

6. Нерадовский Л.Г., Скачков Ю.Б. Возможности использования электромагнитного поля для температурного мониторинга многолетнемерзлых пород Центральной Якутии / Матер. Междунар. конф. «Криогенные ресурсы полярных регионов». — Т. 2. — Салехард, 2007. — С. 173–176.
7. Нерадовский Л.Г., Литовко А.В. Опыт и перспективы использования индуктивной электроразведки в мониторинге температур мерзлых грунтов // Криосфера Земли. — 2013. — № 2. — С. 217–226.
8. Нерадовский Л.Г. Опыт изучения влияния температуры на удельное электрическое сопротивление мерзлых грунтов // Геофизика. — 2013. — № 1. — С. 67–70.
9. Соловьев П.А. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. — М.: Изд-во АН СССР, 1959. — 144 с.
10. Стогний В.В. Импульсная индуктивная электроразведка таликов криолитозоны Центральной Якутии. — Якутск: Изд-во ООО «Академия», 2003. — 124 с.
11. Lewkowicz A.G. Characteristics of Discontinuous Permafrost based on Ground Temperature Measurements and Electrical Resistivity Tomography Southern Yukon, Canada / B. Etzelmüller, S.L. Smith // Permafrost and periglacial processes. Vol. 22, Issue 4, October. — 2011. — P. 320–342.
12. Seguin M.K. Temperature-electrical resistivity relationship in continuous permafrost at Purtuniqu, ungava peninsula / Third International conference on permafrost Proceedings. — 1978. — Vol. 1. — P. 137–144.

© Нерадовский Л.Г., 2016

Нерадовский Леонид Георгиевич // leoner@mpi.ysn.ru

УДК 550.837.6

Любич В.А., Григорьев В.Ф. (ФГБНУ «Полярный геофизический институт»)

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ АРКТИЧЕСКИХ ОСТРОВОВ

*Статья посвящена применению электромагнитных методов для изучения геологического строения малодоступных арктических островов. На архипелаге Шпицберген продемонстрирована принципиальная возможность применения мощного контролируемого источника электромагнитного излучения экстремально низкочастотного (ЭНЧ) диапазона, расположенного в северной части Кольского полуострова, для электромагнитного зондирования (ЭМЗ) земной коры. Показано, что для лучшей интерпретации полученной геофизической информации целесообразно комбинировать результаты ЭМЗ с контролируемым источником и данные магнитотеллурического зондирования (МТЗ). **Ключевые слова:** электромагнитное зондирование, магнитотеллурическое зондирование, осадочный чехол.*

Lubchich V.A., Grigorev V.F. (Polar Geophysical Institute)

ELECTROMAGNETIC SOUNDING OF THE EARTH'S CRUST IN THE ARCTIC ISLANDS

*The article deals with utilization of electromagnetic geophysical methods to study the geological structure of inaccessible Arctic Islands. Possibility of applying the powerful transmitter of electromagnetic fields of extremely low frequency (ELF) range, located in the Northern part of Kola Peninsula, for electromagnetic sounding of the Svalbard archipelago was demonstrated. It was shown that integrated interpretation of magnetotelluric data and electromagnetic sounding with controlled source data is useful. **Key words:** electromagnetic sounding with controlled source, magnetotelluric sounding, sedimentary rock cover.*

В настоящее время изучение геологического строения районов Арктики является актуальной научной задачей в связи с развитием минерально-сырьевой базы, экономики и поиска новых месторождений полезных ископаемых в данном регионе. Вследствие удаленности и малодоступности арктических островов представляет интерес возможность применения электромагнитных методов для исследования их геологического строения в силу мобильности, экологичности и малозатратности производственных геофизических работ.

В статье рассмотрены результаты эксперимента по электромагнитному зондированию земной коры, проведенного сотрудниками Полярного геофизического института (ПГИ) в 2014 г. на арх. Шпицберген. Целью эксперимента было изучение возможности использования искусственных и естественных электромагнитных полей для определения геоэлектрического разреза осадочного чехла. Источник искусственного электромагнитного поля располагался в северной части Кольского п-ова [2].

