Приборы для исследования приповерхностных слоев грунта на глубинах до 100 метров.

Введение

Зачем это нужно?

Проблема геологического исследования участков, выделенных под строительство, всегда в той или иной степени актуальна. Существует несколько методик, позволяющих решить эту задачу. Наиболее распространенной и традиционной является малоглубинное бурение с выемкой образцов грунта и дальнейшим их исследованием. Основным недостатком этого способа является трудоемкость и как следствие большие временные и материальные затраты. Предлагаемые методики позволяют выполнять геологические изыскания, резко сокращая объем разведочного бурения, а в некоторых случаях и отказавшись от него!

Какие это дает преимущества?

- Колоссальное сокращение времени исследования: 3.5 часа на полноценную обработку площадки размером 2500 кв. м (в случае исследования на глубины до 7 метров и около 5 часов в случае, если требуется большая глубина).
- Как следствие существенная экономия человеческих и материальных ресурсов.
- «Непрерывное» исследование – исключена возможность пропуска аномальных участков, что нередко случается при обычном исследовании бурением, когда такие области просто оказываются между соседними скважинами и потом преподносят сюрпризы.

Для наглядности рассмотрим несколько картинок:

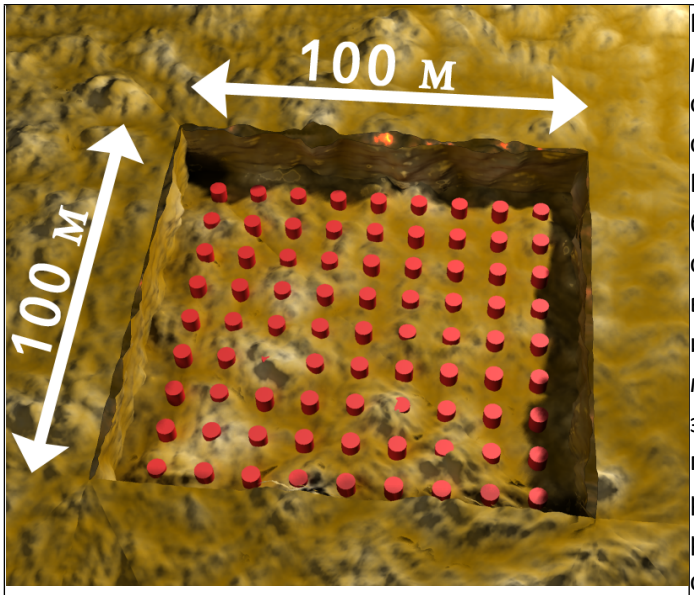

Рис. 1 Модель котлована 100х100 метров

Модель котлована размером 100х100 метров (рис. 1). Красными цилиндрами обозначены места, где были бы пробурены скважины под геологическое исследование. Всего таких скважин **81** штука из расчета бурения скважин с шагом 10 метров. Это существенные материальные вложения и временные затраты как при геологических изысканиях, так и в дальнейшем, при мониторинге сооружений в период эксплуатации. Теперь рассмотрим более приближенный к жизни вариант: скважины расставляются с шагом 20-30 метров, что, разумеется, позволяет прилично сэкономить на бурении, однако очень сильно повышает риск при проектировании фундамента возводимого сооружения.

Вопрос: что же делать?

