

**ДМИТРИЙ РОМАНОВ: В геофизике не существует конкретного параметра точности, универсального для всех грунтов**



**Геофизические методы, безусловно, важны и необходимы для получения полной и достоверной информации о территории будущего строительства. Впрочем, несмотря на это, данными методами нередко пренебрегают, а якобы выполненные работы есть только на бумаге. Причем, по оценке нашего собеседника, руководителя НПО «Терразонд» Дмитрия РОМАНОВА, при выполнении инженерных изысканий лишь в 15–20% случаях геофизику применяют в нужных объемах. И это печально. В нашей сегодняшней беседе затронуты многие важные и актуальные вопросы. Речь идет о применимости геофизических методов, об окупаемости этих работ и их производительности, о возможностях разных методов на современном этапе развития и постепенном движении к тому, чтобы даже сложным оборудованием могли пользоваться не профессиональные геофизики, а любые люди, умеющие работать с компьютером.**

**Ред.:** Скажите, пожалуйста, приходится ли сталкиваться с непониманием инженер-геологами важности геофизических методов?

**Д.Р.:** К сожалению, приходится, хотя и не очень часто. Как правило, это связано с тем, что человек просто не имеет представления ни о возможностях геофизики, ни об успешно выполненных задачах. Я думаю, что наибольшую проблему для развития геофизических методов представляет недоверие к этим методам проектировщиков и безразличие

большого числа инвесторов, в первую очередь, государственных к стоимости строительства и эксплуатации объектов.

**Ред.:** *Приведите, пожалуйста, несколько примеров решения инженерных задач геофизическими методами из вашей практики?*

**Д.Р.:** Возьмем, например, электротомографию. Для закладки небольшого сооружения нормативными документами предусматривается бурение четырех скважин по периметру и одна по центру. Именно с такой ситуацией мы столкнулись на объекте, куда нас пригласили для консультаций после того, как «что-то пошло не так». Строители начали вскрывать грунт и обнаружили, что в «слепом месте» площадки находилась закладка строительного мусора, залитая бетоном. В результате заказчик понес огромные дополнительные затраты на алмазное бурение и расчистку этого участка. Если бы было сделано пусть даже базовое профилирование электротомографией, то этот участок был бы обнаружен гораздо раньше и заказчик смог бы принять обоснованное решение по своим дальнейшим действиям. Может быть, проект скорректировать или сместить участок строительства.

Еще один пример. Как известно, необходимо проводить регулярный мониторинг дамб, чтобы не допустить их деформаций или разрушения. Для этого наиболее эффективна именно геофизика в сочетании с заверочным бурением. Во-первых, информация собирается очень быстро и с большим разрешением. Во-вторых, в результате получаются данные в трехмерном представлении, что значительно облегчает их анализ и принятие необходимых решений.

**Ред.:** *При этом выполнение геофизических исследований требует специальных знаний, достаточно долгого обучения. Не становится ли это одним из препятствий для развития этого вида работ и для приобретения организациями геофизического оборудования?*

**Д.Р.:** Это может быть ограничением, только если люди не знакомы с наработками последних лет в этой области. Одна из наших задач – максимально популяризировать геофизику. Наши клиенты имеют возможность пройти обучающий курс, получить методические указания по применению аппаратуры для конкретных задач, а также получать бесплатную консультацию в течение первых месяцев работы с оборудованием. Таким образом за относительно короткий промежуток времени удастся научить людей работать с аппаратурой и проводить интерпретацию данных не хуже профессиональных геофизиков. Например, после выполнения интерпретации результатов электротомографии в специализированном ПО, мы видим распределение диапазона удельного электрического сопротивления (УЭС), иначе говоря, проводимости среды, привязанного к цветовой шкале. Фактически мы можем наблюдать двухмерную или трехмерную модель распределения УЭС. По этой информации уже можно как минимум выделить точки, которые надо проверить бурением, чтобы получить керн и эту априорную информацию использовать для интерпретации общего объема данных.

Если говорить об индукционном профилировании, то здесь тоже самое – распределение кажущегося УЭС. Только в данном случае работать с приборами еще проще, поскольку практически все делает разработанная нами программа управления, контролирующая взаимодействие с прибором, сбор информации, первичный анализ данных и его экспорт. Фактически с этим может справиться любой человек, умеющий работать с компьютером. В результате этого исследования также получается распределение цветовой гаммы в пространстве, а цвет привязан к значению кажущегося сопротивления. Где значения

высокие – там, вероятнее всего, залегают диэлектрики, где низкое – проводящие структуры. Многим этой базовой информации оказывается достаточно для решения их задач.

