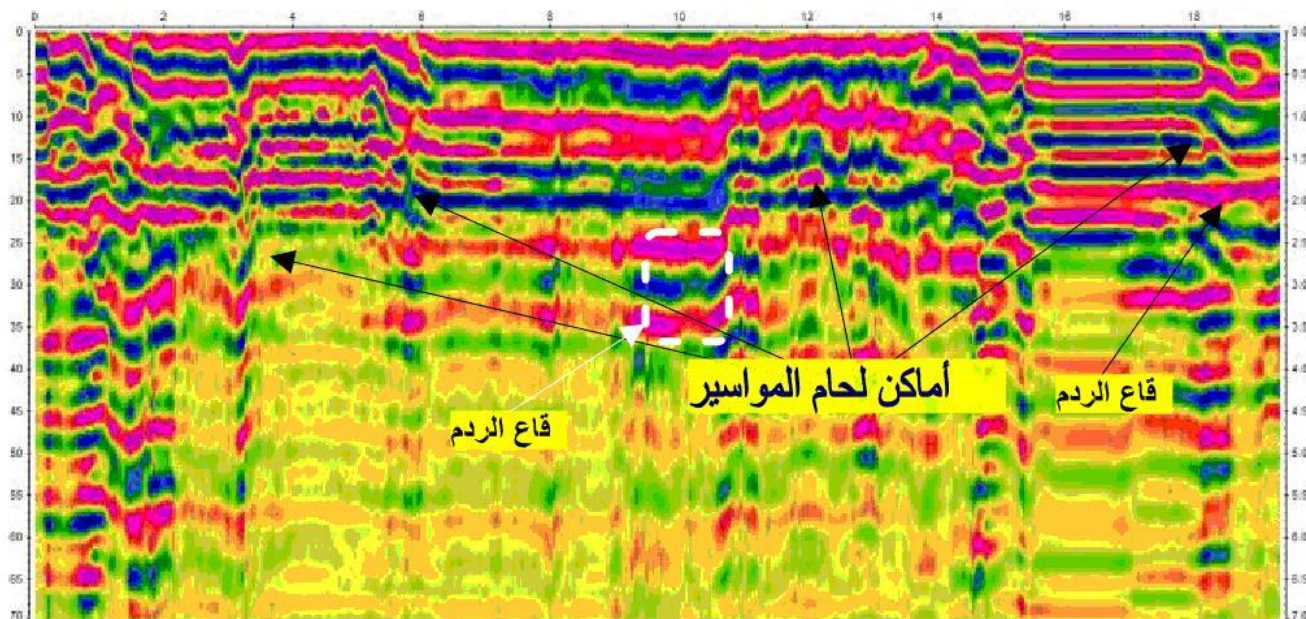


Георадиолокация и некоторые примеры ее использования



В статье рассматриваются общие принципы георадарного зондирования, а также приводятся практические примеры использования этой технологии на основе доклада «Применение метода георадиолокации для определения геотехнического состояния водопропускных систем» [2], который был сделан в 2018 году на 12-й Международной конференции по гражданскому и архитектурному проектированию (ICCAE-12) М.А. Атия – представителем Национального научно-исследовательского института астрономии и геофизики из египетского города Хелуан.

Введение

Одной из лучших технологий для исследований грунтов, залегающих на глубине от поверхности до 20–30 м, является георадиолокация (подповерхностное радиолокационное зондирование от англ. ground-penetrating radar, GPR). Спектр областей ее применения очень широк, но прежде всего она необходима для геотехнических и строительных оценок. В данной статье представлены материалы доклада «Применение метода георадиолокации для определения геотехнического состояния водопропускных систем» [2], который был сделан в 2018 году на 12-й Международной конференции по гражданскому и архитектурному проектированию (ICCAE-12) М.А. Атия – представителем Национального научно-исследовательского института астрономии и геофизики из египетского города Хелуан. В этом докладе он на практических примерах продемонстрировал возможности использования георадарного зондирования для оценки состояния покрывающих слоев и водопропускных систем, которые часто приходится устраивать под автомобильными и железными дорогами, мостами и даже под каналами при их пересечении другими водотоками (речками, ручьями, каналами, дренажными канавами и т.д.). Такая проверка, например, выполняется при необходимости строительства, реконструкции или ремонта дорог над уже существующими водопропускными сооружениями.