Применение современных измерителей электромагнитного поля с цифровой системой регистрации и сбора данных позволило одновременно провести измерения как искусственных, так и естественных электромагнитных полей. В ходе эксперимента исследовалась возможность применения методики МТЗ в полярных широтах, т.е. в районах, расположенных в непосредственной близости от основных источников магнитотеллурических полей. Следует отметить, что термин магнитотеллурическое зондирование в статье употребляется в общем смысле, как методика, основанная на измерениях вариаций естественного электромагнитного поля Земли, и включает в себя исследование в звуковом диапазоне частот (аудио-МТЗ).

Геологическое строение арх. Шпицберген изучалось в основном по результатам бурения разведочных скважин глубиной до 800 м трестом «Арктикуголь» и нескольких структурных скважин глубиной до 3000 м. Так, скв. Грумантская-1 вскрыла мощный осадочный чехол и на глубине порядка 2600 м достигла кристаллического фундамента [7]. Электромагнитными геофизическими методами данный район практически не исследовался. Таким образом, в ходе экспериментальных работ фактически впервые были применены наземные электромагнитные методы для исследования геоэлектрических свойств осадочного чехла арх. Шпицберген.

В 2014 г. на арх. Шпицберген сотрудниками ПГИ был проведен эксперимент по дистанционному электромагнитному зондированию земной коры. В качестве контролируемого источника электромагнитного поля использовался экспериментальный образец мощного генератора, разработанный в ПГИ на базе повышающего преобразователя и системы энергопередачи генератора «Энергия-2» [5]. Номинальная мощность передатчика составляет 200 кВт. Гармоническое электромагнитное поле в диапазоне частот от 3 до 33 Гц излучалось горизонтальным заземленным диполем длиной около 60 км, расположенным в северной части Кольского п-ова и ориентированным в субширотном направлении. Сила действующего тока составляла порядка 65–80 А.

Компоненты электромагнитного поля на земной поверхности регистрировались измерителями с полосой пропускания от 0,01 до 200 Гц, разработанными и изготовленными в ПГИ. Вертикальный и два горизонтальных магнитных датчика ориентировались во взаимно ортогональных направлениях. За ось X принято направление на север вдоль магнитного меридиана. Для измерения электрических компонент поля использовались две взаимно ортогональные заземленные приемные линии, длина которых составляла 250 м для стационарного измерителя и 100 м для мобильного. Аналоговые сигналы с магнитных датчиков и приемных электрических линий обрабатывались цифровой системой регистрации и сбора данных, основанной на шестиканальном 22-битном аналого-цифровом преобразователе (АЦП) с частотой дискретизации 512 Гц [6]. Данная система регистрации и сбора данных обеспечивает привязку измерений к мировому времени по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS.

На арх. Шпицберген электромагнитное поле контролируемого источника регистрировалось в двух точках наблюдений. Одна из них находилась на территории обсерватории ПГИ «Баренцбург», где расположен стационарный пятикомпонентный измеритель электромагнитного поля. В 20 км восточнее п. Баренцбург расположена структурная геологическая скв. Грумантская-1. Другая точка наблюдений была выбрана в 35 км юго-восточнее п. Баренцбург в окрестности структурной скв. Вассдаленская-2, где электромагнитное поле регистрировалось с помощью мобильного пятикомпонентного измерителя. Таким образом, расстояние между контролируемым источником и районом исследований составило порядка 1200 км. Схема расположения источника искусственного электромагнитного поля и точек наблюдений представлена на рис. 1.

В результате эксперимента определена одна из поляризаций электромагнитного поля по зарегистрированным компонентам E_x и H_y в диапазоне частот от 9,7 до 20 Гц в точке наблюдений Баренцбурга и в диапазоне

от 4,3 до 33 Гц в точке наблюдений скв. Вассдаленская-2. Регистрацию электромагнитного поля в точке наблюдений скв. Вассдаленская-2 в более широком частотном диапазоне можно объяснить отсутствием промышленных помех в этом районе. Так как приведенное расстояние $r/\lambda \gg 1$ значительно больше единицы, где r — расстояние между контролируемым источником и точками регистрации сигналов, λ — длина волны в среде, то электромагнитное поле в точках наблюдений можно аппроксимировать плоской волной.

В этом случае характеристикой геоэлектрического разреза среды может служить нормальный импеданс, представляющий собой отношение горизонтальных ортогональных компонент электрического и магнитного полей, измеренных на земной поверхности:

$$Z_{xy} = \frac{E_x}{H_y}.$$

С помощью модуля нормального импеданса можно ввести понятие кажущегося сопротивления среды:

$$\rho_k = \frac{|Z_{xy}|^2}{\omega \mu} \quad (1),$$

где ω — круговая частота поля, μ — магнитная проницаемость среды.

