

Возможность применения электромагнитного зондирования для инженерно-геологических изысканий при проектировании автомобильных дорог

А. Ю. Ломов¹
Д. С. Кондрашин

Петрозаводский государственный университет

АННОТАЦИЯ

В статье приводится краткое описание возможности применения георадара серии «Грот» для регистрации подземных неоднородностей, слоистой структуры грунтов в области инженерно-геологических изысканий при проектировании автомобильных дорог.

Ключевые слова: георадар, зондирование

SUMMARY

This paper contains the application of Ground Penetrating Radar at detection of underground utilities and structure of layers for geological investigation of autoroad.

Keywords: GPR (Ground Penetrating Radar), georadar.

Теоретические основы применения радиоволн для изучения геологических структур были заложены Г. Лови и Г. Леймбахом в 1910 г., а в 1912 г. ими же была обоснована возможность поисков руд и грунтовых вод радиоинтерференционными методами. В нашей стране первые опытные работы электроразведочными методами, использующими радиочастотные сигналы, начаты в 1925 г. А. А. Петровским [1].

В настоящее время при исследовании геологических структур используются георадары как отечественного, так и зарубежного производства. Но на практике многие из них могут обеспечить глубину зондирования в несколько метров только на слабопоглощающих радиоволны грунтах, по своим параметрам близких к сухому песку, что делает их малоперспективными для средней полосы России. Однако вышесказанное не относится к георадарам серии «Грот» [2].

Георадар «Грот» представляет собой геофизический прибор, предназначенный для зондирования почвы до глубины в несколько десятков метров, локализации с высокой точностью объектов и предметов искусственного и естественного проис-

хождения в грунте, определения глубины залегания и характера поверхности с использованием электромагнитных волн.

Принцип действия основан на излучении электромагнитной волны передающей антенной, отражением ее от границы раздела сред или подземных объектов и фиксации приемной антенной. Полученные сигналы улавливаются, обрабатываются и выводятся на жидкокристаллический индикатор в виде изображения, несущего информацию о строении подстилающей поверхности.

Приведем основные технические характеристики георадара «Грот-5».

- | | |
|---|----------------|
| 1. Диапазон рабочих частот | -50 - 500 МГц. |
| 2. Импульсное напряжение на выходе передатчика | -5 кВ. |
| 3. Чувствительность приемника, не менее | -300 мкВ. |
| 4. Частота дискретизации данных | -2,2нс. |
| 5. Потребление от аккумулятора 12 В: в режиме регистрации | -3 А. |
| в режиме просмотра | -0,3 А. |
| 6. Масса блока приемника | -7 кг. |
| 7. Диапазон рабочих температур | -0°C...+40°C |

Радар оснащен жидкокристаллическим индикатором 64 × 128 элементов и имеет встроенную энергонезависимую память с возможностью сохранения 99 кадров. Он может работать автономно, т.е. в режиме регистрации с выводом информации на индикатор с последующей (в случае необходимости) перекачкой информации в компьютер по стыку RS-232, а также в составе с компьютером типа «Notebook».

На получаемых с помощью георадаров «Грот» радарограммах практически отсутствуют паразитные колебания - «звон» аппаратуры, характерный для остальных георадаров. По этой причине не используются стандартные программы обработки георадарных сигналов, основная задача которых уменьшить величину «звона» и выделить на его фоне сигнал с помощью разного рода фильтров.

В целом ряде задач, где не требуется точное знание глубин залегания объектов или слоев, например, при поиске положения на местности трубопровода, радарограмма не нуждается в обработке и является конечным продуктом. Такого типа задачи решаются прямо на месте по изображению на экране радара. Глубина может быть оценена по задержке сигнала и средней скорости распространения радиоволны для зондируемой среды, которая, как правило, в три раза меньше скорости света.

Однако наиболее важную информацию несет геологическое сечение трассы с точным указанием глубин залегания объектов и слоев. Принятый в настоящее время способ восстановления геологического профиля по радарограмме основывается на использовании методики, которая известна в сейс-

¹ Авторы – соответственно преподаватель и инженер кафедры промышленного транспорта и геодезии

мологии под названием «общий пункт возбуждения» (ОПВ).

Первоначально снимается радиолокационный профиль, перемещаясь по трассе с прибором, в котором расстояние между приемной и передающей антеннами фиксировано. По радарограмме определяются точки, в которых необходимо произвести зондирование, т.е. в соответствии с методом ОПВ получить годографы от слоев и объектов. Годограф - это функция задержки сигнала от слоя (объекта) в зависимости от расстояния между приемной и передающей антеннами при симметричном разнесе их в разные стороны.

Годограф позволяет определить как истинную глубину слоя, так и скорость распространения волны в нем. Для того чтобы преобразовать радарограмму в геологическое сечение, необходимо исключить кратные отражения от слоев и трансформировать временную ось в пространственную, задавая скорость волны в слое. Вся необходимая для этого информация может быть получена из годографа.

Процесс вычисления характеристик среды по годографу, а также получение геологического сечения автоматизированы, однако основную роль в этом процессе играет оператор.

Применительно к геологическим изысканиям при проектировании автомобильных дорог использование георадара позволит получать геологические профили, на которых будут видны границы геологических слоев и уровень грунтовых вод, тем самым снизится стоимость и трудоемкость работ по бурению скважин, прокопке шурфов.

Георадар может также применяться в следующих направлениях: исследование состояния существующих автомобильных дорог, решение задач по определению толщины насыпи, ее структуры, вторжения вод, неоднородности материала; поиск песчано-гравийных отложений; выявление подземных металлических и неметаллических коммуникаций.

К настоящему времени георадары серии «Грот» используются в различных регионах России, включая Сибирь, Якутию и Дальний Восток. Практические результаты показывают, что реальный потенциал георадаров «Грот» достаточен для решения многих задач в первых десяти метрах подповерхностного слоя.

Одной из основных причин, препятствующих широкому распространению георадарных технологий, является сложность интерпретации данных, требующая на современном этапе привлечения высококвалифицированных специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Финкельштейн М. И., Мендельсон В. Л., Кутев В. А.. Радиолокация слоистых земных покровов. М.: Сов. радио, 1977. 174 с.
2. Гарбацевич В. А., Копейкин В. В., Кюн С. Е., Щекотов А. Ю. Устройство для радиолокационного зондирования подстилающей поверхности. Патент № 2080622 от 27 мая 1997 года.