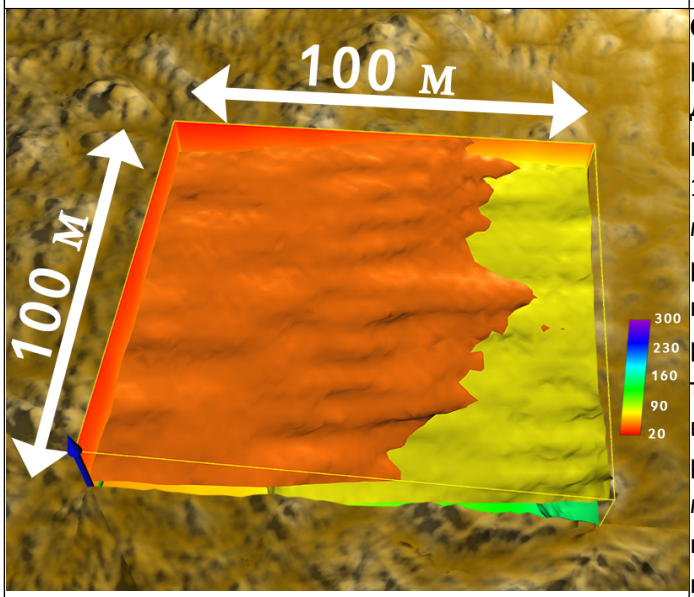

Рис. 2 Модель котлована 100х100 метров

Ответ: давайте посмотрим на результат работы предлагаемых приборов (рис. 2). Два человека в течение 8 часов способны полностью исследовать участок площадью 10 000 кв. м. В случае, если требуется модель для больших глубин (> 7 метров) работа займет около 15 часов. При колоссальной экономии времени и сил результат кардинально отличается от традиционного способа, причем отличается в лучшую сторону! Сразу по окончании работ заказчику доступна трехмерная модель, на которой хорошо будут видны геологические объекты (глинистые пласты, песок, твердые породы), механические объекты (строительный и иной мусор), коммуникации (кабели, трубы). Возможности поистине неограниченны!

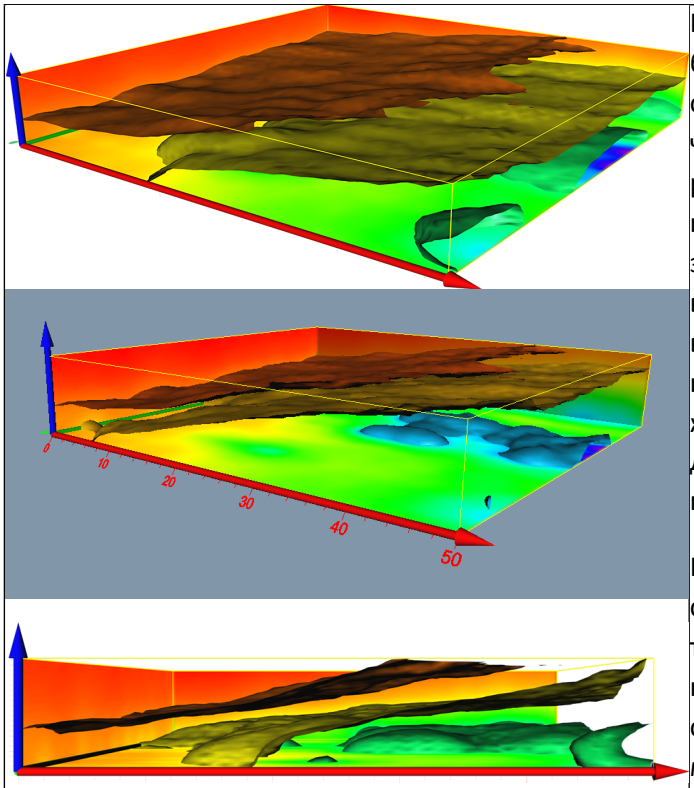

Рис. 3 Модель котлована 100х100 метров

Получившаяся в итоге модель (рис. 3) дает более чем наглядное представление о строении интересующей области. Отметим, что данное изображение является результатом реально проведенного исследования строительной площадки на заболоченной местности. На ней хорошо видны следующие геологические объекты: верхняя плоскость (темно-оранжевая) – илистое дно; средняя плоскость (темно-желтая) – песок, залегающий под илистым дном и наконец, выступы на нижней плоскости (темно-голубые) – гравий.