Принципы работы георадиолокационной системы

Георадиолокационная система, или георадар (от англ. Geo – «Земля», radar – RAdio Detection And Ranging, то есть «радиообнаружение и определение дальности») включает в себя передатчик, приемник и устройство для обработки данных. Передатчик отправляет радиосигнал через передающую антенну в исследуемую среду. Приемник через приемную антенну улавливает его отражения от границ раздела между материалами с разными электрофизическими свойствами (рис. 1). Далее принятые сигналы обрабатываются, запоминаются и визуализируются. Сила (амплитуда) и время прихода отраженной волны (считая от момента передачи исходного импульса) зависят от расстояния до отражающего объекта. По общей волновой картине, полученной при перемещении георадара по профилю, можно оценить не только глубину залегания, но и форму, положение и размер отражающего объекта.



Рис. 1. Упрощенная схема работы георадара (по [2])

Основным преимуществом георадаров является то, что их записи достаточно детально отражают вертикальные грунтовые разрезы. Но изначально принятые сигналы требуют современного программного обеспечения, способного отфильтровать все ненужные сигналы и помехи и обработать исходные записи для получения читаемых вариантов георадарограмм. Но даже эти обработанные волновые картины требуют интерпретации опытными специалистами, поскольку они не являются непосредственными изображениями подземных объектов, а представляют собой двумерные записи трехмерных электромагнитных волн радиодиапазона, отраженных от подповерхностных границ раздела между материалами с разными электрофизическими свойствами. Обычно георадарное зондирование проводится либо в качестве предварительного обследования, либо в комплексе с другими методами – бурением, сейсморазведкой, электроразведкой или др. И только на основе комплексной интерпретации всех полученных данных можно построить действительно достоверные инженерно-геологические разрезы [1, 2].

Пример 1. Водопрopusкная система «Эдко»

При участии автора доклада [2] с помощью георадара было исследовано состояние двух водопрopusкных систем, которые позволяют воде двух веток крупной дренажной канавы Эдко протекать под каналом Эль-Махмудия, а также под двумя дорогами, идущими вдоль этого канала по обеим его сторонам (рис. 2). Однако Атия [2] описывает результаты обследования только одной водопрopusкной системы, более новой, которая расположена севернее (см. рис. 2). Изучалось также и состояние покрывающих и окружающих ее грунтов и техногенных слоев.

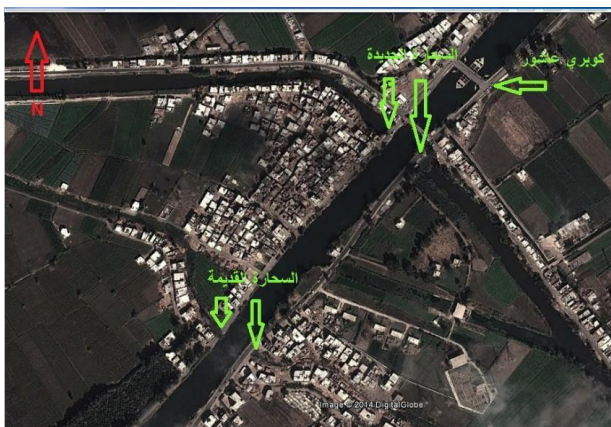


Рис. 2. Аэроснимок района изысканий в примере 1 [2]

Входной оголовок водопрopusкного сооружения располагается под северо-восточной стороной соответствующего поперечного сечения канала Эль-Махмудия и идущих вдоль него дорог (с этой стороны было пройдено 5 профилей), а выходной оголовок находится под юго-западной стороной (здесь было отработано 3 профиля) (рис. 3). Использовался георадар SIR 10A с антенной, работающей на частоте 200 МГц. На каждом профиле выполнялось по 50 георадарных зондирований на метр (через каждые 2 см). Следует отметить, что конструкцию водопрopusкного сооружения автор в своем докладе [2], к сожалению, не описал.

