

Работы студентов

УДК 550.839

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОРАДАРА «ОКО» НА КАМЧАТКЕ

© 2004 И. Ф. Абкадыров^{1,2}, Ю. Ю. Букатов^{1,2}

¹Камчатский государственный педагогический университет.

²Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН.

683006, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пуйна, 9;
т. (41522) 5-94-05; E-mail: selni@kcs.iks.ru

Приведены результаты опытно-методических работ по применению георадара «ОКО» при исследовании торфяников в районе нижнего течения р. Авача. Рассмотрены варианты геологической интерпретации полученных данных.

Введение

В настоящее время одним из самых интенсивно развивающихся и перспективных методов инженерной геофизики является георадиолокация (Тезисы..., 2002). Этот метод основан на свойстве радиоволн отражаться от границ раздела сред с различной диэлектрической проницаемостью. Использование отраженных электромагнитных волн для изучения геологического строения разреза в георадиолокации во многом напоминает использование отраженных упругих волн в одноканальной модификации сейсморазведки методом отраженных волн (МОВ). Не случайно, поэтому, при обработке георадиолокационных сигналов используются алгоритмы и программы, разработанные ранее для сейсморазведки МОВ (Владов, Старовойтов, 2004).

В георадарах применяются широкополосные сигналы, образованные ВЧ импульсами, состоящими лишь из нескольких или даже одного-полутора периода колебаний с центральной частотой в диапазоне от 70-100 до 1500-2000 МГц (моноимпульсы). Для излучения и приема таких импульсов используется широкополос-

ный приемопередающий антенный блок с вертикальной характеристикой направленности.

Круг решаемых с помощью георадара задач весьма широк (Владов, Старовойтов, 2004; Старовойтов, Владов, 2001; Тезисы..., 2002):

1. Геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические задачи: картирование геологических структур; определение свойств различных отложений по скорости распространения электромагнитных волн, опираясь на связь этих свойств с диэлектрической проницаемостью пород; определение толщины ледяного покрова; определение мощности водного слоя и картирование поддонных отложений на акваториях; определение мощности зоны сезонного промерзания и др.

2. Поиск локальных объектов, обследование инженерных сооружений: трубопроводов; кабелей; участков разрезов с нарушенным естественным залеганием грунта; погребенных отходов и захоронений; подземных выработок, подвалов, карстовых и суффозионных провалов; границ углеводородных загрязнений; поиск скрытых нарушений в стенах наземных сооружений, шахт, тоннелей; поиск нарушений,

возникших в процессе строительства или в процессе эксплуатации в конструкциях и т.п.

Осенью 2004 года нами были произведены опытно-методические георадиолокационные исследования в районе СОТа «Зелёный» (рис. 1 на 4 стр. обложки), находящегося на левом берегу нижнего течения реки Авача. Целью исследований было освоение методики георадарных исследований, накопление фактического материала и приобретение опыта его геологической интерпретации в различных, наиболее распространенных на Камчатке фациальных и инженерно-геологических условиях.

Методика исследований

Значительные территории в пределах Камчатки занимают торфяники. СОТ «Зелёный» расположен на торфяных отложениях голоценового возраста и в этом отношении представляет большой интерес в плане проведения методических работ по изучению структуры и мощности торфяников. По данным И.В. Мелекесцева, в пределах данного СОТа под торфяниками залегают обвальнo-взрывные отложения вулкана Авача, образованные 30 тыс. лет назад, возможно перекрытые более поздними ледниковыми отложениями и отложениями палеодельты р. Авача.

Для исследований нами использовался георадар серии «ОКО», разработанный в НИИ Приборостроения им. В.В. Тихомирова. Работы выполнялись с применением антенного блока АБ-250 с центральной частотой 250 МГц (разрешающая способность 0.25 м). Регистрация сигналов проводилась при развертке 400 нс по шкале глубин.

Съемка проводилась по прямоугольной сетке. Профили обрабатывались по грунтовым дорогам, пересекающим СОТ по ортогональной сети. Было отработано пять профилей. Три продольных профиля, протяженностью около 500 м каждый, были ориентированы вдоль территории СОТа (ССЗ-ЮЮВ). Два более коротких профиля (около 160 м) были ориентированы ортогонально продольным. На всех пяти профилях прослеживаются до 5 отражающих границ, но лишь 3 из них прослеживаются непрерывно. Отражения от границ зарегистрированы на временах до 300 нс.

Для пересчета временной шкалы разреза в шкалу глубин необходимо знать скорость распространения зондирующих электромагнитных

сигналов, которая зависит от относительной диэлектрической проницаемости ϵ и определяется зависимостью:

$$V = C/\epsilon^{1/2},$$

где C – скорость распространения электромагнитных волн в вакууме (и в атмосфере), составляет около 30 см/нс.