На основании полученной модели можно строить трехмерные изображения (рис. 3), а также двумерные разрезы с шагом, необходимым для нахождения специалистами-геологами самых уязвимых мест в структуре грунтов основания. В дальнейшем, на базе этих выводов можно определить места обязательного бурения скважин для выемки образцов и уточнения их физических характеристик, необходимых для проектирования фундаментов сооружений. **При этом число пробуренных скважин можно существенно сократить, расположив их только в ключевых местах, выявленных при помощи геофизического исследования**.

Как это работает?

Принцип работы прибора основан на измерении наведенного магнитного поля. Разные геологические среды, любые объекты, находящиеся под землей имеют разную плотность, состав и влажность и, соответственно, различную электрическую проводимость, что незамедлительно находит свое отражение в измеряемом прибором сигнале. Устройство «послойно» сканирует грунт, на разных глубинах при помощи сигналов различной частоты. Таким образом, получается трехмерный образ подземных объектов и геологических сред. Для привязки полученного образа к инженерно-геологическим элементам разреза необходимо ввести в модель данные по 1-2 разведочным скважинам. При этом скважины должны вскрывать все основные геоэлектрические элементы, поэтому их заложение следует планировать ПОСЛЕ проведения электроразведочных работ.

Можно ли это применять на практике?

Безусловно, можно и нужно. На данный момент проведен ряд работ, в том числе и в строительстве (подробнее о результатах будет сказано ниже), которые позволяют утверждать, что применяемые методы работают и способны стать реальной альтернативой для существующих дорогостоящих и трудоемких способов геологического исследования. Конечно, в существующей законодательной ситуации говорить о полной замене не приходится, однако рассматриваемые

приборы и проводимые с их помощью исследования способны стать отличным подспорьем при решении многочисленных проблем, возникающих при строительстве, особенно в тех случаях, когда время и деньги играют определяющую роль.

Приборы

НЕМФИС

Рис. 4. Прибор НЕМФИС

Аппаратура «Немфис» реализует метод электромагнитного индукционного частотного зондирования. Сканер управляется с помощью беспроводного модуля на базе карманного ПК по технологии BlueTooth. При работе используется беспроводной GPS-навигатор, который позволяет привязывать результаты исследования к физическому объекту.

Поисковый комплекс состоит из зонда, заключенного в прочный стеклопластиковый корпус, переносного компьютера со специальным программным обеспечением. Общая длина зонда в рабочем состоянии 2,75 м, в транспортном положении 1,4 м. Масса 8 кг. Зонд перемещается на вытянутой руке либо в специальной пластиковой тележке, таким образом, благодаря своим габаритам, сканер может быть использован практически везде. Заряда аккумулятора хватает на длительный период – до 10 часов непрерывной работы. Работа с данными включает их передачу из памяти КПК в компьютер, обработку и визуализацию в виде карт и/или разрезов. Геосканер «Немфис» работает без непосредственного контакта с исследуемым объектом и устойчив к воздействию электромагнитных помех.

Рис. 5. Прибор НЕМФИС в рабочих условиях

СКАЛА

Рис. 6. Прибор СКАЛА

Прибор СКАЛА позволяет производить исследование на глубинах до 200 метров, он отличается от переносной аппаратуры НЕМФИС способом исследования. Вместо передвижения по интересующей площади с прибором в руке оператор устанавливает в земле электроды и затем производит замер. Время, необходимое на выполнение работ несколько возрастает, однако взамен мы получаем потрясающую возможность посмотреть под землю на глубину до 100 метров! Визуализация данных и результаты аналогичны прибору НЕМФИС.

Практические результаты.

Самая интересная часть это, конечно же, результаты реальных работ. Предлагаемые приборы и методики прекрасно зарекомендовали себя в разнообразных исследованиях, начиная от работ на строительстве третьего автомобильного моста через реку Обь в г. Новосибирске и заканчивая поиском течей в насыпных дамбах. Но обо всем по порядку.

Исследование котлована для устранения проблем, возникших при забивке свай.

