

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

XIII Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2017

Международная научная конференция

**НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ. ГОРНОЕ ДЕЛО.
НАПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА,
РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ЭКОНОМИКА.
ГЕОЭКОЛОГИЯ**

Т. 3

Сборник материалов

Новосибирск
СГУГиТ
2017

Ответственные за выпуск:

Доктор технических наук, академик РАН,
директор Института нефтегазовой геологии и геофизики
им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск
М. И. Энов

Доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, председатель Президиума
Кемеровского научного центра СО РАН, Кемерово; научный руководитель Института
нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск
А. Э. Конторович

Кандидат технических наук, директор Института горного дела
им. Н. А. Чинакала СО РАН, Новосибирск
А. С. Кондратенко

Кандидат геолого-минералогических наук,
генеральный директор АО «СНИИГГиМС», Новосибирск
А. С. Ефимов

Начальник департамента по недропользованию по Сибирскому федеральному
округу Федерального агентства по недропользованию «Роснедра», Новосибирск
А. И. Неволько

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр., 17–21 апреля
2017 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное
дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторожде-
ний полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология» : сб. материалов в 4 т.
Т. 3. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 239 с.

ISBN 978-5-906948-28-1 (т. 3)

ISBN 978-5-906948-25-0

ISBN 978-5-906948-11-3

В сборнике опубликованы материалы XIII Международного научного конгресса
«Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017», представленные на Международной научной конферен-
ции «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и раз-
работки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 622

ISBN 978-5-906948-28-1 (т. 3)

ISBN 978-5-906948-25-0

ISBN 978-5-906948-11-3

© СГУГиТ, 2017

Сборник включен в систему РИНЦ.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АРХИТЕКТУРНОГО КОМПЛЕКСА «ОБДОРСКИЙ ОСТРОГ»

Ярослав Константинович Камнев

Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», 629008, Россия, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики, 73, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, тел. (34992)4-64-21, e-mail: KamnevYK@gmail.com

Владимир Владимирович Оленченко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, старший научный сотрудник, тел. (383)330-79-08, e-mail: OlenchenkoVV@ipgg.sbras.ru

Антон Иванович Синицкий

Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа «Научный центр изучения Арктики», 629008, Россия, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики, 73, кандидат геолого-минералогических наук, директор, тел. (34992)4-42-18, e-mail: geolosoph@gmail.com

Проведены геофизические исследования площади архитектурного комплекса «Обдорский острог» методами электротомографии и георадиолокации, выявлены места возможного расположения подземных коммуникаций (мерзлотника) – участков потенциального провалообразования.

Ключевые слова: электротомография, георадиолокация, многолетнемерзлые породы, провалы, мерзлотник.

GEOPHYSICAL RESEARCH ON THE AREA OF THE ARCHITECTURAL COMPLEX «OBDORSKY FORTRESS»

Yaroslav K. Kamnev

Arctic Research Center of the Yamal-Nenets autonomous district, 629008, Russia, Salekhard, 73 Respublika St., Ph. D., Senior Researcher, tel. (34992)4-64-21, e-mail: KamnevYK@gmail.com

Vladimir V. Olenchenko

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Koptug Prospect, Ph. D., Assistant Professor, tel. (383)330-79-08, e-mail: OlenchenkoVV@yandex.ru

Anton I. Sinitskiy

Arctic Research Center of the Yamal-Nenets autonomous district, 629008, Russia, Salekhard, 73 Respublika St., Ph. D., Director, tel. (34992)4-42-18, e-mail: geolosoph@gmail.com

We conducted geophysical research at architectural site «Obdorsky fortress». As a result we identified places of underground utilities possible location.

Key words: electrical resistivity tomography, GPR, permafrost, underground communications, fault.

В связи с повышением среднегодовой температуры воздуха в Арктическом регионе активизировались опасные экзогенные процессы [1, 2]. Администрация архитектурного памятника «Обдорский острог» обратилась в Научный центр изучения Арктики с просьбой оценить инженерно-геокриологическую обстановку в пределах комплекса и выявить возможные участки провалообразования, представляющие потенциальную опасность. Основными задачами исследований стали: определение положения кровли многолетнемерзлых пород, выделение таликов, а также пустот, представляющих собой древние подземные коммуникации, рыбохранилища (мерзлотники).