Рассчитанные по формуле (1) величины кажущегося сопротивления для измеренных в точках наблюдений амплитуд компонент искусственного электромагнитного поля находятся в диапазоне значений от 3 до 7 Ом·м, что отражает низкоомную природу верхней части осадочного чехла.

Широкая полоса пропускания от 0,01 до 200 Гц измерителей электромагнитного поля позволяет использовать их не только для регистрации искусственных полей при проведении ЭМЗ с контролируемым источником, но и для одновременного измерения естественных полей при выполнении МТЗ. Комбинирование результатов этих двух методов представляется целесообразным [3] по следующим причинам. Значения кажущихся сопротивлений ρ_k , рассчитанные по искусственным электромагнитным полям, могут служить реперами для кривых ρ_k МТЗ, подверженных статическим искажениям из-за неоднородности верхнего слоя. С другой стороны, в силу ограниченности набора частот генерации искусственного электромагнитного поля результаты МТЗ могут существенно дополнить данные, необходимые для интерпретации выполненных измерений.

Таким образом, используя данные, зарегистрированные измерителями электромагнитного поля во время проведения эксперимента, были рассчитаны значения элементов тензора импеданса Z в диапазоне частот 0,1–100 Гц. При этом частоты выбирались таким образом, чтобы они не совпадали с частотами генерации электромагнитного поля контролируемым источником. Обработка магнитотеллурических данных производилась спектральным методом на основе быстрого преобразования Фурье [4]. На выбранных частотах определялись спектральные плотности мощности естественного шума для каждой горизонтальной компоненты электромагнитного поля и взаимные спектраль-



Рис. 1. Схема района проведения экспериментальных работ

ные мощности пар компонент. Полученные таким образом оценки использовались для вычисления частных когерентностей, необходимых для отбраковки сегментов записи с большим уровнем помех, и определения элементов тензора импеданса Z , по которым рассчитывались значения кажущегося сопротивления по формуле (1) и фазы импеданса.

На рис. 2а представлен график значений кажущегося сопротивления $\rho_{k(xy)}$ по данным МТЗ в точке наблюдений п. Баренцбург, рассчитанных через модуль элемента тензора импеданса Z_{xy} для той же поляризации естественного электромагнитного поля, что и у зарегистрированного искусственного сигнала. На графике приведены также значения кажущегося сопротивления ρ_k по данным ЭМЗ с контролируемым источником. Как видно из рисунка, высокочастотная ветвь кривой МТЗ хорошо согласуется с данными значениями.

В диапазоне частот от 1 до 5 Гц наблюдается повышение кажущегося сопротивления, что может быть обусловлено уменьшением электропроводности осадочного чехла с глубиной, отмеченного по данным каротажа сопротивления (КС) скважин в районе Баренцбурга.

Частотам ниже 1 Гц соответствует нисходящая ветвь кривой МТЗ. Проведенные модельные расчеты показали, что нисходящая ветвь обусловлена искажениями кривой МТЗ. Причины искажений могут быть различными. Возможно, сказывается близость расположения естественных источников полей в полярных широтах. Искажения могут быть также вызваны неоднородностями в верхней части земной коры, в частности, наличием морских фьордов вблизи точек наблюдений. Поэтому интерпретация данных МТЗ проводилась в ограниченном диапазоне от 1 до 100 Гц.

Для построения геоэлектрического разреза верхней части осадочного чехла в районе Баренцбурга использовалась итерационная процедура Зоди [1]. Суть этой процедуры заключается в разбиении нижнего полупространства на множество горизонтальных плоских слоев с заданными начальными значениями удельного сопротивления. Эти начальные значения определяют обычно по результатам трансформации кривой ка-

жущегося сопротивления ρ_k в график зависимости действующего сопротивления ρ' от действующей глубины z' . На рис. 2в показан подобный график, полученный с помощью алгебраической трансформации Молочно-го-Ле Вьета:

$$z' = \sqrt{\rho_k / (\omega \mu)};$$

$\rho'(z') = 4\rho_k(1 + 2\varphi_T/\pi)^2$ для нисходящей ветви кривой ρ_k ; $\rho'(z') = \rho_k \pi^2 / (4\varphi_T)^2$ для восходящей ветви кривой ρ_k , где φ_T — значение фазы элемента тензора импеданса Z_{xy} для выбранного периода T естественного электромагнитного поля.