При помощи прибора НЕМФИС был обнаружен источник проблемы, не позволявший строительной компании производить работы по забивке свай. По неизвестной вначале причине сваи не доходили до требуемой глубины и начинали разрушаться. Проведенные при помощи вышеупомянутого прибора геофизические работы показали, что строительная площадка содержала участки повышенной твердости, расположенные на различных глубинах. После того как исследование выявило точное местоположение и глубину залегания аномалий, компанией была произведена раскопка, которая показала, что проблемой являлся строительный мусор (обломки бетонных конструкций, арматура), захороненный на участке. Результаты работ представлены на рисунках 7, 8 и 9 (ниже).

Комментарии к рисункам 7 и 8:

- Прямоугольник в левой части – геоэлектрическая карта котлована, вид сверху (длина 65 метров, ширина 15). Черными линиями обозначены места вертикальных разрезов (по ширине на глубину 7 метров). Сами разрезы вынесены справа от модели котлована и отмечены латинскими буквами (A..I).

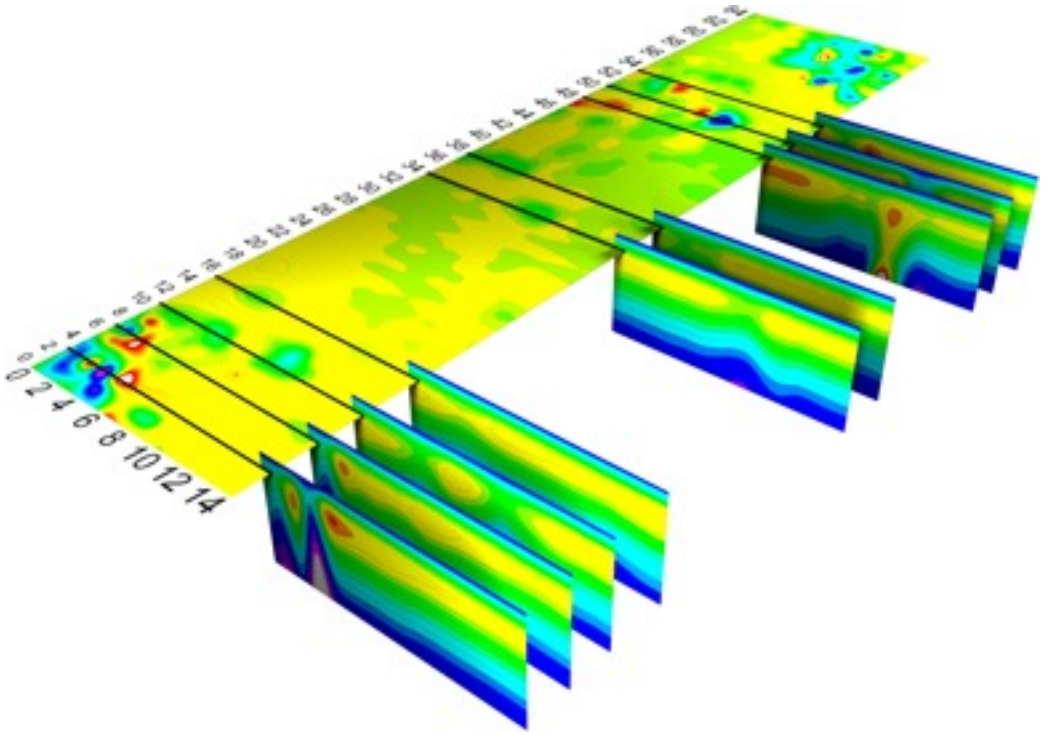

Рис. 7. Трехмерное представление котлована и вертикальных разрезов по ширине.