Относительная диэлектрическая проницаемость торфяников, в зависимости от их влагонасыщенности, может изменяться в весьма широких пределах: от 8-12 до 30-40. Учитывая неглубокое залегание грунтовых вод в районе работ, при обработке полученных данных нами принято значение $\epsilon = 30$.

Результаты исследований и их обсуждение

По корреляции осей синфазности на радарограммах можно уверенно выделить 3 отражающие границы, а также эпизодически проследить еще одну, реже – две более глубокие границы (рис. 2 и рис. 3). Отражения от первой (сверху) границы регистрируются на временах порядка 95 нс, что соответствует глубине около 1.5 м. Вторая отражающая граница на всех радарограммах субпараллельна первой и по времени прихода отражений залегает ниже первой на 15 нс (около 0.4 м). Третья отражающая граница зарегистрирована на временах около 170 нс (примерно 4 м по глубине). Четвертая и пятая, самая глубокая из зарегистрированных границ, прослеживаются эпизодически на временах порядка 250–300 нс (глубины около 6-8 м).

При геологической интерпретации радарограмм всегда возникают трудности в идентификации отражающих границ в отсутствие конкретных сведений о геологическом строении по скважинам или шурфам. Геологическая интерпретация полученных нами данных по этой причине весьма неоднозначна.

В отношении субпараллельных отражений в верхней части разреза (границы 1 и 2) на основании полученных данных можно предложить по крайней мере 3 варианта интерпретации.

1. По данным И.В. Мелекесцева, в пределах изученной площади на глубинах, близких к глубинам залегания границ 1 и 2, залегают прослой пеплов извержений 230 г. н. э. и 600 г. н. э. вулканов Ксудач и Опала, соответственно. Мощность этих прослоев – от нескольких сантиметров до первых десятков сантиметров.