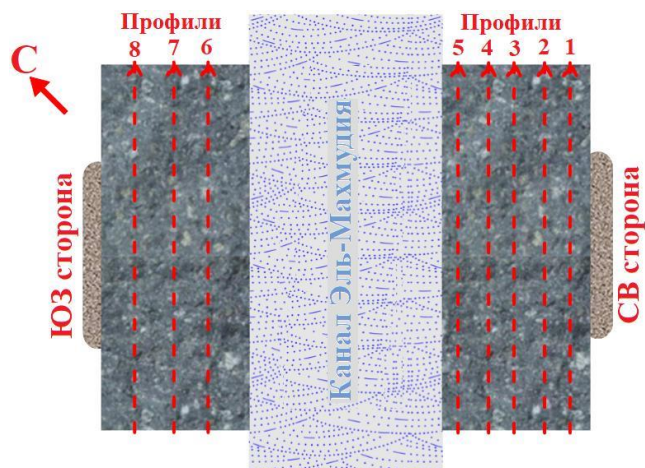


Рис. 3. Направления георадиолокационных профилей над водопрopusкной системой под каналом Эль-Махмудия и под идущими по его сторонам дорогами в примере 1. Входной оголовок водопрopusкного сооружения находится с северо-восточной стороны, а выходной оголовок – с юго-западной [2]

Нарушения выходного оголовка водопропускного сооружения, укрепленного бутовой кладкой, были видны даже невооруженным глазом: верх просел, а в боковых частях появились трещины (рис. 4). Георадиолокационные исследования по профилям 7 и 8 помогли обнаружить и описать деформации и трещины в дорожном покрытии, в подстилающих его слоях и в конструкциях водопропускного сооружения под дорогой вблизи выходного оголовка (рис. 5, 6). Некоторые из трещин прослеживались до самой поверхности. В большинстве остальных мест водопропускная система оставалась в хорошем состоянии.



Рис. 4. Трещины и другие нарушения в боковой части выходного оголовка водопропускного сооружения в примере 1 [2]

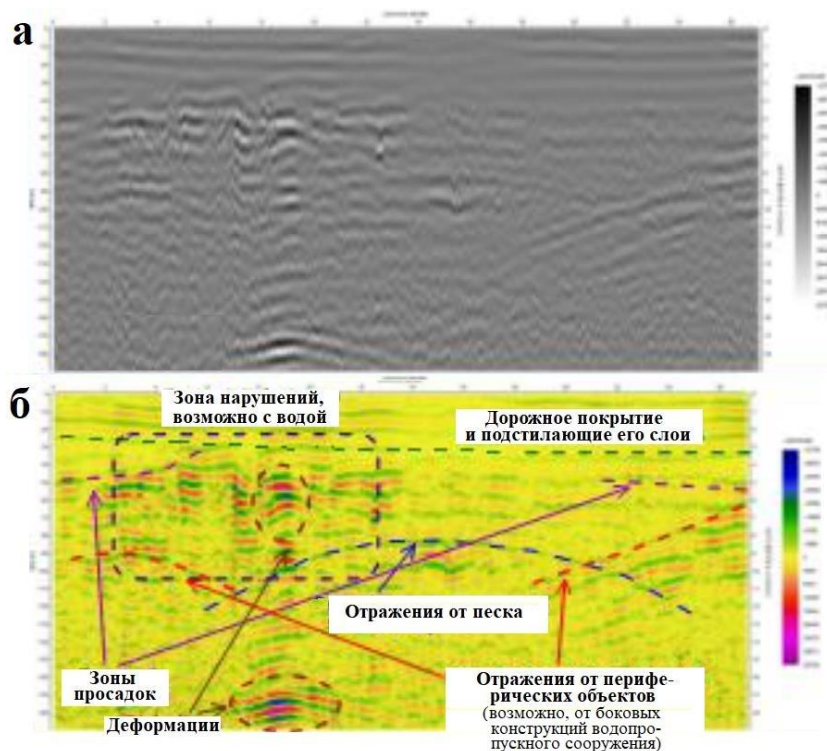


Рис. 5. Исходная (а) и частично интерпретированная (б) радарограммы, полученные при георадиолокационном зондировании по профилю 7 в примере 1 [2]