Среди геофизических методов изучения мерзлых разрезов хорошо зарекомендовали себя методы электроразведки [3, 4]. Поэтому для решения поставленных задач мы применили комплекс методов, включающий георадиолокационное зондирование (ГРЛ) и вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) в модификации электротомографии (ЭТ). По данным ГРЛ определяются отражающие границы объектов, а по значениям удельного электрического сопротивления (УЭС) – природа аномалии ГРЛ.

Применялась площадная съемка. В связи с плотной застройкой территории сеть профилей была нерегулярной. Расстояние между профилями составило 3–10 м. Зондирования выполнены по 15 профилям длиной от 25 до 92,5 м, общий объем наблюдений составил 1090 погонных метров. При измерениях методом электротомографии применялась аппаратура «Скала-48»; шаг по профилям составлял 1 м и 2,5 м. Последовательность подключения электродов соответствовала двум установкам – симметричной Шлюмберже и дипольно-осевой. Исследования методом ГРЛ выполнялись георадарным комплексом «ОКО-2» на рабочей частоте 400 МГц по той же сети профилей, что и электротомография.

По результатам электротомографии проводилась двумерная и трехмерная инверсия данных, строились геоэлектрические разрезы и объемные геоэлектрические модели участков, а также карты распределения УЭС на разных глубинах. По данным георадиолокации строились профильные амплитудно-временные разрезы, 3D-визуализация амплитуды отраженных сигналов и карты амплитуды отраженных сигналов на разных временах.

Комплексная интерпретация данных электротомографии и георадиолокации выявила ряд интересных аномалий. Рассмотрим, например, результаты по профилю № 2 (рис. 1). На радарограмме хорошо видна отражающая граница, идентифицируемая как подошва деятельного слоя, поскольку эта граница совпадает с резким повышением УЭС по данным электротомографии. В центре профиля выделяется локальная аномалия пониженного УЭС на пикетах 22–24 м. Она прослеживается на профилях 3–4 и, вероятно, связана с засыпанной дренажной канавой или водоотводной трубой. Не исключено, однако, что аномалия связана с подземной коммуникацией.

На пикетах 52–58 м профиля 3 присутствует еще одна аномалия. Над аномалией низкого УЭС выделяется чашеобразная область повышенного сопротивления, интерпретируемая как грунт засыпки просадки поверхности. Здесь

же на радарограмме, на глубинах 0,6 и 1,2 м, отмечаются интенсивные отражающие границы.

