

GPR **10**

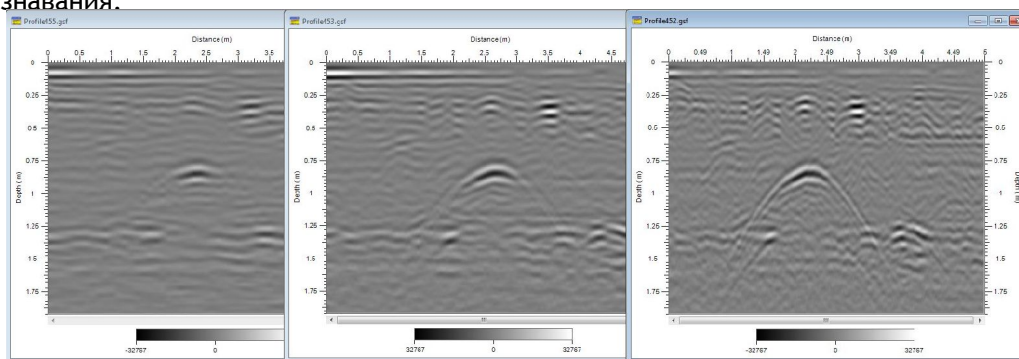
автор Goran Bekic

$$\sqrt{\frac{1}{n}} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{p_i}} \left(\frac{1}{\sqrt{p_i}} - \frac{1}{\sqrt{p_j}} \right) \left(\frac{1}{\sqrt{p_i}} - \frac{1}{\sqrt{p_j}} \right)$$

В данной статье я постараюсь представить 10 вещей, которые можно сделать во время проведения исследования с помощью георадара (GPR). Этот маленький набор хитростей сделает Ваши исследования более надежными, простыми, быстрыми и многофункциональными. Некоторые из этих приемов применимы почти в любых исследованиях, в то время как некоторые имеют в памяти более специфический тип исследования. Тем не менее, я надеюсь, что Вы найдете данные советы полезными.

1. $\sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right)} = \frac{1}{2}$

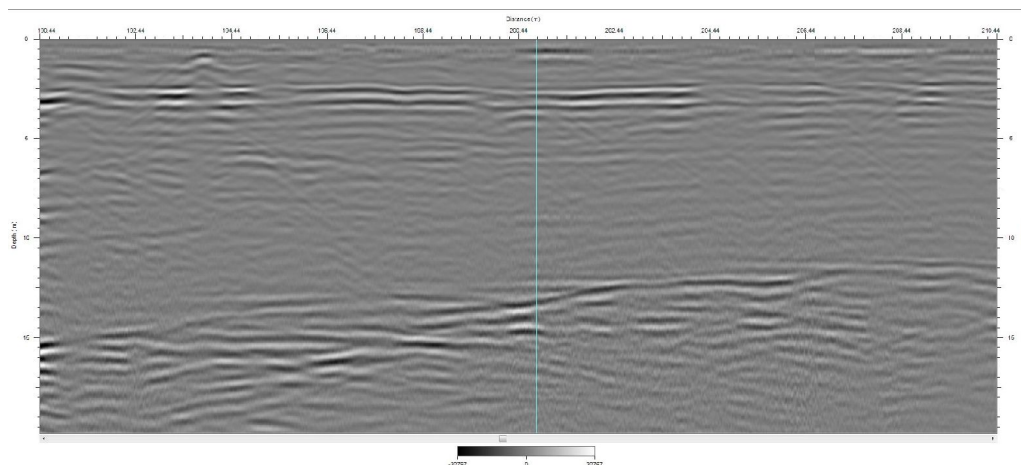
Когда Вы выполняете исследование по поиску точки или цилиндрических объектов, собрать по возможности как можно больше следов за метр является хорошей идеей. Данное предложение просто объяснить, и оно исходит из умения интерпретировать объекты, которые Вы ищите. Вообразите себе поиск трубы 38 см в диаметре только с 5 следами на метр. Число собранных точек, которое отображает Вашу трубу очень маленькое и уровень детализации, который Вы можете видеть, является приблизительным. В данный момент никто не говорит, что Вы не собрали точные данные, но весьма маловероятно, что Вы сможете интерпретировать эту группу точек как гиперболу, описывающую точку или цилиндрический объект. Собирая большее количество следов, гипербола становится шире и более легкой для распознавания.



