волны определяется отношением скорости электромагнитной волны к частоте излучения антенны:

$$l = \frac{V}{f} (\text{м}).$$

Ниже в таблице 3.1 приведены основные электрические характеристики некоторых материалов и пород

Логические системы

| 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 каштанo-вый | 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 |
| 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 |
| Мерзлый суглинок | - | 16 | 0,9 | 1,1 | 8 | 27 |

Таблица 3.1 Основные электрические характеристики некоторых материалов и пород

4 Аппаратура для георадиолокационного обследования железобетонных плит

Для проведения георадиолокационного обследования железобетонных конструкций применяются специальные приборы – георадары. Георадары «Око-2», изготавливаемые ООО «Логические системы», поставляются в двух вариантах.

1 вариант. Ноутбук с программным обеспечением «GeoScan 32», закрепленный на специальной подвеске с блоком управления, антенный блок АБ-1700 (Рис.4.1).

2 вариант. Блок управления и обработки, антенный блок АБ-1700 (Рис.4.2).



Рис. 4.1 Георадар в комплекте с ноутбуком



Рис.4.2 Георадар в комплекте с блоком управления и обработки

Логические системы

Применение во 2 варианте блока управления и обработки позволяет проводить георадарную съемку при более широком диапазоне температур окружающей среды (от -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$). Выбор АБ-1700 обусловлен высокой разрешающей способностью (3,0см) этого антенного блока из всего семейства антенн георадара «Око-2» при этом глубина зондирования составляет 1-1,5м по бетону, что вполне удовлетворяет задачам по обследованию железобетонных конструкций. В комплект для обследования железобетонных плит так же входит:

- складная штанга-ручка, позволяющая проводить измерения на участках на расстоянии до 5,0м от местоположения оператора;
- разметочный коврик размером 1.0м x 1,0м для проведения площадной съемки отдельных участков.



Рис.4.3 Рабочие моменты проведения георадиолокационного обследования железобетонных стен

5 Порядок проведения работ по радиолокационному обследованию железобетонных плит

Проведение работ по радиолокационному обследованию железобетонных плит необходимо проводить в следующей последовательности:

1. по возможности анализируется имеющаяся рабочая документация, чертежи, дающие представление о конструкции ж/б плиты, расположении арматуры, возможном наличии электрических кабелей или других коммуникаций внутри ж/б конструкции;
2. составляется план работ, последовательность и схема проведения зондирования ж/б конструкции в зависимости от решаемых задач;
3. непосредственно на месте проведения работ перед проведением зондирования проводится бурение калибровочных отверстий.
4. перед проведением работ выставляются аппаратурные настройки антенного блока, с которым будут проводиться измерения (см. ниже);
5. при зондирование обследуемой плиты один из профилей должен обязательно проходить в месте, где произведено калибровочное бурение с выставлением метки, соответствующей положению калибровочного отверстия на радарограмме;
6. желательно произвести либо видео- либо фотосъемку обследуемых объектов.

6 Аппаратурные настройки (работа в модуле сканирования программы GeoScan32).

Программа GeoScan32 осуществляет управление работой георадаров «Око-2», а также предназначена для последующей математической обработки и наглядной визуализации получаемой в процессе зондирования информации. Файл помощи и всплывающие подсказки облегчают работу с программой GeoScan32. Программа GeoScan32 предоставляет возможность сохранять на диске и внедрять в документы MS Word получаемые пользователем изображения разреза исследуемой среды. Программа GeoScan32 записывает сопроводительную информацию, делая возможным составление обширных архивов данных георадарного зондирования. Программа GeoScan32 состоит из четырех модулей, обеспечивающих режим сканирования георадаров, режим обработки полученной информации, режим послойной обработки радарограмм с полуавтоматической прокладкой границ

Логические системы

слоев исследуемой среды, режим построения 3D модели исследуемых объектов.

Программа GeoScan32 обеспечивает три режима проведения георадиолокационных измерений георадарами «Око-2»:

- по перемещению;
- непрерывный;
- по шагам.