График значений фазы φ_T приведен на рис. 2б.

В процессе итерационной процедуры Зоди значения удельного сопротивления слоев подбираются таким образом, чтобы экспериментальная кривая кажущегося сопротивления совпадала с теоретической кривой, рассчитанной для данной горизонтально-слоистой модели земной коры. На рис. 2г представлена такая модель

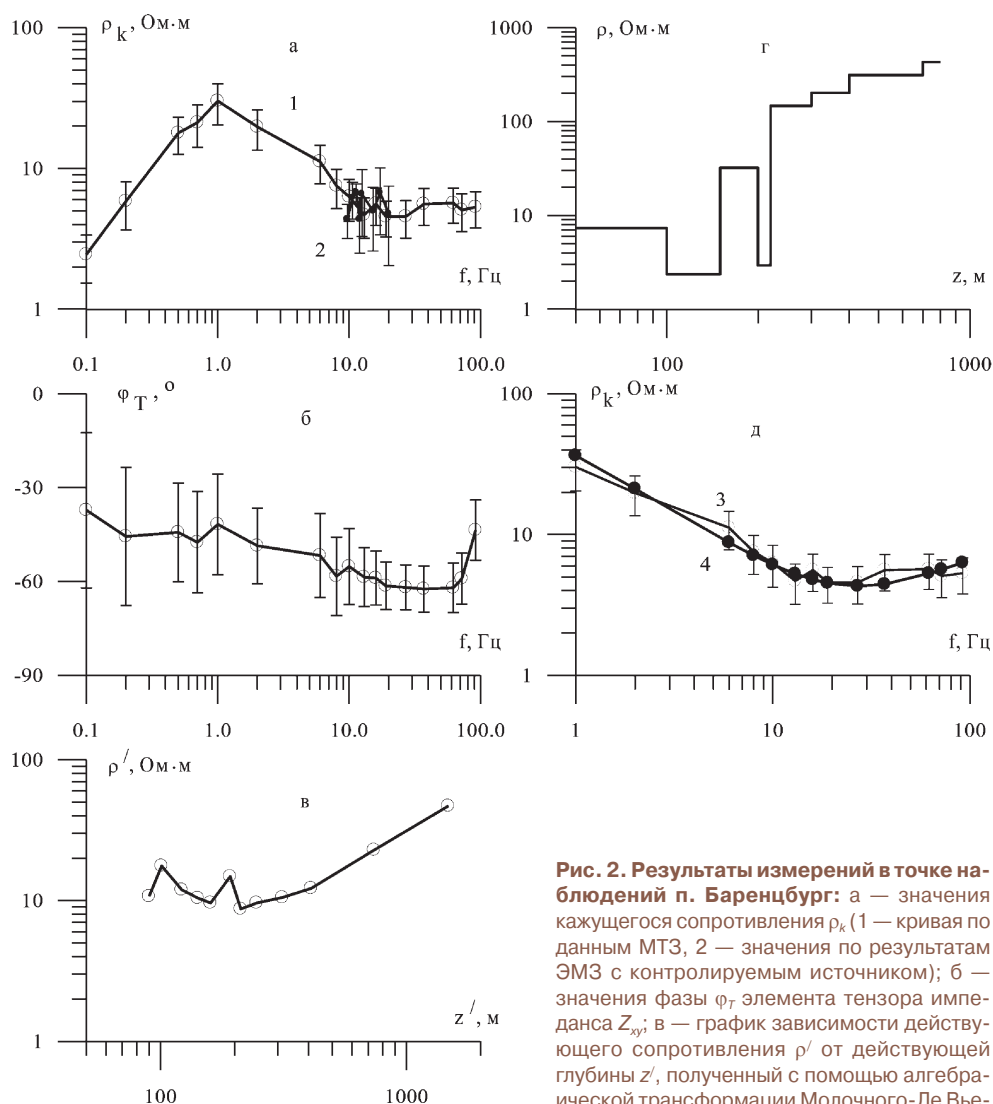


Рис. 2. Результаты измерений в точке наблюдений п. Баренцбург: а — значения кажущегося сопротивления ρ_k (1 — кривая по данным МТЗ, 2 — значения по результатам ЭМЗ с контролируемым источником); б — значения фазы φ_T элемента тензора импеданса Z_{xy} ; в — график зависимости действующего сопротивления ρ' от действующей глубины z' , полученный с помощью алгебраической трансформации Молочного-Ле Вьета; г — модель геоэлектрического разреза