Наконец, георадиолокация. Здесь мы тоже вносим «плюс» в интерпретацию, поскольку у нас используется многоканальная система, и мы сразу получаем информацию от 50 см до 2,3 м в ширину с разрешающей способностью примерно 7,5 см. То есть стандартная радарограмма дополняется довольно легко читаемым изображением горизонтального среза. Подробнее обо всем этом можно узнать [на нашем сайте](#).

**Ред.:** *Ну ведь все равно надо обладать хотя бы начальными знаниями о том, где вообще можно, а где нельзя применять геофизические методы, в каких условиях будет снижаться точность и достоверность...*

**Д.Р.:** Конечно, перед началом работы наши клиенты получают базовый инструктаж, в последствии мы контролируем их первые результаты и помогаем наработать методику. То есть не отпускаем сразу в свободное плавание – проверяем, корректируем и постепенно подводим к правильному решению стоящих задач.

**Ред.:** *Для решения каких задач требуется тот или иной метод?*

**Д.Р.:** Например, у нас недавно была работа. Префектура одного из округов Москвы пригласила нас проанализировать, в связи с чем возникает разрушение фасада здания. Подозрения были на геотехнические проблемы. Мы проделали два сканирования с электротомографией, была создана трехмерная расстановка – петля вокруг здания. На результатах было четко видно, что под зданием, где идет разрушение фасада, зоны повышенной проводимости, что говорит о том, что там переувлажненный грунт. После анализа мы выдвинули предположение, что это связано с повреждением какой-то старой трубы.

Для устранения таких проблем применяется, например, **инъектирование** микроцементными растворами. В этом случае при помощи электротомографии можно отслеживать результативность проводимых работ, наблюдая практически в реальном времени, как область высокой проводимости превращается в область высокого сопротивления.

Другой пример связан с применением индукционного профилирования. С данным прибором работает всего один человек, и ввиду этого производительность, по сравнению с электротомографией, значительно выше. Единственное ограничение – **небольшая** глубина исследования. С этим прибором можно быстро отследить, где проходит траншея с коммуникациями, причем **не обязательно** металлическими. Этим пользуется и Водоканал, и МЧС, и другие организации. Также с этим прибором очень удобно работать с **археологическими памятниками (памятники архитектуры и археологические объекты)**. Специалист может в очень короткие сроки оконтурить, например, порядка одного гектара территории. На это потребуется не более суток.

Наконец, георадиотомограф. В основном этот прибор применяется в дорожной отрасли для сканирования дорог. Приборы нашего производства, по сравнению с одноканальным оборудованием, обеспечивают значительный прирост в производительности. Благодаря этому мы имеем картинку не просто по срезу, а объемное представление. Кроме того, мы разработали новые методики для расчета скорости в верхних слоях. Это возможно только с распределенными источником и приемником. Уже в ближайшее время мы будем готовы показать результаты наших наработок в этом направлении.



**Ред.:** *Для чего нужно фиксировать скорости в верхних слоях?*

**Д.Р.:** В ГОСТ 58349-2019 разработчики государственного стандарта при выполнении обследования дорожного покрытия предложили методику измерения толщины слоев дорожной конструкции, основанную на определении средних значений диэлектрической проницаемости каждого слоя путем калибровки георадарных данных по выработкам. Однако, как для слоев покрытия, так и для слоев основания дорожной конструкции диэлектрическая проницаемость в каждой точке сканирования может различаться. На электрофизические свойства слоев может влиять множество факторов – это состав асфальтобетонной или щебеночной смеси, влажность, коэффициент уплотнения материала слоя, температура слоя и др. Так вот, с помощью новой методики возможно обеспечить уменьшение погрешности определения диэлектрической проницаемости, а также толщины слоя асфальтобетона в каждой точке сканирования. Это, конечно, не говорит о том, что будет возможно полностью отказаться от отбора керна, но все же позволит существенно снизить объем таких работ.