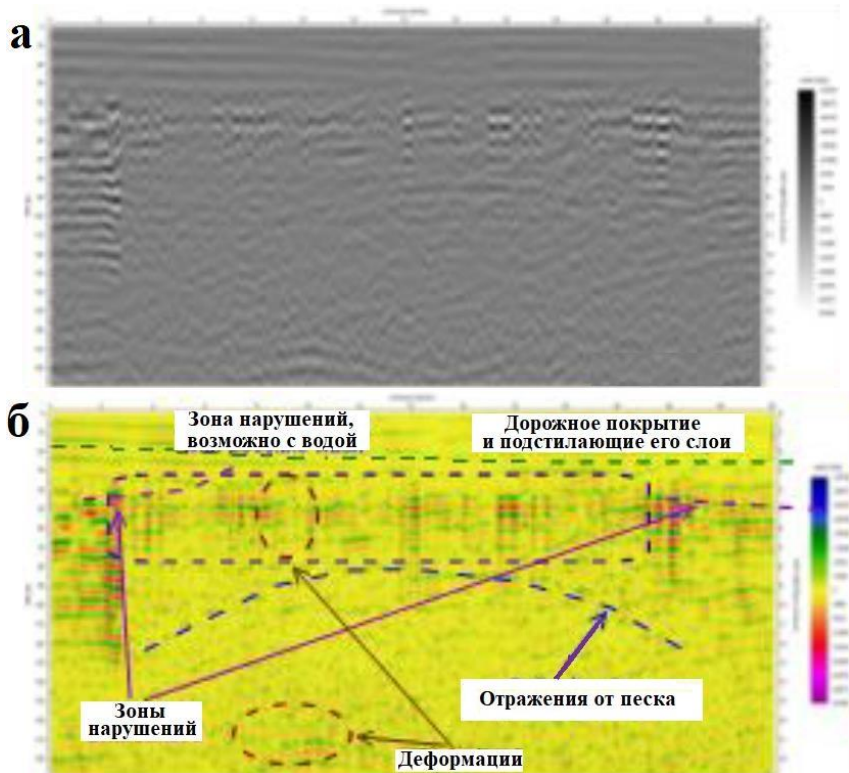


Рис. 6. Исходная (а) и частично интерпретированная (б) радарограммы, полученные при георадиолокационном зондировании по профилю 8 в примере 1 [2]

Подробная информация о выявленных деформациях и трещинах была доведена до сведения соответствующего органа власти с предоставлением необходимых материалов. На основе этих данных дефекты должны были быть ликвидированы.

Пример 2. Обследование закрытого ирригационного канала

Автор доклада [2] кратко рассказывает еще об одном примере использования георадара. На рисунке 7 показаны элементы объекта исследования – закрытого ирригационного канала. Это бетонные трубы диаметром 1,5 м и длиной 3,5 м, зоны деформационных швов между ними, смотровые колодцы (участки технического контроля) и дорожное полотно. Между каждыми двумя смотровыми колодцами было пройдено по 3 георадиолокационных профиля при использовании антенны георадара на 200 МГц – два по диагонали, пересекающихся близко к середине, и один точно над трубой.

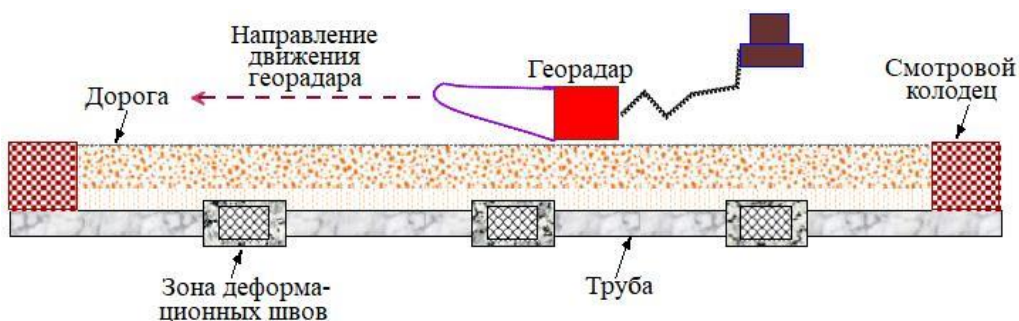


Рис. 7. Объекты обследования с помощью георадара и других видов изысканий в примере 2 [2]

На рисунке 8 показаны участки некоторых из полученных георадарограмм. На основе их интерпретации были выявлены дефекты стенки одного из смотровых колодцев, возникшие в результате оседания примыкающих к ней грунтов. Благодаря этой информации обнаруженные дефекты должны были быть устранены.