верхней части осадочного чехла, полученная по результатам интерпретации данных МТЗ; д — графики кажущегося сопротивления ρ_k по данным МТЗ (3 — экспериментальные значения, 4 — теоретические значения, рассчитанные для горизонтально-слоистой модели осадочного чехла)

Грумантская-1 Вассдаленская-2

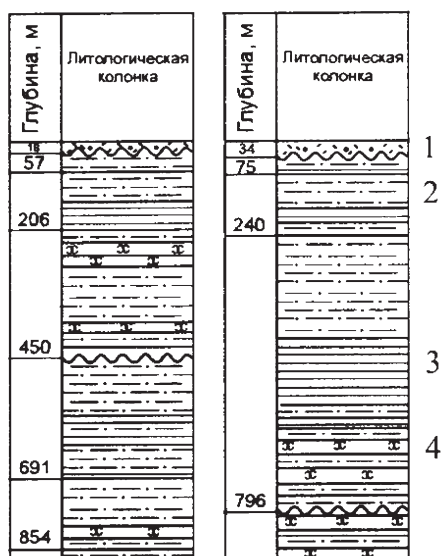


Рис. 3. Фрагмент литологических колонок для верхней части осадочного чехла структурных геологических скв. Грумантская-1 и Вассдаленская-2: 1 — четвертичные отложения, 2 — алевролиты, 3 — аргиллиты, 4 — песчаники

геоэлектрического разреза верхней части осадочного чехла в районе п. Баренцбург. На рис. 2д показаны соответствующие теоретическая и экспериментальная кривые кажущегося сопротивления ρ_k в диапазоне частот от 1 до 100 Гц.

Использование одномерной горизонтально-слоистой модели для интерпретации геофизических данных, полученных в условиях неоднородной структуры земной коры арктических островов, является упрощенной схемой, позволяющей выявить лишь основные закономерности строения геоэлектрического разреза. Для построения более адекватной трехмерной модели распределения электропроводности в земной коре необходимо проводить площадные измерения электромагнитного поля во многих точках наблюдений.

О геологическом строении осадочного чехла Центрально-Шпицбергенского грабена, в пределах которого расположены точки наблюдений, можно судить по результатам бурения структур-

ных геологических скв. Грумантская-1 и Вассдаленская-2. На рис. 3 приведены фрагменты литологических колонок по этим скважинам, соответствующие верхней части осадочного чехла. Целиком литологические колонки приведены в работе [7]. Из рисунка видно, что осадочные породы верхней части чехла представлены маломощными четвертичными отложениями и перемежающимися слоями алевролитов, аргиллитов и песчаников кайнозойской эры. К сожалению, непосредственные исследования электрических свойств данных пород не проводились, однако качественные представления об удельном сопротивлении пород можно получить по результатам каротажа сопротивления разведочных скважин треста «Арктикуголь».

В целом верхним слоям разреза, представленным песчаниками и алевролитами, соответствуют значения кажущегося сопротивления порядка 10–20 Ом·м, глубже находится слой аргиллитов с еще более низким сопротивлением. Из рис. 3 видно, что в скв. Грумантская-1 такой слой расположен на глубинах 150–200 м. Перемежающиеся слои песчаников и алевролитов, расположенные ниже по разрезу, на каротажных кривых выделяются повышенными значениями кажущегося сопротивления порядка 100–500 Ом·м. Представлен-