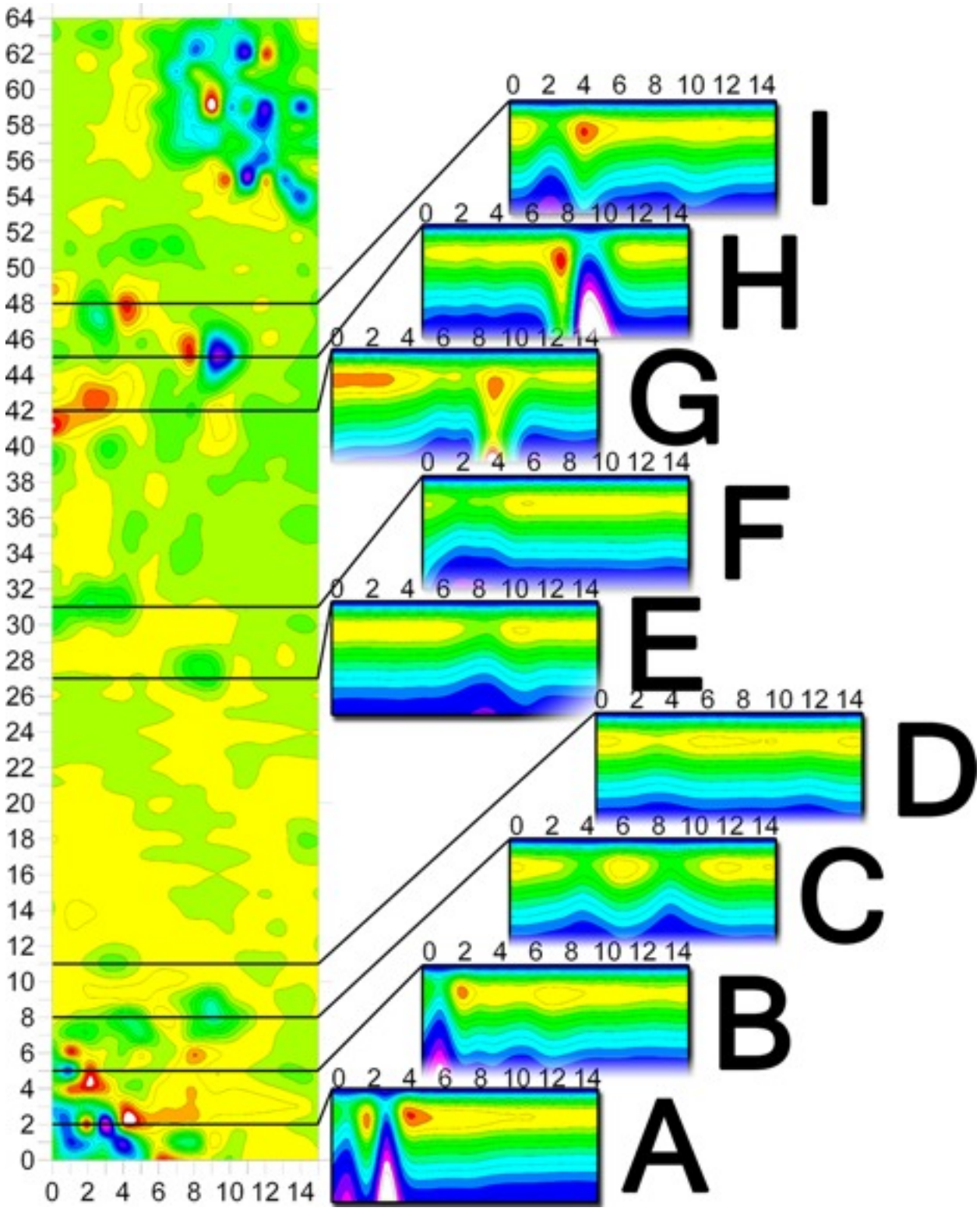

Рис. 8. Двумерное представление котлована – карта (слева) и вертикальные разрезы по ширине (справа).