Георадиолокационное обследование железобетонных плит, как правило, проводится в режиме «По перемещению», что обусловлено характером решаемых задач. Этот параметр выбирается в окне «Параметры измерений», открываемом одноименной кнопкой или клавишей <P> (Рисб.1).

В режиме зондирования профиля важно правильно установить параметры записи. Выбор параметров измерений зависит от характера решаемых задач, необходимой точности и детальности измерений, которые, в свою очередь, определяются значениями параметров, устанавливаемыми в окне «Параметры измерений» (Рисб.1) программы GeoScan32.

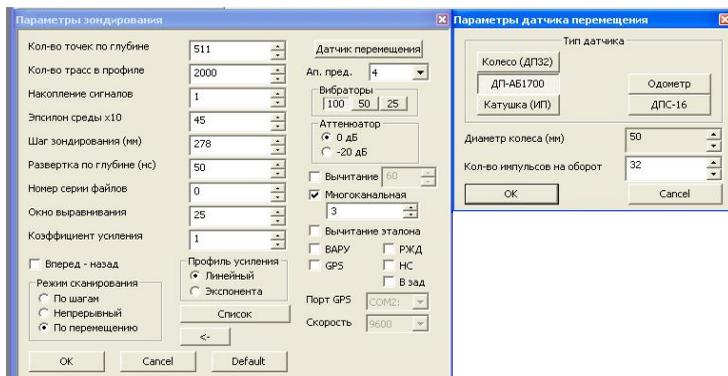


Рис.б.1 Окно «Параметры зондирования» программы GeoScan32 с активизированным окном «Параметры датчика перемещений»

Параметры настройки георадара выставляемые оператором перед началом работ:

- значение количества точек по глубине;
- значение количества накоплений;
- значение ширины шага зондирования;
- профиль усиления, коэффициент усиления.

Логические системы

Задачи, решаемые при георадиолокационном зондировании плит, можно разделить на две группы:

1 группа - определение характера армирования железобетонных плит. Обследование толщины слоя близлежащего к поверхности плиты при слоистой конструкции железобетонной плиты;

2 группа - обнаружение арматуры и изучение вмещающей среды – бетона (наличие трещин, пустот и прочих дефектов в бетоне, обнаружение стыков плит).

Значения параметров, в зависимости от группы решаемых задач, приведены в таблице 6.1.

| Решаемая задача | Шаг (мм) | Количество точек по глубине | Накопление | Профиль усиления Коэф. усиления |
|-----------------|------------|-----------------------------|------------|------------------------------------|
| Первая группа | 5 | 256 | 8 | Линейный 15-20 |
| Вторая группа | 5 - 100 | 511 | 8 - 32 | Линейный 15-20 |

Таблица 6.1 Параметры измерений

Антенный блок АБ-1700 имеет две временные развертки 24нс и 48 нс. Обследование железобетонных плит, как правило, проводится на первой временной развертке (24 нс), которая автоматически выставляется после включения антенного блока в режиме сканирования программы GeoScan32.

7 Обработка результатов измерений (работа в модуле обработки файлов программы GeoScan32) .

Результатом георадиолокационной съемки являются временные разрезы, записанные методом переменной плотности, на которых по горизонтали указано расстояние в метрах, а по вертикали - время прихода отраженных сигналов в наносекундах. С помощью математических процедур при обработке радарограмм по возможности ослабляются или удаляются с записи сигналы-помехи, а полезные отраженные сигналы от границ раздела сред или объектов подчеркиваются. Радарограммы, полученные при обследовании железобетонных конструкций антенными блоками обрабатываются с помощью следующих видов обработки, которые имеются в программе GeoScan32:

- определение положения нуля шкалы глубин;
- изменение профиля усиления;
- подбор контрастности и яркости изображения;
- вычитание среднего.

7.1 Определение положения начала шкалы глубин.