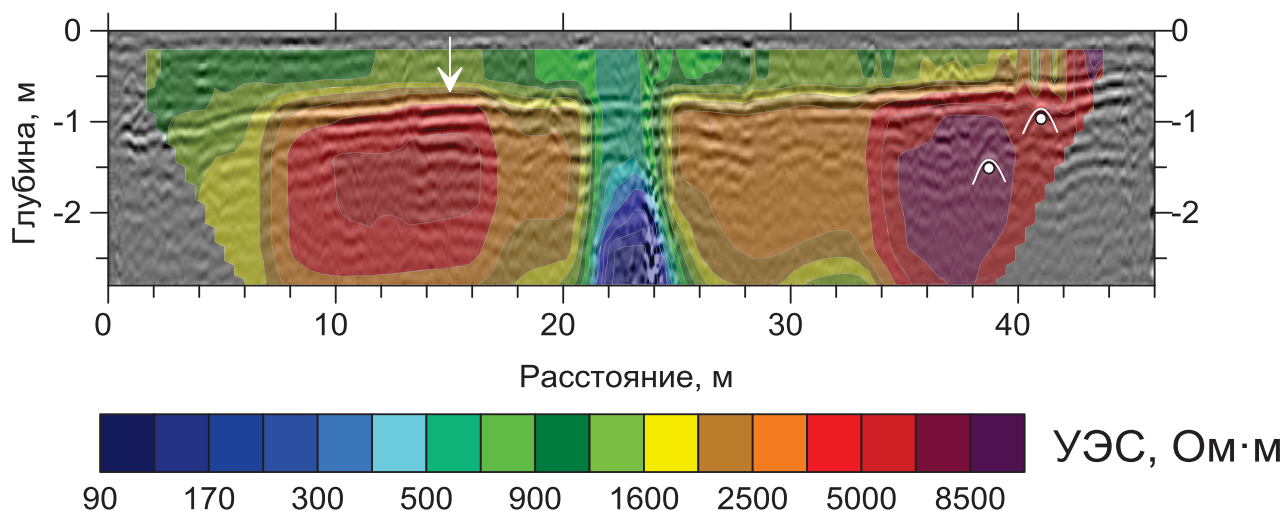


Рис. 1. Сопоставление данных ГРЛ и ЭТ по профилю 2.
Стрелкой показана отражающая граница ГРЛ, гипреболами дифракции выделяются локальные объекты

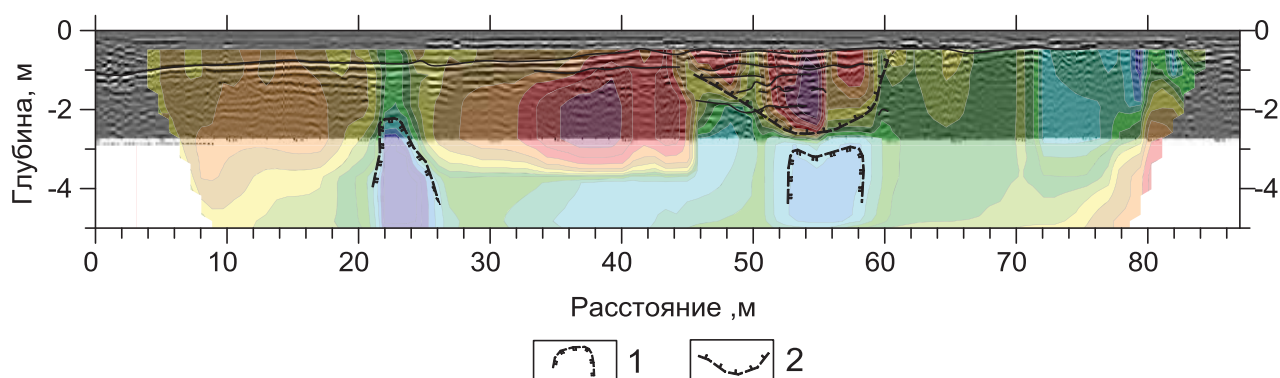


Рис. 2. Сопоставление данных ГРЛ и ЭТ по профилю 3:
1 – контуры аномалий низкого УЭС; 2 – контуры аномалий высокого УЭС

На рис. 3 приведены срезы объемного распределения УЭС по глубинам 1, 2, 3, 5 м. Геоэлектрические данные осложнены аномалиями от металлических конструкций (теплотрасса, пожарный водовод, мачты освещения). Тем не менее видно, что участок исследований делится на две зоны – пониженного и повышенного УЭС. В северо-западной части участка УЭС пород составляет 150–200 Ом·м (супесчаные или суглинистые отложения), в юго-восточной – 500–2000 Ом·м (песчаные и щебенистые техногенные грунты). На этом фоне выделяются локальные аномалии низкого УЭС в основании церкви (в центре).

Скорее всего, они связаны с металлическими конструкциями или водоводом. Цифрами 1, 2, 3 показаны аномалии неустановленной природы, предположительно связанные с подземными коммуникациями.