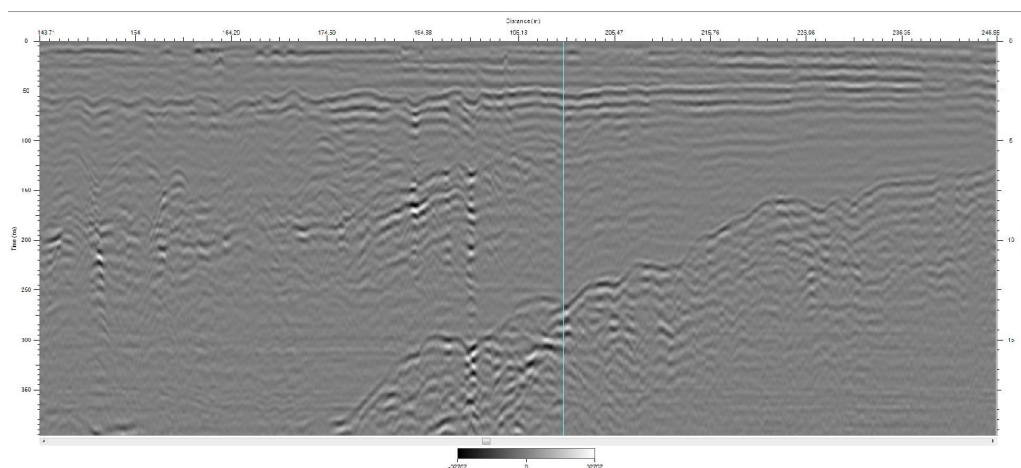
Одна и та же труба в профилях, собранных с 10/20/45 следами на метр, обработанные
данные (одни и те же этапы обработки)

2. $\sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \right)} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot 1} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

В отличие от требований GPR исследования точечного объекта, в данном типе исследования мы обычно хотим не принимать во внимание часть доступной информации и профилировать слои. Если мы соберем данные с большим числом следов на метр, полученные GPR данные отобразят все мелкие местные изменения. При интерпретации, более мелкие изменения будут находиться лишь только в беспорядочном положении, поэтому мы хотим их убрать. Так как объекты, лежащие в одной плоскости, обычно не изменяются в нескольких сантиметрах внезапно (в некоторых случаях даже метрах), значения амплитуды для определенных слоев все еще будут достаточно близкими, чтобы создать непрерывную кривую через эти редко расположенные следы. Вторая вещь, которая должна произойти, в результате меньшего количества следов, это горизонтальное сжатие данных, которое сделает объекты, лежащие в одной плоскости, даже более простыми для интерпретации.



Профиль, полученный с 34 следами/м, отфильтрованные данные



Тот же профиль, полученный с 5 следами/м, отфильтрованные данные

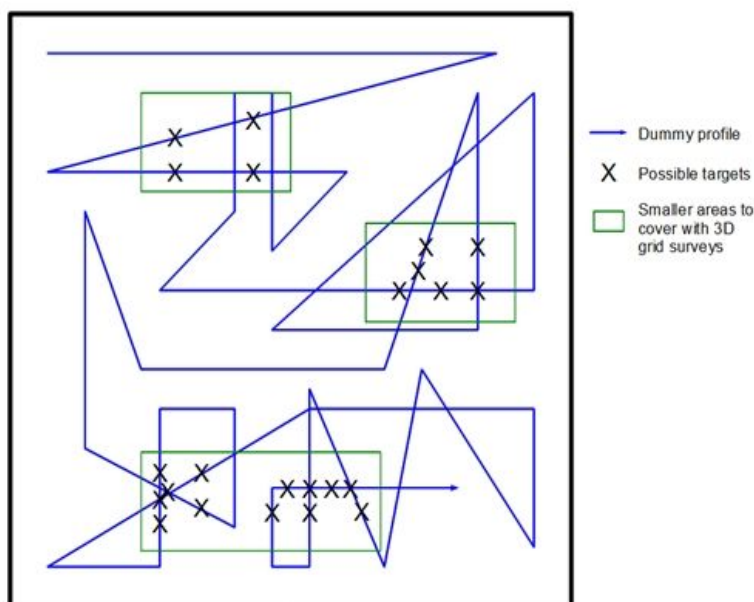
3.