На радарограмме границы раздела слоев отображаются не в виде тонких линий, а в виде достаточно протяжённых по глубине осей синфазности отражённого сигнала, обычно двух или трёх, белых и чёрных. Белым осям синфазности соответствуют отрицательные полуволны отражённого сигнала, чёрным - положительные полуволны отражённого сигнала (рис. 5.1). На первом этапе определяется положение границы между воздухом и поверхностью железобетонной плиты, т.е. положение нулевого значения шкалы глубин обрабатываемой радарограммы.

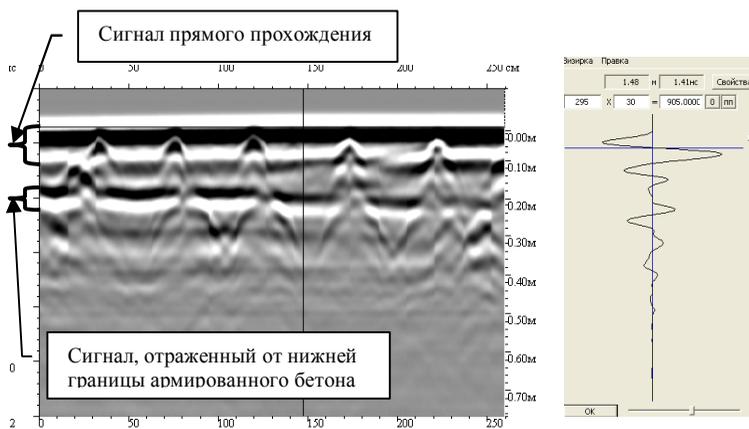


Рис.7.1. Выделение границы разделения сред

Для определения положения нулевого значения шкалы глубин нужно в режиме обработки программы GeoScan32 вызвать окно “Визирка” клавишей <пробел> или кнопкой . В окне “Визирка” отобразится амплитудно-временная характеристика трассы. Ползком вертикальной прокрутки или кнопками   установить горизонтальную визирку на точку перехода первой отрицательной полуволны прямого сигнала в положительную полуволну и нажать кнопку «пп» в окне «Визирка» (Рис.5.1). Эта точка и будет соответствовать положению нулевого значения шкалы глубин и в то же

время эта точка, будет соответствовать точке верхней границы слоя армированного бетона.

7.2 Изменение профиля усиления и подбор контрастности и яркости изображения

В некоторых случаях на радарограмме недостаточно четко просматриваются отраженных сигналов от объектов, арматуры, от границ слоев. Для улучшения визуального отображения отраженных сигналов на радарограмме в программе GeoScan32 предусмотрены две опции: изменение профиля усиления и подбор контрастности и яркости изображения. Подбор контрастности и яркости осуществляется перемещением движков контрастность и яркость в меню обработки радарограмм (см. Рис.7.2)

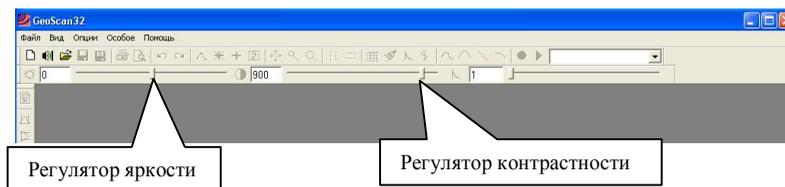


Рис7.2 Регуляторы яркости и контрастности отображения

Иногда попытки добиться наглядного отображения отраженного сигнала регуляторами яркости и контрастности оказываются недостаточными. В этих случаях необходимо воспользоваться опцией «Изменение профиля усиления». Для этого необходимо нажать функциональную кнопку в меню обработки файлов программы GeoScan32, откроется окно «Изменение профиля усиления» (см. Рис.7.3)

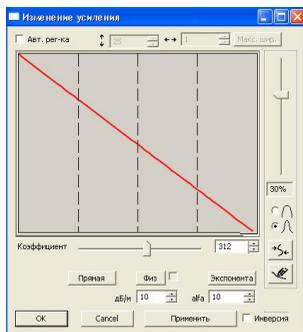


Рис.7.3 Окно опции «Изменение профиля усиления»