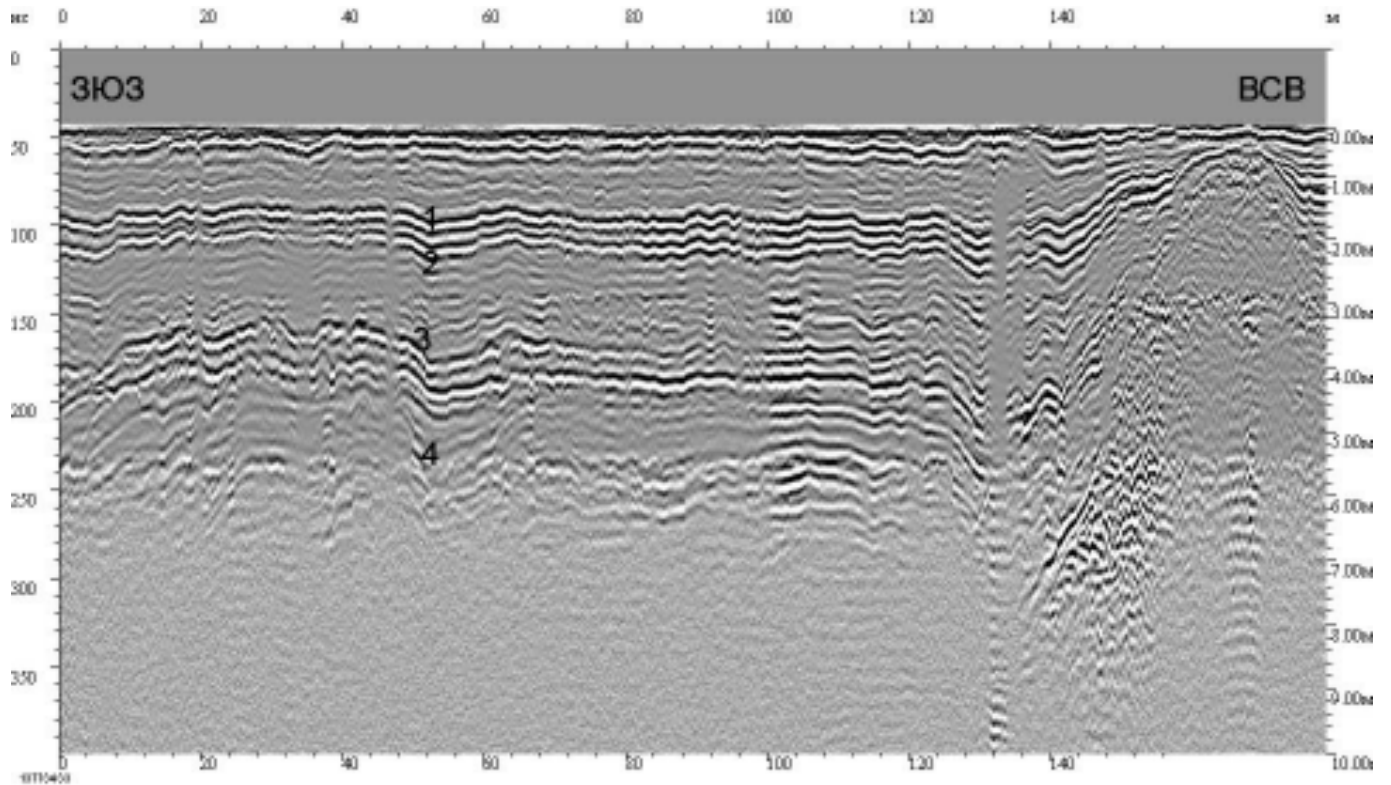


Рис. 3. Георадиолокационный разрез по поперечному профилю №5. Положение профиля см на рис.4 а, б (4 стр. обложки). Пояснения см на рис. 2 и в тексте.

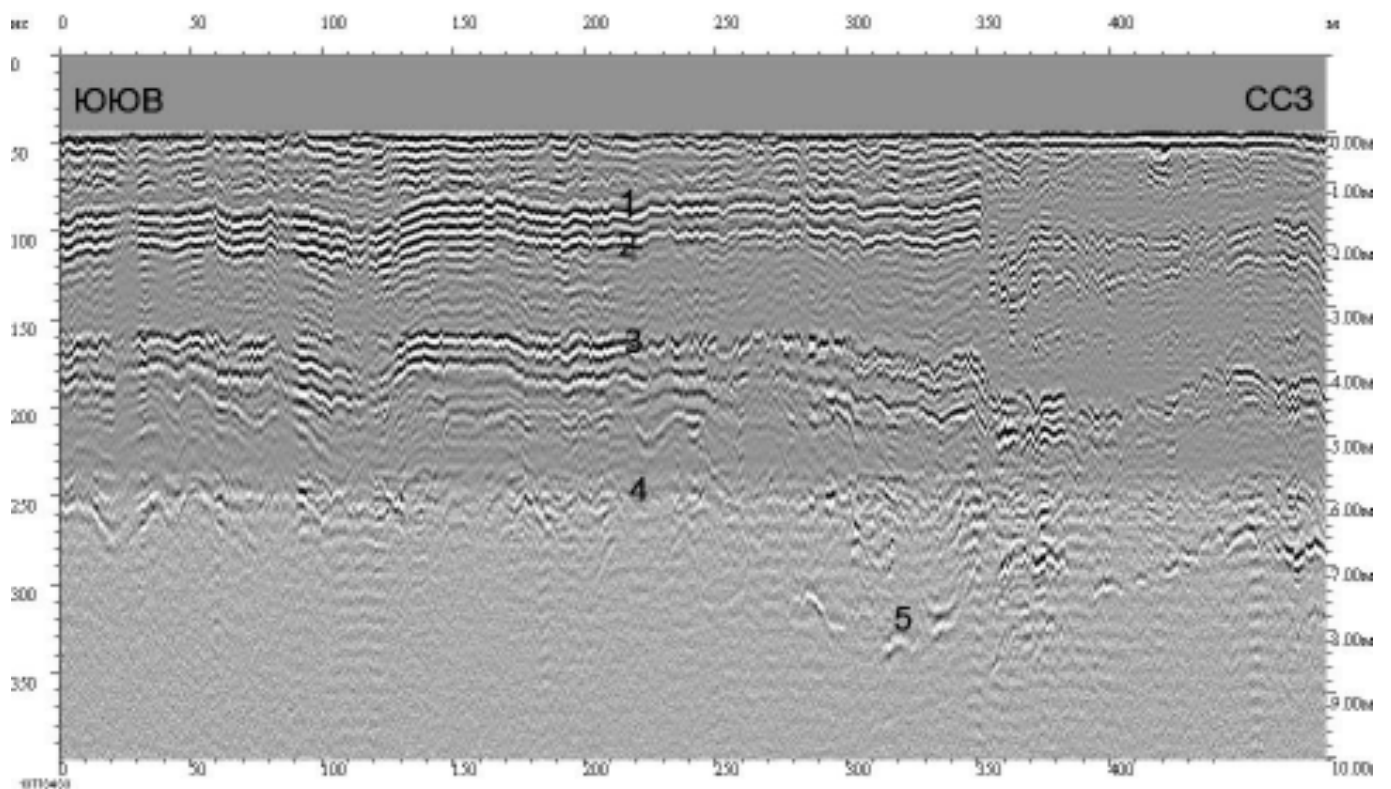


Рис. 2. Георадиолокационный разрез по продольному профилю № 2. Положение профиля см на рис. 4 а, б (4 стр. обложки). Разрез построен при значении относительной диэлектрической проницаемости равном 30. Левая вертикальная шкала – время прихода сигналов в нс. Правая вертикальная шкала – глубина отражающих границ в м. Горизонтальная шкала – дистанция от начала профиля в м. Цифрами на разрезе пронумерованы отражающие границы, упоминаемые в тексте.

