

Методы и системы инженерной геофизики, применяемые при изысканиях в районах развития многолетнемерзлых пород

■ Бучарский Б.В., Бондаренко Д.Н., Горячев В.В., Савельев Д.М., ООО «Ингеоком, г. Саратов

При выполнении инженерных изысканий в зимний период и в районах развития многолетнемерзлых толщ (республика Саха-Якутия) для получения дополнительной оперативной информации о строении верхнего интервала изучаемых разрезов используют бесконтактные геофизические исследования. Бесконтактные методы и системы, используемые в инженерной геофизике, основаны на современных методиках, аппаратных средствах и технологиях, развиваемых и создаваемых для дистанционного изучения электрических и скоростных характеристик слоистых разрезов.

Основной задачей геофизических исследований на стадии проектной документации по объектам обследования подъездных автодорог к месторождениям полезных ископаемых в районах развития многолетнемерзлых толщ является определение рельефа поверхности дисперсных, скальных пород и мощности перекрывающих их насыпных грунтов. Геофизические исследования на стадии рабочей документации выполняются с целью получения дополнительных материалов и данных для оценки инженерно-геологических условий. В задачу геофизических исследований входит:

определение глубины подошвы насыпных грунтов, выявление аномальных неоднородностей разреза в подстилающих грунтах.

При инженерных изысканиях в зимний период и в районах развития многолетнемерзлых толщ районах применяются следующие методы: электроразведка методом вертикального электроразведывания (ВЭЗ) в бесконтактной модификации (БЭЗ), метод георадиолокационного обследования (георадиолокационное профилирование), сейсморазведка МПВ.

Электроразведка

Электроразведка ВЭЗ в модификации бесконтактной технологии (БЭЗ) применяется в условиях развития с поверхности скальных и многолетнемерзлых пород (ММП). Для выполнения работ используется аппаратура «ERA-MAX», с рабочей частотой 4.88 Гц. При работе методом БЭЗ для обеспечения глубины исследований до 20 м используется экспресс-установка (линия АВ длиной 54 м, с закрепленной линией MN=1 м). Действующие значения разносов линии АО: 1.4; 2.0; 2.7; 3.7; 5.2; 7.2; 10; 14; 20; 27. Всего 10 разносов. Шаг между установками БЭЗ по профилю ~ 200 м.

► Рис. 1. Подъездная автодорога к месторождению.



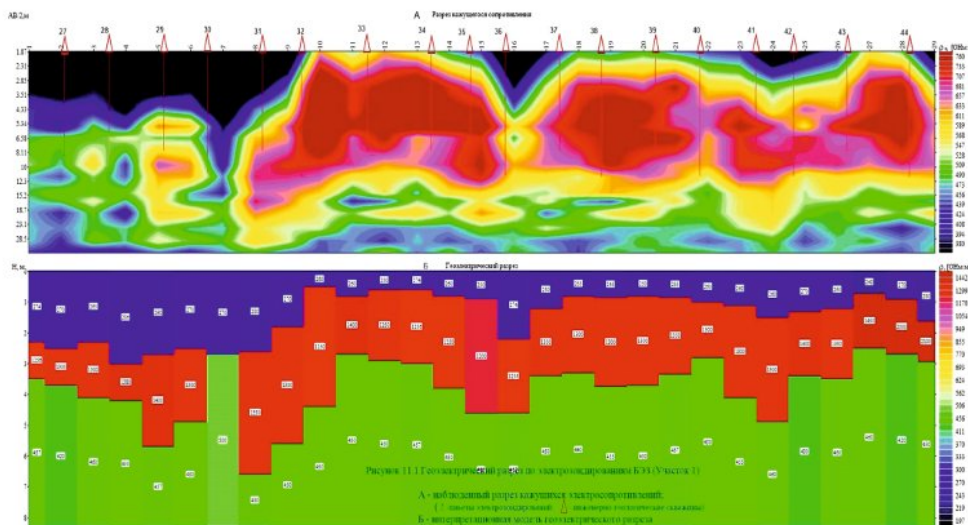


Рис. 2. Пример геоэлектрического разреза по профилю подъездной автодороги (Результаты электроразведки БЭЗ).

Обработка полевых записей электроразведки БЭЗ выполняется по программе «PI2WIN» с трансформацией в параметры электрического сопротивления и построением геоэлектрических разрезов наблюдаемых кажущихся значений электрического сопротивления и интерпретационной геоэлектрической модели (рис.1).

Георадиолокация

Георадиолокационное профилирование выполняется с помощью георадара «ОКО-2» с антенным блоком 250 МГц, с шагом наблюдений по профилю - 10 см. Управление, регистрация и запись георадарограмм производится на ПК планшетного типа. Количество накоплений определяется в процессе опытных работ на объекте.

Метод георадиолокационного профилирования заключается в излучении импульсов электромагнитных волн в исследуемую среду и регистрации сигналов, отраженных от границ раздела слоев, имеющих различные электрофизические свойства.

Основная задача, решаемая методом георадиолокационного профилирования, определение положения границ раздела сред или объектов в зондируемых средах. Модель изучаемой среды представляется

в виде слоистой толщи с постоянными электрофизическими свойствами каждого слоя и наличием локальных и протяженных объектов, отличающихся по электрофизическим свойствам от вмещающей среды.

Результатом георадиолокационного исследования является георадиолокационный профиль или радарограмма – массив амплитуд отраженных сигналов с дополнительной информацией по каждому шагу зондирования, записанный в файл и визуализируемый в виде вертикального разреза исследуемой среды.