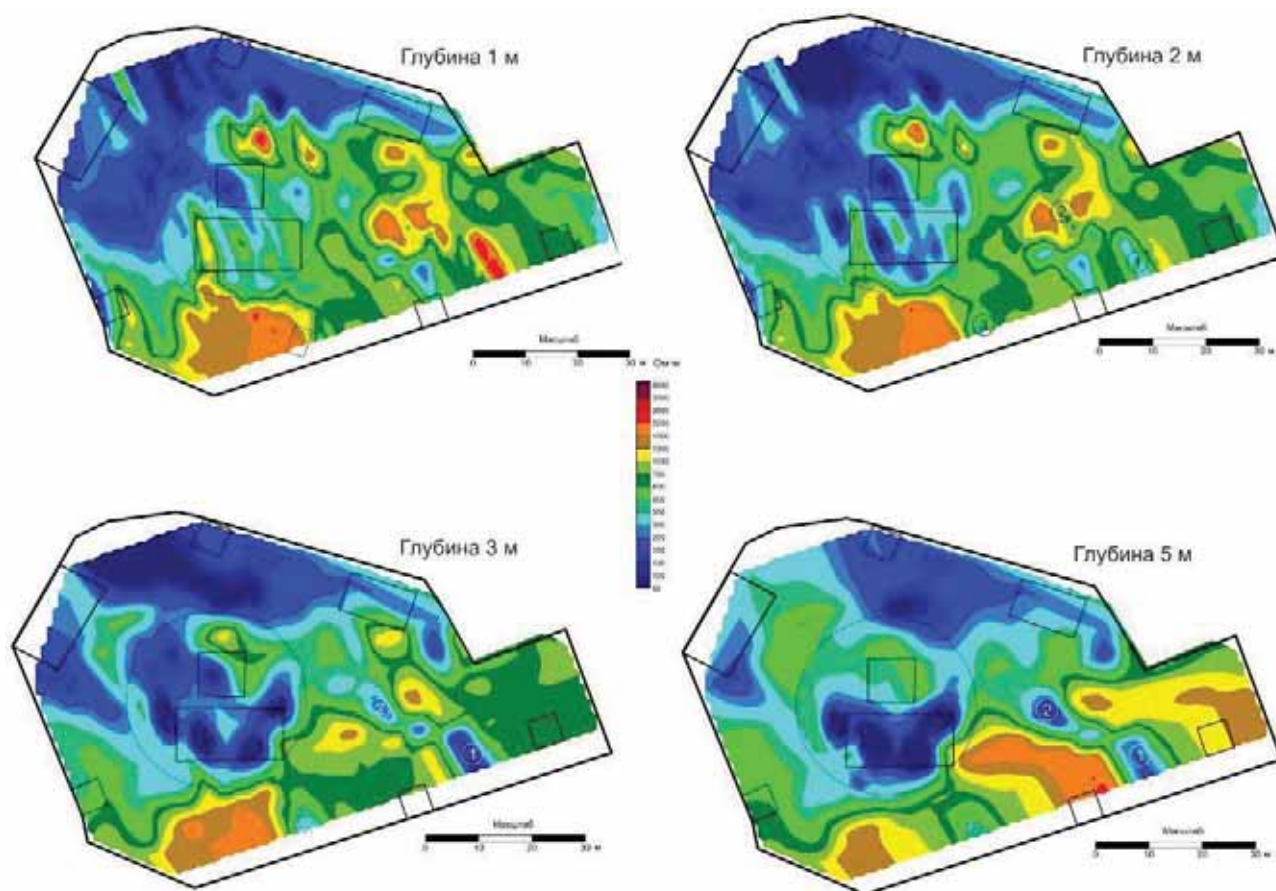


Рис. 3. Срезы объемного распределения УЭС по глубинам 1, 2, 3, 5 м и предполагаемые аномалии от подземных коммуникаций № 1, № 2, № 3

Результаты комплексной интерпретации данных представлены на рис. 4. На схеме указаны локальные аномалии низкого УЭС, связанные с металлическими или железобетонными конструкциями, а также участки переувлажненных пород на глубине 0,5 м по данным ГРЛ. Основным результатом работ является выделение линейных аномалий невыясненной природы. Аномалиеобразующими объектами могут быть захоронения старых железных труб коммуникаций, железобетонных конструкций (которые никак не сказываются на несущей способности грунтов), а также подземные сооружения (мерзлотники), растепленные за счет вентиляции воздуха и инфильтрации грунтовых вод, которые могут представлять опасность для наземных сооружений. Для проверки природы аномалий предлагается пробурить контрольные скважины до глубины 5 м.