Пепел в прослоях имеет преобладающую крупнопесчаную размерность, и прослой соответствуют водоносным горизонтам. Являясь водонасыщенными, они, вероятно, могут давать достаточно интенсивные отражения при георадарной съемке.

2. В связи с тонкопористой структурой торфяников, в зоне аэрации над зеркалом грунтовых вод, вероятно, могут образовываться капиллярно-приподнятые воды, уровень которых может соответствовать первой отражающей границе. Вторая отражающая граница, в этом случае, соответствует зеркалу грунтовых вод. Судя по положению уровня воды в окрестных водоемах, зеркало грунтовых вод и уровень капиллярно-приподнятых вод вполне могут соответствовать отражающим границам 1 и 2 в верхней части разреза.

3. На радарограмме, опубликованной в работе (Владов, Старовойтов, 2004), полученной на торфяниках в болотах Западной Сибири при весьма близких к нашим параметрам аппаратуры и методики, в верхней части разреза также отчетливо выделяются две аналогичные отражающие границы. Эти границы, по мнению авторов данной работы, обусловлены различной степенью преобразования органического материала, т.е. имеют диагенетическое происхождение. Эту точку зрения можно предложить в качестве еще одного варианта интерпретации полученных нами разрезов.

Отражения от третьей границы по кинематическим признакам напоминают однократные волны в верхнем слое. Однако отсутствие инверсии фазы и четких признаков удвоения амплитуды «неровностей», характерных для кратных волн в слое со свободной поверхностью, свидетельствуют о том, что эти отражения, вероятнее всего, соответствуют реальной границе раздела, которую весьма условно можно отнести к подошве торфяников. В этом случае более «глубокие» отражения (4 и 5) могут быть связаны с границами раздела в аллювиальных, флювиогляциальных и обвальнo-взрывных отложениях.

На рис. 4а и 4б (4 страница обложки) представлены схемы глубин залегания отра-

жающих границ 1 и 3 относительно земной поверхности. Схемы построены при значениях относительной диэлектрической проницаемости, равной 30. На схемах показано также расположение отработанных профилей.

Выводы

1. Проведенные опытно-методические работы показали, что георадар может эффективно использоваться для изучения структуры и мощности торфяников, широко распространенных на территории Камчатки. Глубинность исследований с использованием антенного блока АБ-250 может составлять при этом порядка 8 м.

2. Для достоверной геологической интерпретации данных георадарной съемки необходимо располагать конкретными сведениями о геологическом строении верхней части разреза хотя бы по небольшому количеству скважин или шурфов, расположенных непосредственно на георадарных профилях.

Авторы выражают благодарность научному руководителю д.г.-м.н. Н.И. Селиверстову за помощь в организации и проведении работ, а также д.г.-м.н. И.В. Мелекесцеву и к.г.-м.н. И.Ф. Делемену за консультации и полезные обсуждения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № НШ-2294.2003.5 «Государственная поддержка ведущих научных школ» и ФЦП «Интеграция науки и высшего образования России на 2002-2006 гг.» (проект Э0334/946).

Список литературы

Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. М.: изд-во МГУ, 2004. 153 с.

Старовойтов А.В., Владов М.Л. Интерпретация данных георадиолокационных наблюдений // Разведка и охрана недр. 2001. № 3. С. 11-14.

Тезисы докладов научно-практической конференции «Георадар-2002». М.: изд-во МГУ, 2002. 49 с.

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОРАДАРА «ОКО» НА КАМЧАТКЕ

The First Experience of Georadar “ОКО” Application in Kamchatka

I. F. Abkadirov^{1,2}, J. J. Bukatov^{1,2}

¹The Kamchatka State Pedagogical University;

*²Institute of Volcanology and Seismology, Far East Division, Russian Academy of Sciences,
Petropavlovsk –Kamchatsky, 683006, boulevard Piip 9.*

Results of methodical works on application of georadar “ОКО” are given at the site of turbaries environment in the area of downstream Avacha river. Different geological interpretations of the data are given.