- В общих чертах, двумерные разрезы в правой части рисунка могут быть проинтерпретированы следующим образом: синие, голубые и зеленые вытянутые области в верхней части – чернозем; желтые продолговатые области ниже – песок; под песком снова зеленая область – глины. Красные области – полости или иные нарушения, связанные с разуплотнением исследуемой среды. Рассмотрим теперь локальные участки на разрезах (метровые отметки – по ширине котлована):

- Разрез **A** — на отметках 1 и 3 метра четко прослеживаются аномалии строения грунта (глубина залегания 0.5-2 метра). Это уже забитые сваи.
- Разрез **B** — на отметке 1 метр снова похожая аномалия – тоже свая.
- Разрез **C**— на отметках 4 и 9 метра видны аномалии, рассекающие желтую область на три части. Данные аномалии являются кусками арматуры и железобетонных конструкций, препятствующих работам по забивке свай.
- Разрез **D** — на отметке 3 метра – неярко выраженная аномалия – тоже строительный мусор.
- Разрез **E** — на отметке 8 метров видна аномалия строения грунта. Это снова крупный фрагмент строительного мусора.
- Разрез **F** — аналогично разрезу **E**, только аномальный участок занимает промежуток 1..4 метра.
- Разрез **G** — на промежутке 6-10 метров прослеживается аномальный участок с нарушением плотностных характеристик грунта, причем аномалия уходит в глубину. Хотя данный участок не является областью захоронения строительного мусора, он также заслуживает пристального внимания, т.к. связан с резким ухудшением своих несущих свойств.
- Разрез **H** — Сильная аномалия, меняющая знак – так визуализируются массивные металлические предметы на глубине до 0.5 м. Возможно, кольцо или крышка люка.
- Разрез **I** — на отметке 2 метра снова виден участок захоронения строительного мусора.

На рисунке 9 представлены вертикальные разрезы котлована по длине, где так же четко прослеживаются исследуемые аномалии.