Большую часть времени мы можем использовать обобщенное значение либо ранее сохраненные настройки для наших исследований всех подобных объектов и типов работ, но иногда имеет смысл потратить несколько минут на повторную проверку и изменение настроек. Если существуют некоторые пригодные объекты, Вы можете установить диэлектрическую проницаемость, представляющую тип почвы лучше, чем обобщенные значения (используйте установку гиперболы или известные методы глубины). Также Вы можете поэкспериментировать с различными временными диапазонами и амплитудными характеристиками для того чтобы применить лучшие параметры для остального исследования. По крайней мере, Ваш набор данных будет технически чище и проще для последующей обработки и интерпретации.



4. Создавайте временный "фиктивный" профиль, чтобы ограничить область.

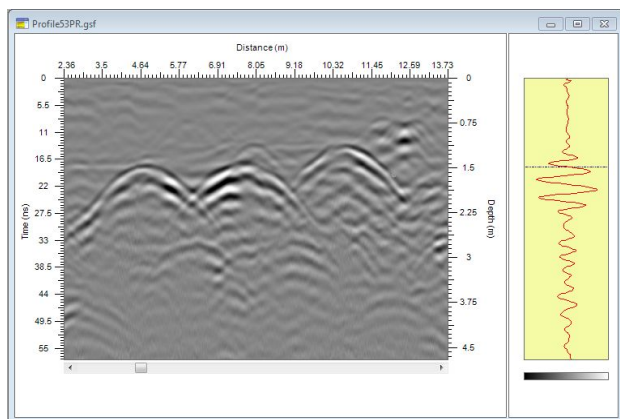
Использование временных файлов является хорошей идеей, когда Вы проводите GPR исследования, которые должны найти компоненты на большой территории. Это хороший способ сократить время, затрачиваемое на исследование и сконцентрировать Ваши действия только на объектах. Фиктивный профиль не используется для окончательных заключений и интерпретации - он может быть даже исключен из отчета полностью. Вы получаете фиктивный профиль в схеме свободного движения - зигзагообразный, обратное передвижение Вашего следа под разными углами и свободное изменение курса. В то время как Вы получаете профиль, обратите внимание на Ваш экран. Всякий раз, когда Вы видите отклонение (гипербола, внезапная помеха, чрезмерное уменьшение/отражение) делайте пометки на земле. Теперь Вы можете позволить себе сделать небольшие координатные сетки или профили, предназначенные для данных отметок для того чтобы получить более точные данные.



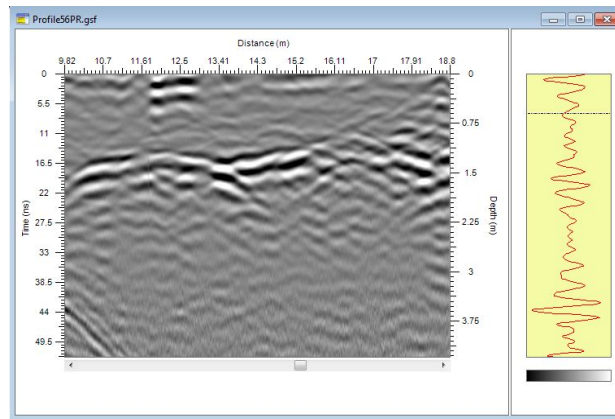
Схематический фиктивный профиль



Любой, кто пытался определить положение трубы путем перемещения антенны вдоль направления трубы, знает, как тяжело в дальнейшем интерпретировать данные. Хотя это и невозможно сделать, труба будет выглядеть как слой и его будет легко перепутать. С другой стороны пересечение трубы перпендикулярно создает гиперболу, которую сложно пропустить или неправильно истолковать. Другой причиной пересечения трубы перпендикулярно по направлению трубы является то, что Вы сможете оценить размер трубы из Ваших данных или использовать инструмент установки гиперболы для того чтобы установить шкалу глубин для более точного значения.