**Ред.:** *Все-таки, насколько этот метод действительно точен? Не просто же так у целого ряда геологов возникают сомнения в целесообразности его применения?*

**Д.Р.:** Сразу могу сказать, что идеального решения, которое бы гарантировало точный результат на 100%, геофизика еще не придумала. Это наша реальность. И, конечно, точность данных, полученных каким-то одним геофизическим методом, не сравнить с точностью априорной информации от бурения. Но благодаря существованию целого комплекса разных методов геофизических исследований, точность получаемых результатов существенно возрастает. Ведь чем больше используется априорной информации и чем больше применяется разных геофизических методов, тем выше точность итоговых результатов изучения свойств грунтов. Одним методом при решении серьезных задач ограничиваться нельзя. И при этом инженер должен понимать, что в геофизике не существует конкретного параметра точности, универсального для всех грунтов. Все зависит от решаемой задачи, от глубины исследования, от исследуемой среды. Поэтому очень важно прежде, чем приступать к работам, оценить вероятную точность результатов.

**Ред.:** *На фоне этого ответа хочу сразу уточнить: геофизические методы окупают себя? Есть смысл заказчикам тратить на это деньги, если все настолько непредсказуемо? Ведь, вероятно, комплексирование методов выливается уже в очень серьезные затраты.*

**Д.Р.:** Безусловно, геофизические методы себя окупают. Если не применять геофизику, а использовать только стандартные методы, которые по плану дают информацию со сверхмалым разрешением, это всегда чревато аварийными ситуациями – начиная от риска попасть на скрытую и нигде не учтенную коммуникацию и заканчивая, например, природными и техногенными карстовыми полостями, наличием жил льда и пр.

**Ред.:** *Если взять за 100% все объекты, где необходимо в комплекс инженерных изысканий включать геофизические исследования, можно ли объективно оценить, как часто геофизику не проводят на таких объектах?*

**Д.Р.:** Я думаю, что в 15–20% случаях геофизику применяют в нужных объемах. Связано это, как правило, с непониманием заказчиками пользы геофизических методов. Многие ведь привыкли делать по дешевке или по старинке, не смотря на новые технологии и их

возможности. А у серьезных организаций всегда есть геофизический отдел, успешно использующий инструментарий нескольких методик. Впрочем, мне доводилось слышать про случаи, когда на бумаге геофизика проводилась, а по факту – нет. И, насколько я понимаю, такие ситуации не редкость. К каким результатам это может привести впоследствии я уже говорил выше.

**Ред.:** *Что изменилось в геофизических работах за последние 20–30 лет?*

**Д.Р.:** Если говорить об электротомографии, то, прежде всего, в разы увеличилась производительность благодаря отказу от стандартных четырехэлектродных методик. Теперь применяются многоэлектродные и многоканальные приборы, позволяющие затрагивать большие глубины с большой скоростью выполнения работ.

В индукционном профилировании, когда мы вышли на рынок, еще не было решения с индукционными профайлерами, работающими на базе обычного смартфона. Мы одними из первых разработали эту технологию, значительно облегчившую работу.

В георадиолокации также за последние годы значительно выросла производительность работы. Дело в том, что **скорость работы технологии стандартных моноимпульсных георадаров** накладывает существенные ограничения на скорость съемки. У нас не только выросла скорость съемки благодаря применению аналогового генератора, мы также увеличили производительность, поскольку собираем информацию сразу от 7 до 31 профиля сканирования.

Наконец, за последнее время было разработано множество современных, надежных математических моделей, которые легли в основу нового программного обеспечения. Это позволило гораздо эффективнее решать обратные задачи.

**Ред.:** *Большинство компаний, производящих геофизическое оборудование, сами же оказывают услуги по выполнению геофизических исследований. Можно ли сказать, в каком случае выгоднее приобрести собственный прибор, а когда дешевле обойдется заказать услугу?*

**Д.Р.:** Многие наши клиенты, обращаясь к нам с целью приобретения оборудования, уже имеют определенный объем заказов. Как правило, в таких случаях они сразу же окупают аппаратуру. Те, кто только начинает входить в этот рынок, окупаются не столь быстро. Например, погонный километр геофизических исследований (электротомография) прибором СКАЛА-48-КД 12 стоит порядка 200 тысяч рублей. Таким образом, стоимость аппаратуры окупается примерно за 10 километров.