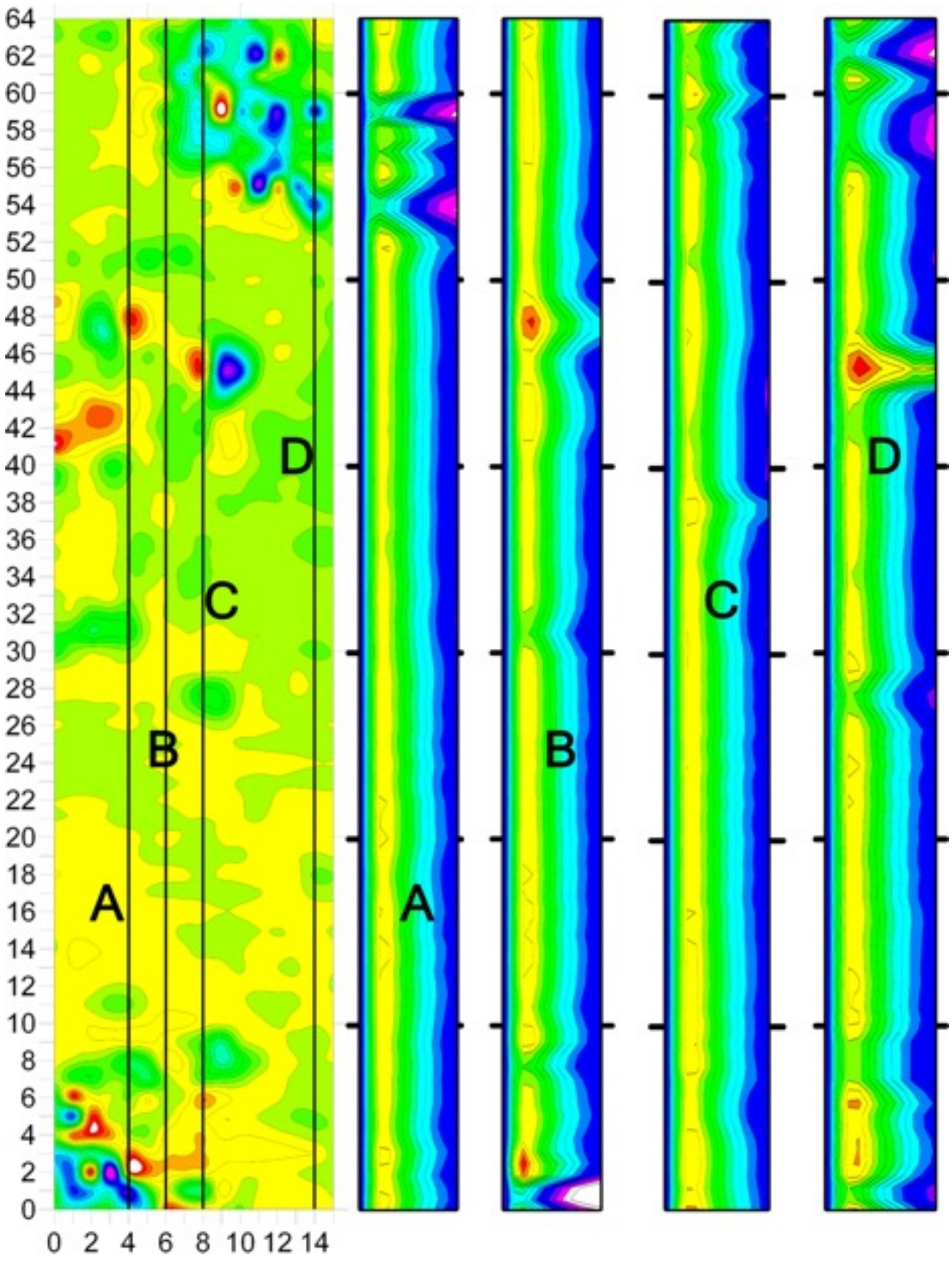

Рис. 9. Двумерное представление котлована – вид сверху (слева) и вертикальных разрезов по длине (справа)

Третий мост через реку Обь.

Работы по исследованию участков под строительство третьего моста производились как для малых глубин, так и для больших. Результатом стало точное определение глубины залегания коренных пород, что позволило скорректировать положение опор моста.

Другие проекты

В экспериментальных целях производились работы по поиску течей в насыпных дамбах. Приборы позволили не только установить наличие канала протечки, но также приблизительно определить его форму (фиолетовый участок) и область, подверженную намоканию и, как следствие, разрушению (темно-синий участок). Результат работ представлен на рисунке 10.