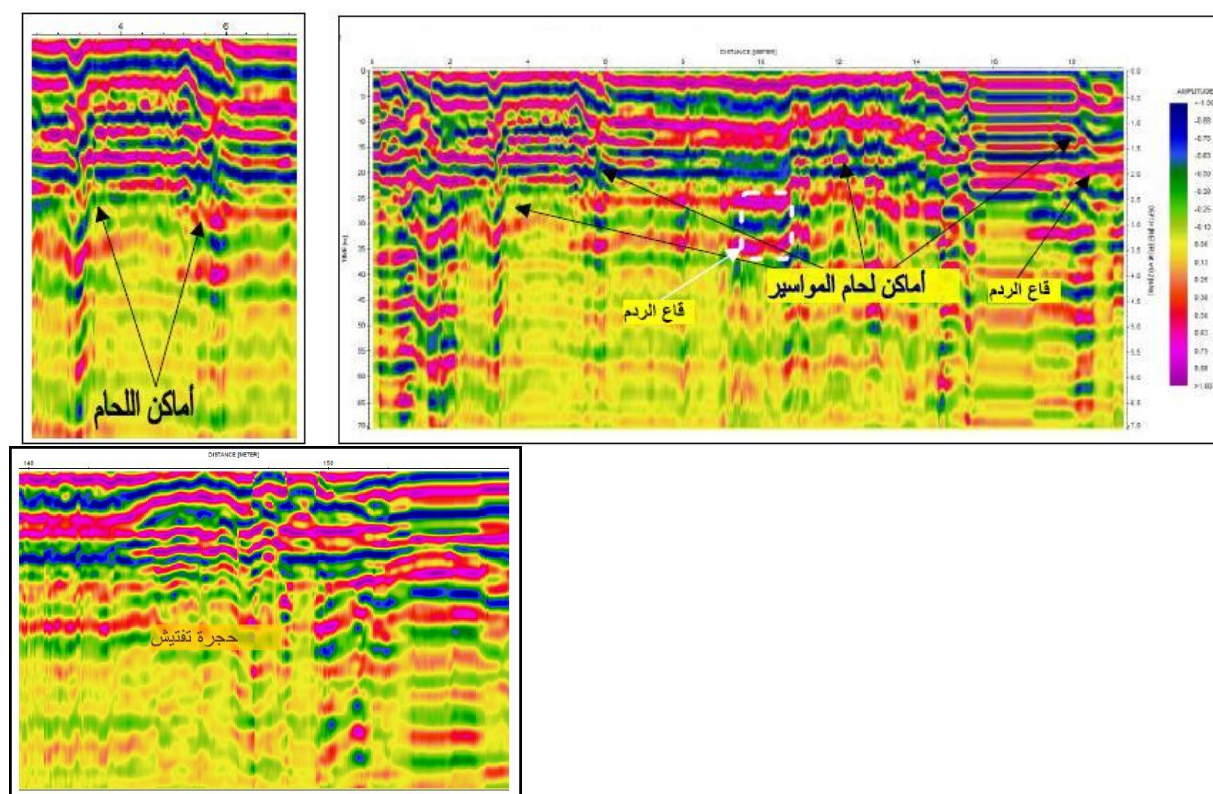


Рис. 8. Участки некоторых из полученных георадарограмм в примере 2

Заключение

В заключение автор доклада [2] подчеркивает, что метод георадиолокации и усовершенствованные методы обработки и интерпретации полученных с его помощью данных очень полезны для решения многих геотехнических задач, в том числе для обнаружения оседаний грунтов под дорогами, дефектов и деформаций водопропускных и мостовых сооружений.

Источник

1. Основные принципы и применение георадиолокации // Geoinfo.ru. 25.08.2020. URL: <https://www.geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/osnovnye-principy-i-primenenie-georadiolokacii-43128.shtml>
2. Atya M.A. Application of ground penetrating radar (GPR) technique to detect and analyse the geotechnical state of the water constructions and installations // Proceedings of the 12-th International Conference on Civil and Architecture Engineering (ICCAE-12), 3–5 April

2018. Cairo, Egypt: Military Technical College Kobry El-Kobbah, 2018. URL:
https://iccae.journals.ekb.eg/article_30047.html.

Список литературы, использованной автором доклада [2]

- Benson A.K., 1995: Application of ground penetration radar in assessing some geological hazards: examples of groundwater contamination, faults, cavities."J. of Applied Geophysics, 33 (1-3) 177-193.
- Beres M., Haeni F.P., 1991: Application of ground-penetrating radar method in hydro geologic studies."Groundwater, 29 (3) 375-386.
- Daniels D.J., 1996: Surface-penetrating radar, in, IEEF Radar, Sonar, Navigation and Avionics Series 6, E. D. R.
- Davis J.L., Annan A.P., 1989: Ground-penetrating radar for high-resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical prospecting, v.3e7, P. 531-551.
- Davis J.L., Annan A.P., 1989: Ground-penetrating radar for high-resolution mapping of soil and rock stratigraphy. Geophysical prospecting, v.3e7, P. 531-551.