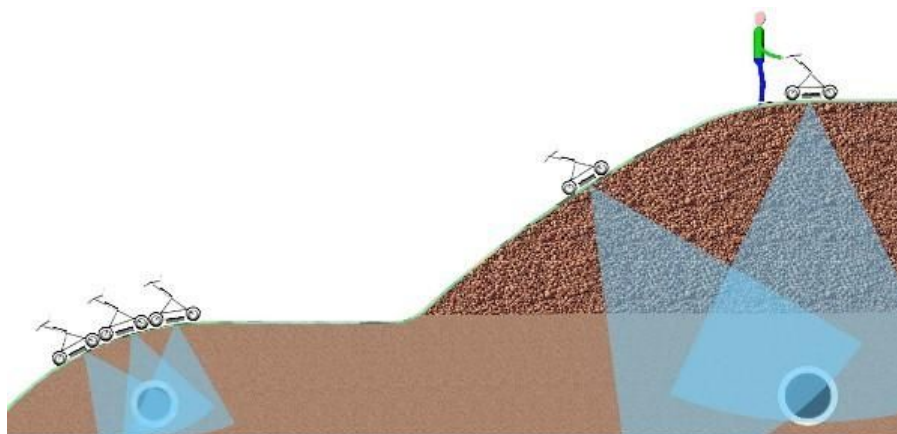
Данные, собранные перпендикулярно по отношению к 3 подземным резервуарам



Данные собранные перемещением вдоль подземных резервуаров

7. Рассматривайте Ваши данные относительно топографии исследования объекта.

Мы обычно смотрим на наши профили как на ряд глубин плоской поверхности. Если исследование проводится на неровной поверхности земли, то значение глубины более не является правильным и требует общее положение. Более того, существуют известные проблемы интерпретации, если учесть изменение рельефа поверхности, который будет плоской линией. Большинство ярко выраженными проблемами являются: чтение одного и того же объекта под разными углами и в различных глубинах, линии неровной поверхности передаются в плоские слои и не только. Для того чтобы избежать этих проблем мы вынуждены заменить неопределенные значения глубины в целом на точные значения высоты. Именно поэтому мы применяем топографическую коррекцию перед интерпретацией данных. Однако, если нет никаких средств для сбора топографических данных, и Вы прекратили такое исследование, есть еще способы выполнить данную работу. Самый простой способ избежать топографии это разделить линию профиля на более короткие части. Каждая часть должна быть записью георадара над плоской (не смотря на наклон) поверхностью. Особое внимание должно быть уделено созданию хорошего исследования с как можно большей информацией, которую Вы можете записать. Создание фотографий или как можно более точного схематического чертежа также является хорошей идеей. При интерпретировании файлов остерегайтесь начала и окончания неполных файлов. Они представляют собой зоны линий пересечения и возможно неправильных интерпретаций. Наконец, важно знать об ошибке, которую Вы извлекаете из Вашего процесса интерпретации - будьте осторожны в Ваших заключениях.



Сбор данных на рельефной местности



Получение профиля “плоской поверхности”

8. Спрашивайте доступную информацию об объекте исследования.

Перед тем как проводить исследование узнайте как можно больше об объекте, над которым Вы планируете работать, для того чтобы сделать Ваше исследование осуществимым и целенаправленным. Постарайтесь выяснить есть ли какие-либо другие отчеты и полезная техническая документация или проводил ли кто-нибудь исследование до Вас (даже другими методами или с другим оборудованием). Кроме того постарайтесь объяснить Вашему клиенту недостатки оборудования, которое Вы планируете использовать. Я знаю, что это прозвучит странно и даже, пожалуй, подрываю Ваше положение как «уважаемого» GPR оператора перед Вашим клиентом, но это может спасти Вас от многих неловких моментов в дальнейшем.