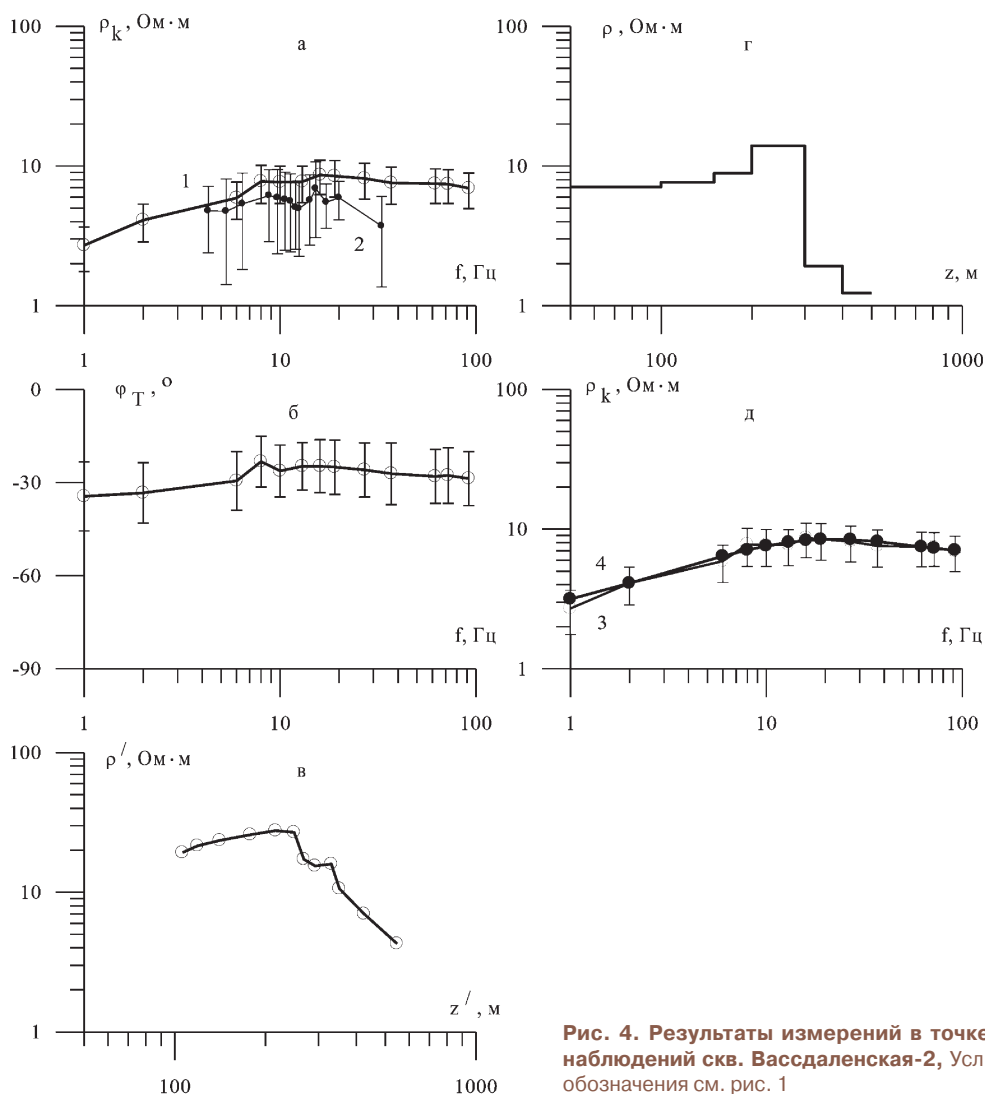


Рис. 4. Результаты измерений в точке наблюдений скв. Вассдаленская-2, Усл. обозначения см. рис. 1

ная на рис. 2г модель осадочного чехла в общем отражает данные закономерности распределения электропроводности в земной коре. Так, слой с пониженным сопротивлением на глубинах 100–150 м соответствует, по-видимому, пласту аргиллитов, глубже которого расположены толщи песчаников и алевролитов с сопротивлением 100 — 400 Ом·м. Характерной особенностью данной модели является узкий слой с высокой электропроводностью на глубине порядка 200 м. Этот слой может соответствовать горизонтальному угольному пласту, залегающему приблизительно на таких же глубинах в районе обсерватории ПГИ «Баренцбург».

Результаты наблюдений в точке рядом со структурной скв. Вассдаленская-2 также свидетельствуют о низком удельном сопротивлении верхней части осадочного чехла. На рис. 4а представлены кривая кажущегося сопротивления ρ_{kcy} МТЗ в диапазоне частот от 1 до 100 Гц и значения кажущегося сопротивления, рассчитанные по данным ЭМЗ с контролируемым источником. Видно, что полученные результаты по данным МТЗ и ЭМЗ хорошо согласуются между собой. Отличительной особенностью графика кажущегося сопротивления по данным МТЗ для точки наблюдений скв. Вассдаленская-2 является отсутствие относительно повышенных значений в интервале частот от 1 до 5 Гц. Этот факт свидетельствует о более однородном строении верхней части низкоомного осадочного чехла в этом районе. Значения фазы φ_T элемента тензора импеданса Z_{xy} приведены на рис. 4б. Как видно из рисунка, фаза в данном частотном диапазоне изменяется незначительно.

