

Демахин Андрей Юрьевич

инженер,
Горный институт Кольского научного центра
Российской академии наук
184209 Россия, Мурманская область,
г. Апатиты, ул. Ферсмана д. 24,
Тел. +7 (81555) 79 270,
e-mail: Demahin@goi.kolasc.net.ru.

Запорожец Дмитрий Владимирович

ведущий инженер,
Горный институт Кольского научного центра
Российской академии наук
184209 Россия, Мурманская область,
г. Апатиты, ул. Ферсмана д.24.
Тел. +7 (81555) 79 270,
e-mail: Zaporojec@goi.kolasc.net.ru.

Дьяков Андрей Юрьевич

младший научный сотрудник,
Горный институт Кольского научного центра
Российской академии наук
184209 Россия, Мурманская область,
г. Апатиты, ул. Ферсмана д.24.
Тел. +7 (81555) 79 270,
e-mail: Dyakov@goi.kolasc.net.ru.

**ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОЕ
ОБСЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ
ГРУНТОВ У ФУНДАМЕНТОВ ОПОР
ТЕПЛОМАГИСТРАЛИ**

Аннотация:

В работе изложены результаты обследования состояния грунтов у железобетонных фундаментов опор тепломагистралей при помощи высокотехнологичных неразрушающих георадиолокационных определений. В результате георадарной съемки были получены временные разрезы – радарограммы, отображающие структуру и распределение слоев насыпных и природных грунтов и скальных оснований. Выполнена камеральная обработка всех георадиолокационных данных, произведена интерпретация и анализ обследованных грунтов. На основе интерпретированных данных выявлены зоны повышенного увлажнения грунтов и структурных неоднородностей.

Ключевые слова: георадиолокация, грунты, фундаменты, тепломагистраль

Demakhin Andrey Yurievich.

Engineer,
The Mining Institute of the Kola Science Centre,
Russian Academy of Sciences
Fersman st. 24, Apatites, Murmansk region
184209, Russia.
Tel. +7 (81555) 79 270,
e-mail: Demahin@goi.kolasc.net.ru.

Zaporozhets Dmitriy Vladimirovich.

Leading Engineer,
The Mining Institute of the Kola Science Centre,
Russian Academy of Sciences.
Fersman st. 24, Apatites, Murmansk region
184209, Russia.
Tel. +7 (81555) 79 270,
e-mail: Zaporojec@goi.kolasc.net.ru

Dyakov Andrey Yurievich

Senior Researcher,
The Mining Institute of the Kola Science Centre,
Russian Academy of Sciences,
Fersman st. 24, Apatites, Murmansk region
184209, Russia.
Tel. +7 (81555) 79 270,
e-mail: Dyakov@goi.kolasc.net.ru.

**GEO-RADARLOCATION
OBSERVATION OF SOILS CONDITIONS
AROUND FOUNDATIONS OF HEATING
PIPELINE BEARINGS**

Abstract:

The paper presents the results of soils conditions observation around reinforced concrete foundations of heating pipeline bearings employing high-technology non-destructive geo-radar detections. Geo-radar survey has presented time sections or radargrams, that display the layers structure and distribution of filled and natural soils and rock foundations. Laboratory processing of all the georadiolocation data has been performed, as well as the interpretation and analysis of soils under study have been carried out. In terms of interpreted data the areas of soils increased moistening and structural heterogeneities have been revealed.

Key words: geo-radiolocation, soils, foundations, heating pipeline

Для оперативной оценки и контроля состояния природно-технических систем применяют методы неразрушающих определений, к которым в первую очередь следует отнести георадарное подповерхностное зондирование. Георадарные определения высокоинформативны как для естественных грунтовых и породных массивов, так и для искусственных сооружений, промышленных объектов, дамб, плотин, оснований (фунда-

ментов) и позволяют осуществлять оценку состояния, а также мониторинг развития деформационных процессов, развития трещиноватости и изменения структуры различных природно-технических систем.

Георадарные определения в настоящее время инновационно применяют в различных областях, среди которых в первую очередь необходимо выделить горное дело, геологию, транспортное, промышленное, гидротехническое и гражданское строительство, экологию и др.

