

# ГЕОРАДАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ И ОБСЛЕДОВАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

В данной статье содержится опыт ФГУП «РОСДОРНИИ» по применению метода георадиолокации при изысканиях и обследовании искусственных сооружений. Рассмотрены результаты изучения грунтовых и гидрологических условий для строительства мостовых переходов, состояния и глубины заложения фундаментов действующих сооружений.

## Гидрологические изыскания створа прокладки люкера через реку Клязьму

Грунтово-гидрогеологические условия на реке Клязьме в окрестностях Шелково определялись в июле 2004 г. Водолазы отказались протягивать георадар по дну из-за его заиленности на толщину более 1,5...2,0 м. Поэтому георадарное сканирование выполняли с поверхности воды путем протягивания антенного блока АБ-400, помещенного в специальную герметичную водонепроницаемую камеру.

Георадар в камере был заглублен на 15...30 см от поверхности воды. Оператор находился в резиновой лодке и буксировал за собой георадар. Наиболее часто работы выполняют, когда георадар находится на дне резиновой лодки.

С учетом небольшой ширины реки, для проведения работ поперек реки было натянуто три веревки, с помощью которых оператор перемещал георадар строго по створу. Было также проведено три продольных прохода по течению реки протяженностью 10 м каждый. Продольные проходы были выполнены на расстоянии 3 м от каждого берега и по середине русла реки.

## Геологические и гидрологические изыскания на реке Северной Двине

Инициативные гидрологические работы проводились совместно с сотрудниками Архангельского государственного технического университета в сентябре 2007 г. с целью выбора места для мостового перехода. Оценивались глубина водного потока и грунты, залегающие на подходах к искусственному сооружению и на дне реки. При обследовании Северной Двины использовался георадар «ОКО-2М» с экранированным антенным блоком АБ-150.

Антенный блок был помещен в прорезиненную двухместную лодку, которая буксировалась катером со скоростью около 15 км/ч. Оператор с оборудованием находился на корме катера. Запись вертикальных профилей осуществлялась в непрерывном режиме с шагом через 30 см, накоплением сигнала 4, разверткой 400, усилением сигнала 128.

Через одинаковые интервалы регистрировалось местонахождение антенного блока с помощью приемника спутниковой системы позиционирования GPS и специальных меток, проставляемых оператором на радарограммах. Результаты сканирования в виде непрерывно изменяющейся радарограммы в соответствии с движением катера визуализировались на экране ноутбука и записывались в отдельные файлы.

Всего было записано шесть профилей, как вдоль реки, так и поперек. На рис. 1 характерными линиями синфазности выделено дно реки на радарограмме продольного разреза. На ней видно, что верхние слои воды загрязнены, грунты просматриваются малой мощностью.

Однако можно отметить, что после 900 м просматриваются гравийно-песчаные грунты толщиной слоя до 0,8...1,0 м.

Максимальная глубина водного потока составила 6,3 м (глубину более 6,3 м выявить не удалось), в то время как глубина сканирования грунта на дне реки не превысила 0,5...1,0 м. Малые глубины обосновываются неудачно выбранной конструкцией прорезиненной лодки, у которой дно на толщину 7–10 см было заполнено воздухом. Применение лодки без накачанного воздухом дна могло бы существенно повысить качество и глубинность радарного зондирования. В этом случае в песчаных грунтах должна быть достигнута глубина сканирования грунтов порядка 3 м, в то время как в суглинистых грунтах глубина сканирования может не превысить 1 м.

Результаты выполненных работ позволяют рекомендовать выбор створа мостового перехода с учетом глубины и грунтов, залегающих на дне водотока.