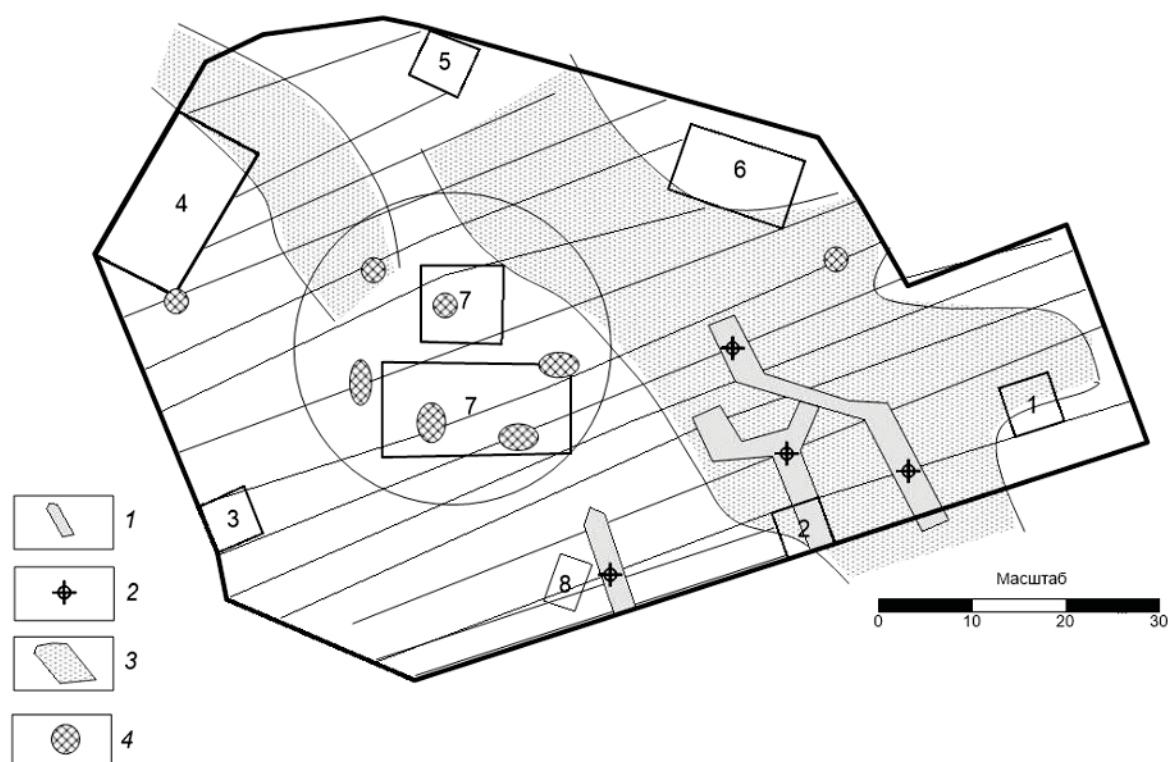


Рис. 4. Схема интерпретации геофизических данных, М 1:500:
 1 – предполагаемые подземные коммуникации, 2 – точки бурения контрольных скважин, 3 – участки переувлажненных пород на глубине 0,5 м по данным ГРЛ, 4 – локальные аномалии низкого УЭС, связанные с металлическими или железобетонными конструкциями. Номера зданий и сооружений на плане: 1 – Никольская башня; 2 – Глухая башня-1; 3 – Глухая башня-2; 4 – Воеводный дом; 5 – Проезжая башня; 6 – Курень; 7 – Храм; 8 – памятник

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильев А.А., Дроздов Д.С., Москаленко Н.Г. Динамика температуры многолетне-мерзлых пород Западной Сибири в связи с изменениями климата // Криосфера Земли. – 2008. – Т. 12, № 2. – С. 10–18.
2. Оленченко В.В., Осокин А.Б. Применение электротомографии при прогнозе развития опасных экзогенных процессов на объектах инфраструктуры Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения // Арктика, Субарктика: мозаичность, контрастность, вариативность криосферы: Труды Междунар. конф. (г. Тюмень, 2–5 июня 2015 г.). – 2015. – С. 276–279.
3. Зыков Ю.Д. Геофизические методы исследования криолитозоны: учебник – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 272 с.
4. Kneisel C., Hauck C. Electrical methods. In: Applied Geophysics in Periglacial Environments. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. – P. 1–27.

© Я. К. Камнев, В. В. Оленченко, А. И. Синицкий, 2017