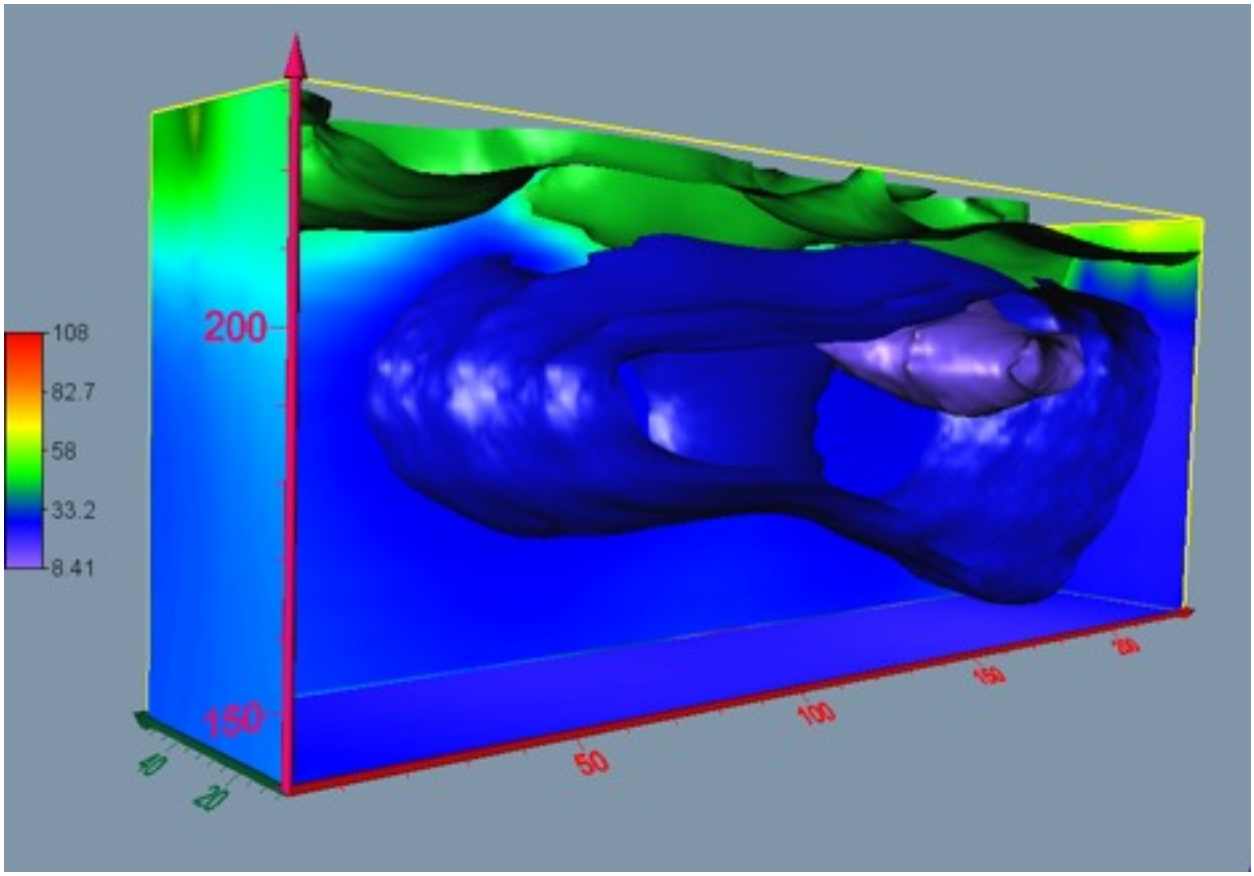

Рис. 10 . Канал фильтрации жидкости в насыпной дамбе

Резюме

Области применения приборов

Давайте подытожим вышесказанное и определимся, для каких задач можно использовать приборы НЕМФИС и СКАЛА? Методы позволяют:

- произвести расчленение разреза на литологические слои;
- определить глубины залегания кровли скальных грунтов;
- произвести картирование погребенных речных долин;
- произвести картирование вечномерзлых грунтов;

- произвести выявление и оконтуривание закарстованных зон;
- произвести установление и прослеживание тектонических нарушений и зон трещиноватости;
- определить положение уровня грунтовых вод;
- определить участки загрязненности подземных вод и локализовать их;
- локализовать места разгрузки подземных и техногенных вод, мест фильтрации через земляные сооружения;
- локализовать места протечек в коммунальных системах;
- исследовать участки рядом со строящимися зданиями на предмет возможного ущерба от располагающихся поблизости коммунальных систем;
- определять литолого-петрографический состав пород;

Весьма полезный набор, особенно с учетом исключительной скорости и точности, которую обеспечивают рассматриваемые приборы!

Общее характеристика приборов и потенциальная выгода от их применения

Итак, что можно сказать относительно обсуждаемых приборов? Это уникальное оборудование, применение которого во многих областях способно не только сэкономить существенные материальные средства и время, но также открыть доселе недоступные возможности!

Несомненно, приоритетом в применении обсуждаемых приборов можно считать проектирование и инженерно-геологические изыскания под строительство, и выгода здесь очевидна. Ведь чем меньше проблем возникает у компании-подрядчика, чем меньше сил и средств затрачивает она на решения повседневных задач, тем больше у нее остается времени, чтобы сосредоточиться на конечном результате, который затем автоматически превращается в имидж и степень будущего доверия.