Георадиолокационное профилирование выполняется по профилю оси автодорог с учетом прохождения георадара через инженерно-геологические скважины, размещенные в пределах полотна отсыпки.

Технология и режимы регистрации определяются перед началом производственных работ в ходе проведения опытно-методических исследований. Технология полевой методики и регистрации реализуется с учетом зимних климатических условий (низкие отрицательные температуры). Антенный блок георадара буксируется по профилю автодороги на жесткой сцепке спецавтотранспортом со скоростью пешехода.



▲ Рис. 3. Технология георадарного профилирования при обследовании подъездной автодороги.

Регистрация радарограмм выполняется в непрерывном режиме в отапливаемом салоне технологического транспорта. Накопление зондирующих импульсов 8-16. Привязка георадарных профилей осуществляется к пикетажу автодороги. Длина георадарных профилей ~ 1000 м.



▲ Рис. 4. Наблюдаемая на ПК радарограмма по георадиолокационному профилю подъездной автодороги.

Сейсморазведка (МПВ)

Сейсмозондирования методом преломленных волн (МПВ) выполняется по профилям подъездных автодорог, дамб гидротехнических сооружений (ГТС), хвостов, хранилищ промстоков для решения задач выделения аномалий скоростных неоднородностей, обусловленных

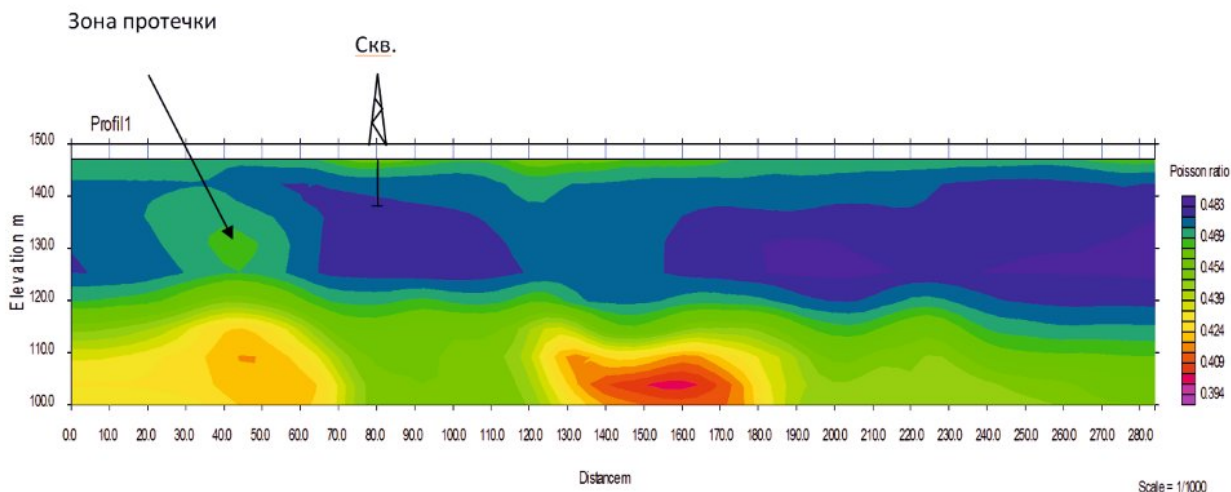
изменением литологического состава, физико-механических характеристик пород, зонами протечки плотин и дамб. Профили точечных зондирований располагаются по гребню плотин, дамб. При выполнении работ МПВ используются блоки системы бескабельной телеметрической сейсморегистрирующей «SCOUT» (СБТС), (разработка СКБ СП, г. Саратов). На профиле по оси дамбы отрабатываются расстановки, на каждой из которых располагаются по 24 канала (БСД) с шагом между пунктами приема 2-5 м. Длина одной расстановки составляет 92 м. Возбуждение упругих колебаний производится с использованием ударного источника (кувалда) сейсмических колебаний в пределах расстановки с шагом 8 метров между пунктами возбуждения (ПВ) и с отработкой выносных ПВ на удалении от флангов в 18-24 метра.



▲ Рис. 5. Фото 4 Технология сейсмозондирования МПВ на дамбе хранилища промстоков.

На каждом ПВ выполняется последовательно возбуждение продольных и поперечных волн. Для регистрации этих типов волн используются сейсмоприемники, ориентированные вертикально и горизонтально. На каждом ПВ проводится запись сейсмограмм продольных и поперечных волн.

Длина записи, шаг дискретизации, усиление подбираются в ходе опытных работ. Число накоплений устанавливается



▲ Рис. 6. Вертикальная карта значений коэффициента Пуассона по разрезу дамбы.

опытным путем по достижению уверенной корреляции волн в первых вступлениях. В обработку передаются файлы сейсмограмм в формате «sgy».

На рис. 2 представлена вертикальная карта значений коэффициента Пуассона, полученная по результатам профильного сейсмозондирования дамбы. На карте выделена локальная зона пониженных значений коэффициента Пуассона, которая отражает скоростную неоднородность, обусловленную сменой литологического состава (песчаная линза в толще суглинков).

Рассмотренные выше геофизические методики и системы, успешно применяются при решении инженерно-геологических задач в районах развития многолетнемерзлых толщ и в периоды сезонного промерзания верхней части разреза, обеспечивают оперативное получение необходимой информации о физико-механических характеристиках грунтов. Результативные геофизические разрезы дополняют инженерно-геологические разрезы изучаемых линейных объектов на междускважинных участках.