Зачастую вопрос обследования фундаментов и грунтов основания встает уже после проявления деформаций в наземных конструкциях объекта. В этом случае требуется проведение комплекса исследований, направленных на выявление причин развития деформаций в конструктивных элементах объекта. Помимо стандартных методов инженерной геологии (отбора и лабораторного анализа грунтов основания, полевых испытаний грунтов и пр.) часто используются инженерно-геофизические методы исследований (сейсмо- и электротомография, георадиолокация и пр.). Чаще всего традиционные методы инженерной геологии применяются на этапе проектирования объекта и, поскольку связаны с немалыми затратами, занимают довольно продолжительное время, а также предполагают нарушение целостности исследуемой среды (шурфы, буровые скважины и т. д.). На этапах строительства и эксплуатации целесообразней применять геофизические методы, поскольку они дают возможность получения дифференцированной информации о геологической среде без ее нарушения.

Компания, ведущая работы по строительству тепломагистрали, столкнулась с проблемой проседания фундаментов на участке строящейся теплотрассы, и поэтому применение георадиолокационного метода неразрушающего обследования грунтов с получением оперативной и достоверной информации было наиболее рационально.

Метод георадиолокации базируется на изучении поля высокочастотных электромагнитных волн. Основными величинами, измеряемыми при георадиолокационных исследованиях, являются время пробега электромагнитной волны от источника до отражающей границы и обратно до приемника, а также амплитуда этого отражения [1].

В результате георадиолокационной съемки были получены временные разрезы – радарограммы, отображающие структуру и распределение слоев насыпных и природных грунтов и скальных оснований. В процессе обработки и интерпретации радарограмм выделяются и отслеживаются оси синфазности отраженных волн от различных границ раздела (отражающих границ или горизонтов) волн и их сопоставление с гидро-геологическими особенностями разреза.

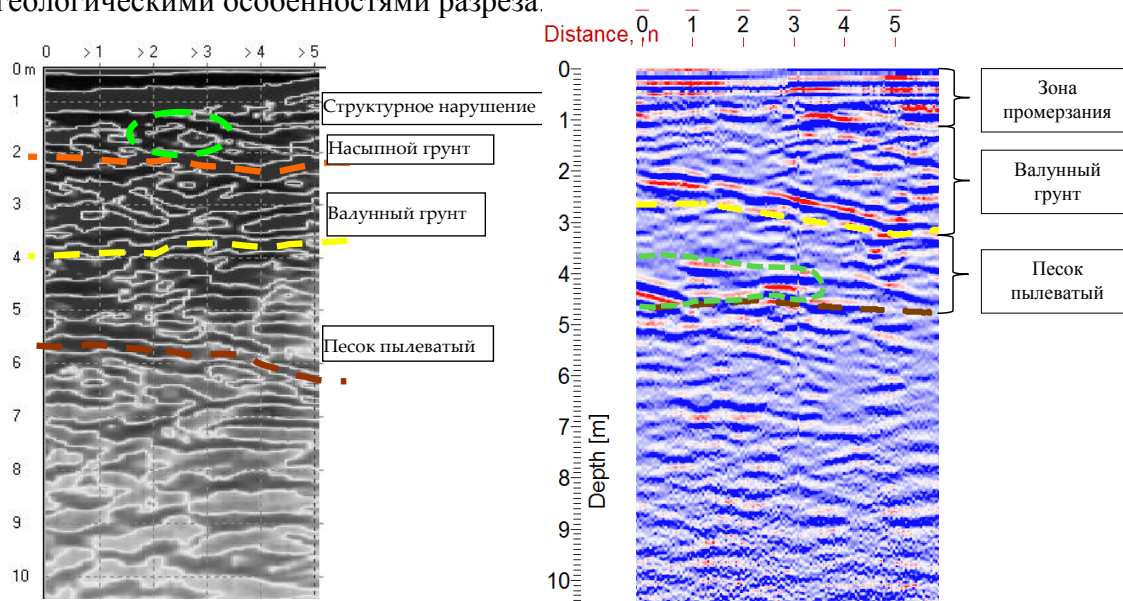


Рис. 1 – Радарограммы обследования грунта в непосредственной близости от фундамента

Радарограмма (рис. 1, 2, 3) представляет собой совокупность записей сигналов (трасс), пришедших к приемной антенне за интервал времени от 0 момента послышки зондирующего импульса до конца интервала записи (развертки), выставленного оператором. Горизонтальная ось радарограммы X , ось профиля в метрах. Начальные точки трасс располагаются на этой оси с шагом, записанным на профиле. Вертикальная ось волновой картины – ось времени с началом $t = 0$, моментом послышки зондирующего импульса и концом $t_{\max}$, соответствующим концу интервала записи (развертки).