7.3 Вычитание среднего

При решении задач, связанных с выявлением характер армирования железобетонных конструкций, возникает проблема выделения отраженных сигналов от арматуры расположенной близко к поверхности железобетонной конструкции. Эта проблема возникает из-за маскирующего эффекта сигнала прямого прохождения. С помощью опции «Вычитание среднего» маскирующий эффект устраняется. Для этого необходимо:

- нажать кнопку , откроется окно «Параметры обработки» и в графе «Окно вычитания» выставить «0». Закрыть окно;

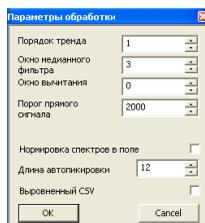


Рис.7.4 Окно опции «Параметры обработки»

- применить опцию «Вычитание среднего» нажав кнопку  в главном меню, либо активизировав меню «Обработка», выбрать опцию «Вычитание среднего».

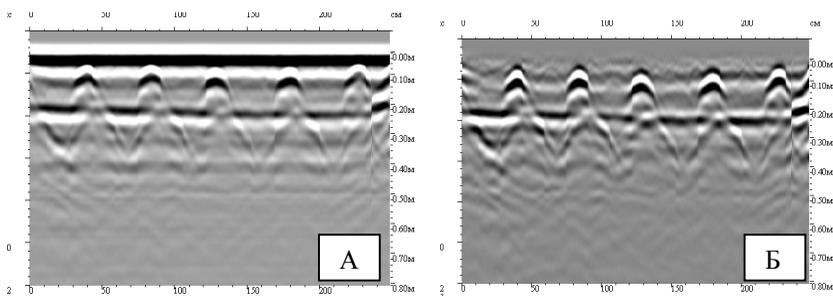


Рис.7.5 Радарограмма (А) до и после (Б) применения «Вычитания среднего»

Обработанные файлы сохраняются для дальнейшей работы с ними. В зависимости от решаемой задачи сохраненный файл сканирования ж/б

конструкции открывается либо в модуле послышной обработки либо в режиме «Поиск арматуры».

8 Интерпретация результатов сканирования

Конечным результатом постобработки радарограмм является определение характера армирования ж/б плит, либо определение значения толщины плиты или толщины одного из слоев ж/б плит при многослойной конструкции плит.

8.1 Режим послышной обработки

Режим послышной обработки позволяет выделить границы слоев, определить толщину слоев, используя данные калибровочного бурения. Так же программа GeoScan32 имеет возможность помимо графического отображения слоев обследуемого объекта представлять данные в табличном виде, а так же экспортировать обработанный в послышном модуле файл в dxf. формат для дальнейшей работы с этим файлом в AutoCAD.

Толщину слоя измеряют от верхней границы слоя, найденной по методу, рассмотренному выше, до нижней границы. Нижней границей слоя армированного бетона будет следующее чередование отрицательной и положительной полуволн (следующее чередование черной и белой осей синфазности).

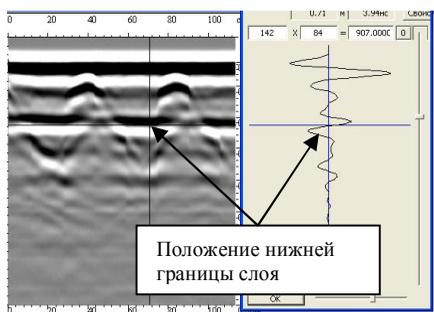


Рис.8.1 Определение положения нижней границы слоя

Для определения положения любой точки нижней границы слоя (Рис.8.1) нужно в режиме обработки программы GeoScan32 навести курсор на выбранную точку перехода отрицательной в положительную полуволну. Щёлкнуть один раз левой кнопкой мыши. В окне “Визирка” отобразится амплитудно-временная характеристика трассы. Ползком вертикальной прокрутки или кнопками  установить горизонтальную визирку на

Логические системы

точку перехода. Эта точка и будет являться точкой границы раздела сред на данной трассе.