Для примера, я помню, как меня позвали на строительство объекта, чтобы определить местоположение нескольких кабелей, подвергающихся последующему напряжению, поскольку они не были обрезаны при бурении, что должно было быть сделано. Я связался с инженером-строителем на объекте и собрал информацию. Я выяснил, что буду работать на верху бетонного настила 16 см толщиной только с одной арматурной сеткой в нижней части плиты. Растяжки были размещены в середине плиты, это звучало как легкая работа. Когда я попал на объект - у меня началось эмоциональное возбуждение! Во-первых, бетонный настил был сделан только с одной арматурной сеткой вследствие того, что они добавили большое количество стального волокна в бетонную смесь. Даже если бы моя 1ГГц или 2ГГц антенна работала бы в этой, безусловно, высоко проводящей среде, я не был бы в состоянии проникнуть в



поверхность. Без преувеличения! Бетонный настил был покрыт битумом гидро-изоляционного типа V4, который имеет слой алюминиевой фольги внутри... Это всего лишь пример того как отсутствие подробной информации при подготовке исследования может привести к его полному провалу.

9. Храните полный и доступный журнал исследования.

Хотя современные GPR системы реализуют более нескольких способов для определения, отметки или описания профилей и определенных точек в данных, хранение журнала исследования является подходящей и хорошей практикой. Храня этот независимый журнал Вашего исследования Вы, как правило, извлечете пользу, когда приступите к последующей обработке или этапу составления отчета, или если Вы вернетесь к результатам исследования спустя некоторое время. Что должно содержаться в данном журнале? Итак, Вы можете поместить туда любые типы рисунков, заметок, эскизов, схем, копии доступных технических документов, при условии, что Вы будете хранить журнал доступным. Я знаю, что это звучит просто, но в большинстве случаев, быть «доступным» имеет очень субъективное значение. Лучшим способом создания журнала, который будет работать для всей Вашей компании, является позволить всем коллегам добавлять их идеи, но назначить руководителя объекта, который в итоге будет создавать единый журнал исследования. После этого сделать данную процедуру в обязательном порядке. Это единственный способ иметь полезный журнал, и Вы можете легко проверить успех или провал метода, который Вы используете. Если Вы провели исследование самостоятельно, но не можете сделать заголовок или заключительную часть журнала исследования после одного месяца, пришло время что-то менять. Следующим шагом будет обмен журналами с коллегами, и посмотреть какие заключения Вы можете сделать из его журнала и наоборот. Хороший журнал поможет Вам создавать хорошие отчеты с меньшими усилиями.

10. Определите и поймите требуемый результат исследования перед его началом.

Хорошая связь с клиентом влечет за собой непременно лучшее понимание требуемого результата исследования. Иногда клиенты просят сложное и длинное исследование или стараются сократить временные рамки для исследования и подготовки отчета. Вы должны оставаться настойчивыми и решить, что будет являться лучшим способом поведения. Если Вы сможете понять значения отчета, которые должны быть переданы, то, безусловно, легче провести исследование окончательным способом для ожидаемых результатов. Однако, если Ваша точка зрения является ошибочной с самого начала, результаты исследования будут нарушены или будут считаться клиентом бесполезными.

Например, давайте предположим, что Вас наняли, чтобы определить положение одной трубы так чтобы клиент мог использовать большие траншейные экскаваторы и был уверен, что они не заденут трубу. Клиент слышал, что Вы можете сделать 3D изображение трубы и показать ему положение и точную глубину до трубы. Конечно, Вы можете приступить к 3D исследованию, но это займет больше рабочих часов, чтобы собрать данные, Вам придется сделать последующую обработку, чтобы получить изображение или убедиться в глубине... Все это время Ваш клиент ждет со своими траншейными экскаваторами и платит им, сидя сложа руки. Это не делает клиента счастливым и рано или поздно он будет оказывать на Вас давление. Для того чтобы избежать этого, Вы должны были объяснить последствия длительного 3D подхода и возможно предложить перед началом исследования альтернативный вариант. Вот что является альтернативным вариантом: простой «змеиный» профиль для оценки местоположения и направления трубы и несколько перпендикулярных профилей для оценки глубины с определенным запасом ошибки. С помощью «змеинового» профиля Вы изобразите направление трубы. С помощью перпендикулярного профиля пересечение трубы, путем использования инструмента установки гиперболы, Вы можете определить глубину нахождения. Добавляя погрешность ошибки в расчет глубины, Ваш клиент может иметь большой траншейный экскаватор, копая при этом большую часть траншеи и затем использовать ручные инструменты на количество Вашей возможной погрешности глубины. Как Вы можете видеть, все результаты исследования могут быть обеспечены на объекте и в более короткий срок.