Выполнена камеральная обработка всех георадиолокационных данных, произведены интерпретация и анализ обследованных грунтов. На основе интерпретированных данных выявлены зоны повышенного увлажнения грунтов и структурных неоднородностей.

Причиной деформаций разнообразных сооружений часто является развитие процессов суффозии с образованием затем зон разуплотнения и просадок грунта. Особенно интенсивно эти процессы развиваются в несвязных грунтах под воздействием проходящей воды, т. е. проблема в общем виде сводится к поиску зон локального увлажнения, которые довольно успешно выявляются с помощью георадиолокации. Процессы суффозии значительно ускоряются в местах локальных протечек на тепло-трассах и в других трубопроводах.

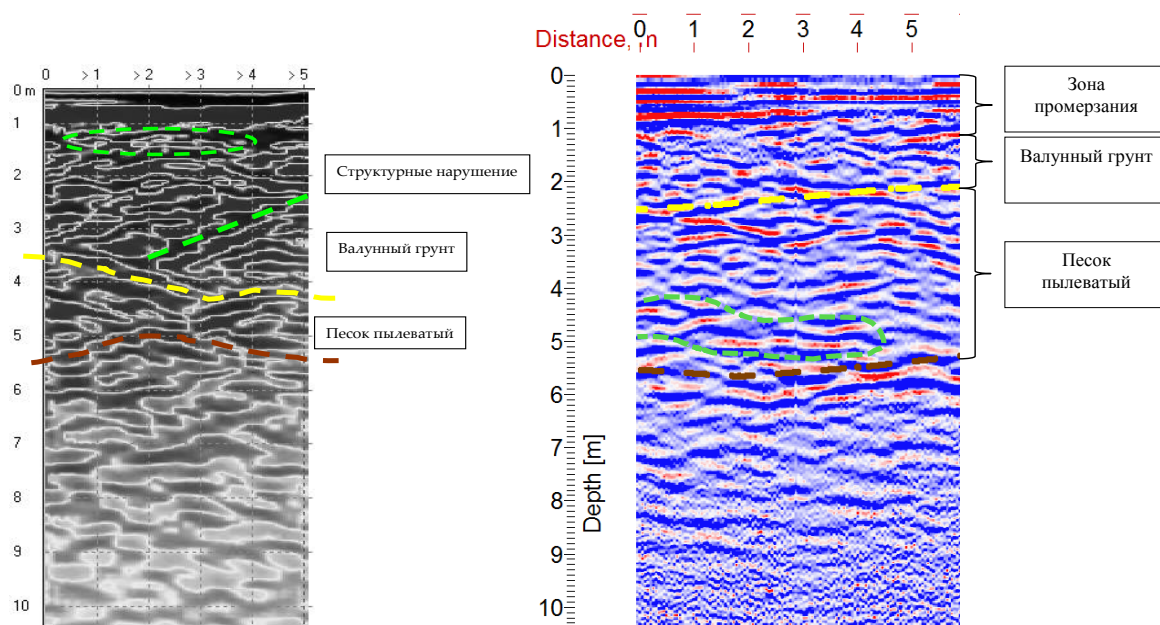


Рис. 2 – Фрагменты радарограмм с выделенными структурными нарушениями, непосредственно под опорой справа налево под углом 30 градусов проходит дислокация

Действие подземных вод обуславливает крайне неравномерные изменения физических свойств грунтов. Увеличение, всплеск амплитуды сигнала на 15 – 20 % от общего значения на этом участке явно указывает на наличие увлажненных грунтов. Диэлектрическая проницаемость, а следовательно, и скорость распространения электромагнитных волн незначительно зависят от типа грунтов и определяются, главным образом, их влагонасыщенностью.

Одним из ярких примеров, иллюстрирующих этот факт, является то, что при изменении влажности в песках на 10 – 15 % кинематика и динамика электромагнитных волн изменится весьма значительно за счет изменения условий поляризации, проводимости и диэлектрической проницаемости.