Построение модели железобетонной плиты с выделением границ и определением толщины слоев осуществляется в следующей последовательности:

1. выбрать режим послышной обработки файлов программы GeoScan32, для чего в главном меню программы нажать на кнопку , в открывшемся окне «New» выбрать режим «Слои на профиле» и нажать кнопку "OK», откроется окно с файлами сохраненными после обработки (см. раздел 6) для работы в модуле послышной обработки;

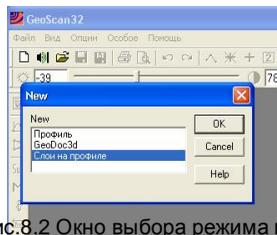


Рис.8.2 Окно выбора режима послышной обработки

2. выбрать и открыть файл, полученный при сканировании по профилю, проходящему над калибровочным отверстием;
3. построить границу нижнего слоя, согласно описанию на программу GeoScan32;
4. подвести курсор к верхней границе полученного слоя и щелкнуть правой кнопкой мыши, появится окно Рис.8.3, в котором необходимо активизировать опцию «Свойства»;

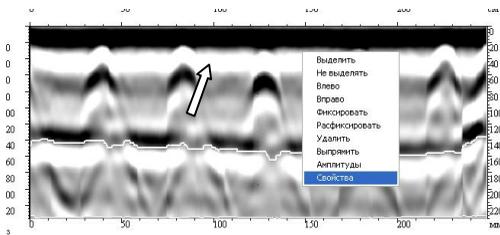


Рис.8.3 Окно активизации окна «Свойства слоя»

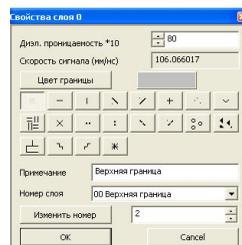


Рис.8.4 Окно «Свойства слоя»

5. Изменяя в строке «Диэл. проницаемость» окна «Свойства слоя» значение диэлектрической проницаемости, контролируют рассчитанное программой значение толщины обрабатываемого слоя в точке калибровочного отверстия (как говорилось ранее, на радарограмме должна присутствовать метка, соответствующая месту калибровочного бурения). Значение диэлектрической проницаемости, при котором толщина слоя, измеренная в калибровочном отверстии, совпадает со значением толщины слоя рассчитанным программой для обрабатываемого слоя радарограммы, является истинным значением ϵ для рассматриваемого слоя железобетонной плиты.

Для отображения результатов послышной обработки в табличном виде необходимо сделать следующее:

1. сохранить файл, который получен в результате послышной обработки;
2. нажать кнопку «Файл» в окне послышной обработки файлов и активизировать меню «Экспорт в.htm», появится окно «Экспорт слоев в файл .htm». В этом окне задается шаг по горизонтали в мм, определяющий частоту вывода в таблице значений толщины слоя по длине ж/б плиты. Активизировать окна «Глубина» и «Бетон», нажать кнопку «ОК»;

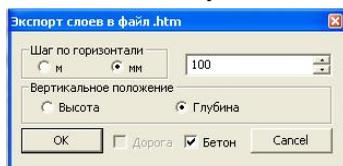


Рис.8.5 Окно экспорта слоев в файл . htm

3.автоматически создается табличный файл, который сохраняется в одной папке с файлом послышной обработки.

8.2 Режим “Поиск арматуры”

Режим обработки “Поиск арматуры” служит для удобства выделения и документирования положения точечных объектов (арматуры в строительных конструкциях, трубопроводов и т.п.). Этот режим отличается от обычного режима наличием таблицы с параметрами отмеченных точечных объектов. Для выхода в этот режим необходимо в главном меню программы GeoScan32 в опции «Вид» выбрать режим “Поиск арматуры” после чего выбрать интерпретируемый файл и открыть его. При этом радарограмма должна быть предварительно обработана и иметь вид, как представлено на Рис. , что

Логические системы

позволяет наиболее точно определять вершины гипербол соответствующие положению арматуры.