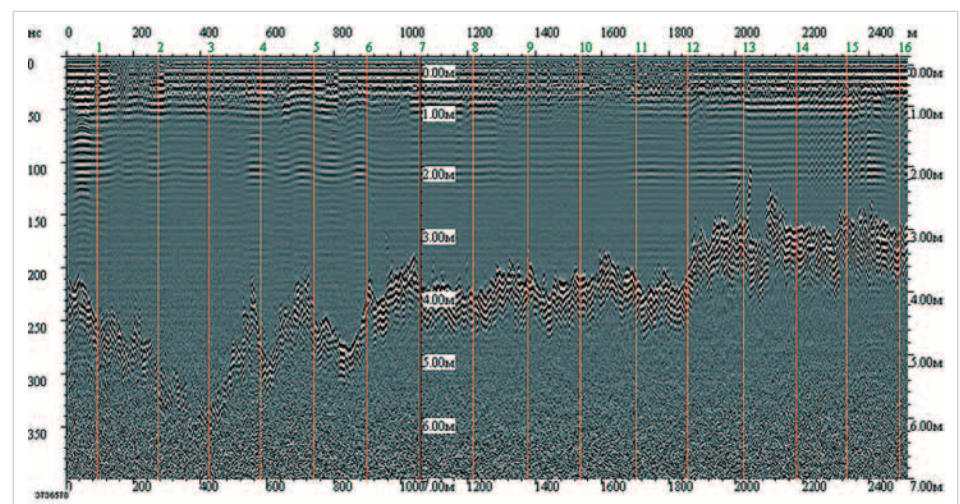


Рис. 1. Радарограмма продольного разреза водного потока на Северной Двине: по вертикали – глубина разреза (м), по горизонтали – длина разреза (м), красные вертикальные линии – метки, фиксирующие местоположение георадара на реке



Работы осуществлялись в непрерывном режиме. Скорость георадарного сканирования не превышала 1,0...2,0 км/ч (большее значение показано при сканировании в продольном направлении по течению воды).

Продольные проходы перпендикулярно оси проектируемого дюкера. Результаты георадарного сканирования по продольной оси (проходы по трем створам) показали глубины воды 1,9...2,5 м, при этом 1,3...2,0 м водного пространства было заполнено взвесью из ила.

Поперечные проходы параллельно оси проектируемого дюкера. Здесь выявлено, что наибольшая глубина воды (2,5 м) – у правого берега, наименьшая (0,6 м) – у противоположного, а средняя (1,6 м) – на середине реки. Напластования грунтов под водой из-за большого количества ила не просматриваются, за исключением берегового участка.

Выявление гипербол на радарограммах в верхних слоях грунта говорит о наличии камней или каких-то других посторонних предметов (комли деревьев, бревна и т.д.). Подводные инженерные коммуникации или коммуникации, залегающие в грунтах, по результатам сканирования в продольном и поперечном направлениях зафиксированы не были.

Накоплен также опыт (г. Людиново, Калужская область) с использованием водолазов, протягивающих георадар в водонепроницаемой камере по дну реки. Одновременно оператор фиксировал радиолокационный разрез, перемещаясь параллельно в лодке (фото 1).

#### **Определение глубины заложения фундаментов искусственных сооружений**

При небольшой глубине заложения исследования выполняют с помощью георадарного оборудования, перемещая георадар по поверхности фундамента. При больших же глубинах заложения, так как контактный антенный блок излучает электромагнитные колебания под углом порядка 45 градусов, георадар рекомендуют протягивать непосредственно рядом с фундаментом и за фундаментом. В этом случае по результатам зондирования, при сравнении радарограмм, четко просматривается глубина заложения фундамента.



**Фото 1. Георадарные обследования дна реки (водолазы протягивают георадар по дну)**



**Фото 2. Обследование фундамента на ступенях на плотине Людиновского гидроузла**

Другой способ определения глубины заложения – это применение зондовых георадарных антенных блоков, когда рядом с фундаментом или сваей бурится скважина, в которую помещается обсадная труба. В эту трубу опускается зондовый антенный блок. По записанной радарограмме можно достаточно точно определить глубину заложения фундамента или сваи.

Толщина фундамента на ступенях сливной части под водой, наличие вымоин под фундаментом было определено в 2004 г. на плотине Людиновского гидроузла (фото 2). Георадар с антенным блоком АБ-250 в резиновой лодке протягивался в продольном и поперечном направлениях по ступеням сливной части.

Результаты показали, что толщина бетона на ступенях изменяется от 3,8 до 5,0 м. Толщина бетона оказалась, как в продольном, так и в поперечном направлениях, разная. Одной из причин являются ремонтные работы, когда цементный раствор закачивался под бетонное основание и растекался под ним. Локальные вымоины и инфильтрация воды были зафиксированы под фундаментом у правой и левой стенок сливной части.

С помощью георадаров также выполняют и обследования несущих конструкций: выявляют толщину перекрытий, наличие арматуры, дефекты в бетонных сооружениях, ослабленные грунтовые зоны под сооружениями и т.д. Такие работы были выполнены в ремонтных ангарах аэропорта Внуково, при обследовании здания Управления дорожного хозяйства Рязанской области, на заводах Ухтомского (г. Люберцы Московской области) и п. Запрудня Талдомского района Московской области и т.д.

Безусловно, георадарные методы не являются панацеей от всех проблем и требуют накопления опыта работ, более детальной практической проверки на различных искусственных сооружениях. Тем не менее, дополняя традиционные методы изысканий и в ряде случаев сокращая их количество, они позволяют повысить качество проектных и в последующем дорожно-строительных работ, а также уменьшить эксплуатационные расходы.

**А.М. Кулижников,**  
заместитель генерального директора  
ФГУП «РОСДОРНИИ»,  
д-р техн. наук, профессор