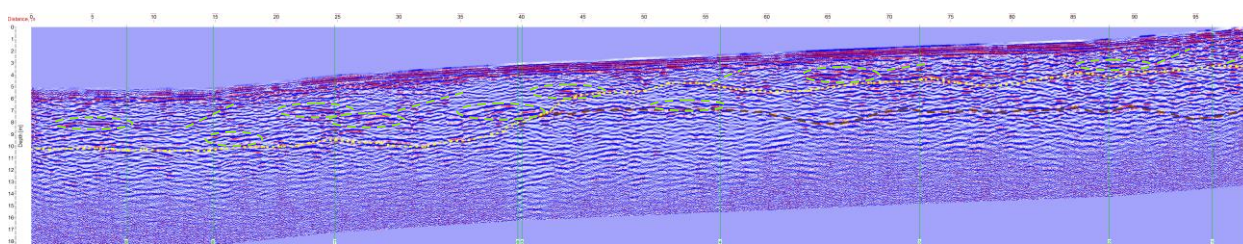


Рис. 3 – Продольная радарограмма параллельно обследуемым фундаментам с выделением геологических структур и зон повышенной влажности

На основании профиля построен условный геологический разрез, который представлен на рис. 4. Условные обозначения к разрезу приведены на рисунке.

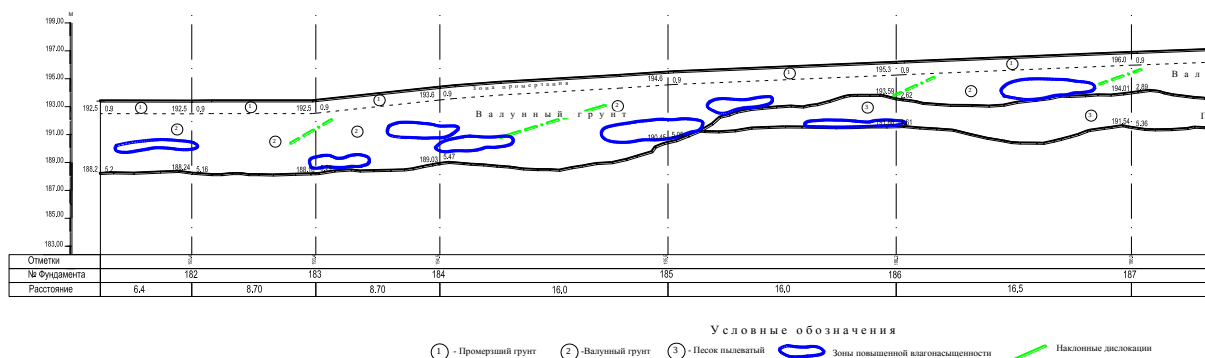


Рис. 4 – Условный геологический разрез, построенный по данным георадарных обследований

Георадарные измерения дали достаточно четкую картину состояния грунтов в пределах обследованных участков. Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы в соответствии с поставленной задачей:

1. Глубина промерзания грунтов у опор составляет около 1 м.
2. Выявленные зоны повышенной влажности грунтов локализуются непосредственно вокруг и под опорами. По-видимому, в котлованах для опор была вода, а размеры зон повышенного увлажнения (2 – 5 м по вертикали и 3 – 10 м по горизонтали) свидетельствуют о том, что воды было достаточно много.
3. Следует ожидать дальнейшей просадки опор до тех пор, пока вода не перераспределится из указанных зон в окружающие грунты.
4. На перераспределение воды из зон повышенного увлажнения в окружающие грунты и, соответственно, на просадку опор окажут влияние близрасположенные грунтовые неоднородности.
5. На участках с выявленными зонами повышенной влажности рекомендуется контролировать степень перераспределения воды у опор трубопровода из зон повышенного увлажнения в окружающие грунты. Такой мониторинг может быть оперативно выполнен георадарным зондированием.

Литература

1. Владов М.Л. Введение в георадиолокацию / М. Л. Владов, А. В. Старовойтов – МГУ, 2005.– 153с.
2. Калашник А.И. Подповерхностное георадарное зондирование горно-геологических сред Кольского полуострова/ А.И. Калашник и др. // Вестник МГТУ: тр. Мурман. гос. тех. ун-та. –2009.– Т. 12. – № 4. – С.576-583.
3. Демахин А.Ю. Полевые исследования подпочвенной структуры грунтов методом георадиолокации / А. Ю. Демахин, А. Ю. Дьяков, Д. В Запорожец // Сбалансированное природопользование: сб. тр. Всероссийской науч. конф. с международным участием, Апатиты. - 2010. - С. 84 - 90.