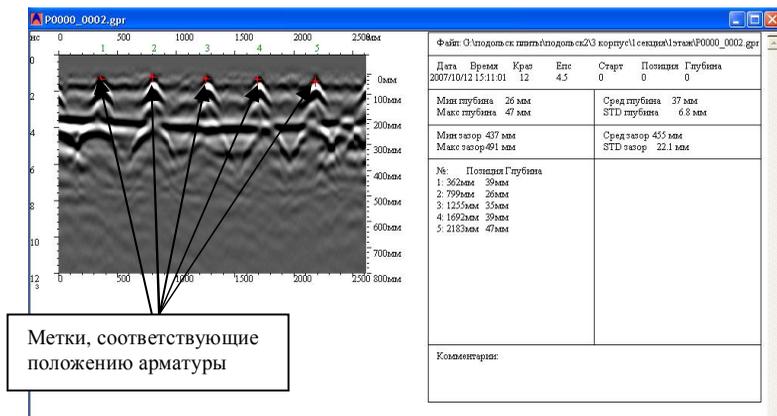


Рис.8.6 Окно режима «Поиск арматуры»

Курсор наводится на вершину гиперболы и двойным нажатием левой клавиши мыши ставится метка. Одновременно в таблице появляется информация о положении объекта от начальной точки сканирования по горизонтали и значение глубины залегания отмеченного объекта.

Для получения реальной глубины залегания объектов необходимо с помощью программы рассчитать значение диэлектрической проницаемости для обрабатываемого файла. Действия по определению значения ϵ аналогичны действиям при определении значения ϵ при послойной обработке файла. Обрабатываемый файл открывается в меню просмотра и обработки файлов, активизируется окно «Свойства профиля» (см. Рис.8.7).

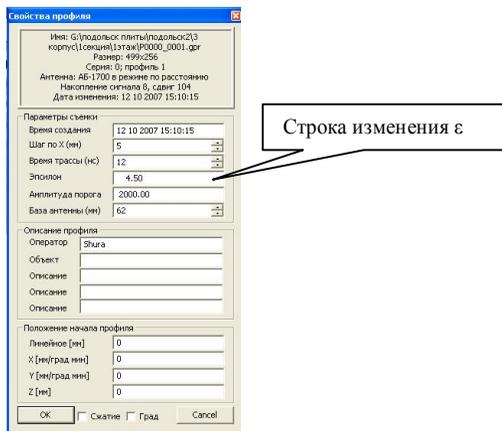


Рис.8.7 Окно «Свойства профиля»

Изменяя в строке «Эпсилон» окна «Свойства профиля» значение диэлектрической проницаемости, добиваются совпадения значения толщины слоя, измеренного в калибровочном отверстии, со значением толщины слоя рассчитанным программой в результате подбора значения ϵ для точки положения калибровочного отверстия на обрабатываемой радарограмме.

9 Примеры обследования железобетонных плит

ООО «Логические системы» выполнил работы по обследованию стен из железобетонных плит в домах новостройках в г. Подольске Московской области. Необходимо было определить толщину несущего слоя несущих стен, проводя измерения внутри помещений. Конструкция несущей плиты имеет слоистую структуру: несущий слой армированного бетона (16см) - пенопласт (8см) - армированный бетон (16см).

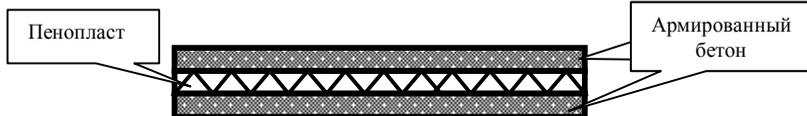


Рис 9.1 Конструкция железобетонных плит, обследованных георадарным методом

Перед проведением георадарного обследования стен было проведено калибровочное бурение. Обследованию подлежали все несущие стены с 1 по

Логические системы

6 этаж. По каждой плите снималось три поперечных профиля (от пола до потолка). Результаты обследования показали, что в построенных зданиях выявлены несущие стены, у которых имеется критическая толщина несущего армированного слоя. Ниже приведена радарограмма, обработанная с помощью программы GeoScan32 в модуле послышной обработки файлов и результаты экспорта в виде табличных данных.

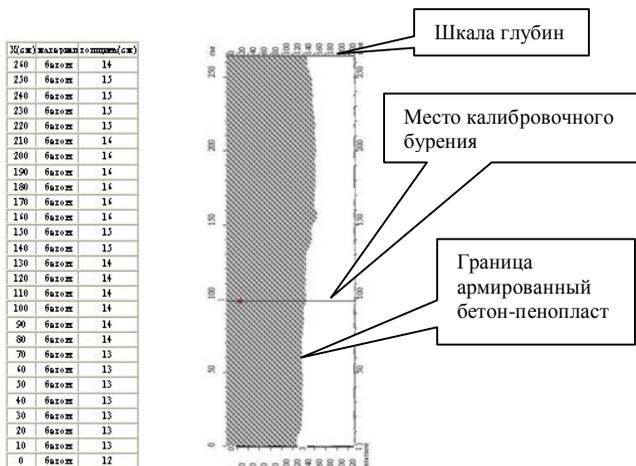


Рис.9.2 Результаты интерпретации обследования несущего слоя несущей железобетонной стены

10 Дополнительное оборудование для проведения работ

Для достоверной интерпретации результатов георадарного обследования железобетонных плит необходимо проводить калибровочное бурение, как указывалось в главе 2. Калибровочное бурение можно провести следующими способами с применением соответствующего оборудования:

1. при проведении калибровочного бурения применяется перфоратор, а за тем с помощью технического жесткого эндоскопа просматривается пробуренное отверстие, края выхода отверстия и определяется глубина отверстия по шкале нанесенной на корпус эндоскопа.

Ориентировочная стоимость такого комплекта:

- жесткий эндоскоп KL8.-300-90 (производитель Россия, фирма IT Сопсерпс/Интек) в комплекте с осветительной системой ГОС2, кабелем (световодом) и упаковочным кейсом - 70 763 руб;
- перфоратор фирмы Bosch GBH 2-26 DFR – 7000 руб.

2. при проведении калибровочного бурения применяется алмазные сверлильные установки, позволяющие извлечь из обследуемых железобетонных плит керн диаметром от 15мм. В комплект такой установки входит специальная стойка и бурильная машина. Так например, поставляемая фирмой «Ольмакс» (Россия, г. Москва) алмазная сверлильная установка РОДИАКАТ 131 DWS стоит 74 404 руб., бурильная машина Dimas DM 225 – 90 000 руб., алмазная сверлильная коронка диаметром 25 мм – 1900 руб. Фирма «Ольмакс» так же проводит работы по отбору керна, стоимость работ по отбору керна в армированном бетоне составляет 23- 27 рублей за 1см бурения.



Рис.10.1 Алмазная сверлильная установка предназначена для алмазного сверления отверстий диаметром до 130 мм, в бетоне, армированном бетоне, кирпичной кладке.

Логические системы

Комплект для отбора керна обходится дороже, но данный способ является наиболее точным, а отобранный керн исключает возможную ошибку измерения толщины слоя ж/б плиты, которая может быть допущена оператором при работе с эндоскопом.

3. Для подробного обследования отдельных участков ж/б конструкций необходимо применение разметочного коврика (размер 100см x 100см), который может поставляться ООО «Логис» по желанию заказчика, покупающего георадар «Око-2». Разметочный коврик упрощает георадарную площадную съемку отдельных участков ж/б плит.

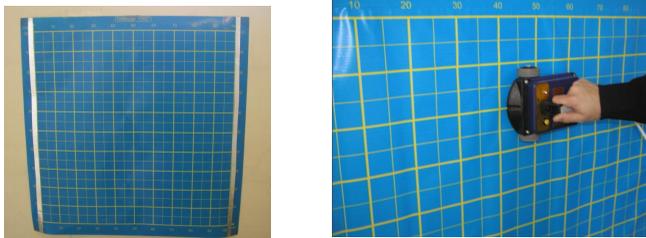


Рис.10.2 Разметочный коврик