На рис. 4в показаны результаты алгебраической трансформации Молочного-Ле Вьета кривой кажущегося сопротивления ρ_k в кривую зависимости действующего сопротивления ρ' от действующей глубины z' , а на рис. 4г представлена горизонтально-слоистая модель геоэлектрического разреза верхней части осадочного чехла, полученная в результате применения итерационной процедуры Зоди. На рис. 4д показаны рассчитанная для данной модели теоретическая и экспериментальная кривые кажущегося сопротивления ρ_k в диапазоне частот от 1 до 100 Гц для точки наблюдений скв. Вассдаленская-2.

Из рис. 4г видно, что до глубины примерно 300 м сопротивление пород составляет около 10 Ом·м. Эти породы подстилаются более проводящим слоем с сопротивлением в единицы Ом·м. Согласно литологической колонке скв. Вассдаленская-2, показанной на рис. 3, верхние слои осадочного чехла представлены толщами алевролитов, ниже которых на глубинах 400 — 600 м расположен мощный пласт аргиллитов, имеющий меньшее удельное сопротивление. Полученная горизонтально-слоистая модель в целом отражает особенности геологического разреза верхней части осадочного чехла. Однако высокая электропроводность осадочных пород в данном районе обуславливает меньшую эффективную глубину исследований примерно до 500 м.

Таким образом, проведенный эксперимент по электромагнитному зондированию земной коры показал принципиальную возможность применения мощного контролируемого источника электромагнитных полей ЭНЧ-диапазона, расположенного в северной части

Кольского п-ова, для геофизических исследований арх. Шпицберген. Но так как регистрация электромагнитного поля затруднена на больших расстояниях от источника излучения, то для лучшей интерпретации геофизических данных и увеличения глубинности исследований целесообразно проводить комплексную обработку результатов электромагнитного зондирования и данных МТЗ.

Однако для более детального изучения геоэлектрического разреза верхней части осадочного чехла арх. Шпицберген и построения адекватной трехмерной модели электропроводности земной коры необходимо выполнить площадные измерения искусственных и естественных электромагнитных полей в большем количестве точек наблюдений.

Выводы

Полученные результаты экспериментальных работ продемонстрировали перспективность использования дистанционных электромагнитных методов геофизики, таких как электромагнитные зондирования земной коры с помощью удаленного мощного контролируемого источника поля ЭНЧ-диапазона, для изучения геологического строения малодоступных островов в западной части Арктики. Однако в условиях низкоомного мощного осадочного чехла глубинность таких исследований будет ограниченной.

Существенно дополнить информацию о геоэлектрическом разрезе исследуемых участков можно с помощью комбинирования данных ЭМЗ с контролируемым источником и данных МТЗ. При этом результаты ЭМЗ могут служить в качестве реперных значений для выбора наименее искаженных кривых МТЗ. Привлечение данных МТЗ расширяет пригодный для интерпретации диапазон в области низких частот, что увеличивает глубинность геофизических исследований. Экспериментальными работами было установлено, что данные МТЗ можно достаточно уверенно использовать в диапазоне частот от 1 до 100 Гц. Результаты интерпретации измерений, выполненных в точке наблюдений п. Баренцбург, хорошо согласуются с данными каротажа сопротивления буровых скважин. Вопрос о правомерности использования методики МТЗ в полярных широтах для частот ниже 1 Гц требует дальнейшего изучения и проведения измерений естественных электромагнитных полей в большем количестве точек наблюдений.

Авторы благодарны сотрудникам Полярного геофизического института И.И. Демченко и А.В. Роскуляку за участие в проведении экспериментальных работ на арх. Шпицберген.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. Модели и методы магнитотеллурики. — М.: Научный мир, 2009.
2. Велихов Е.П., Григорьев В.Ф., Жданов М.С. и др. Электромагнитное зондирование Кольского полуострова мощным крайне низкочастотным источником // ДАН. — 2011. — Т. 438. — № 3. — С. 390–395.
3. Жамалетдинов А.А., Петрищев М.С., Шевцов А.Н. и др. Электромагнитное зондирование земной коры в районе сверхглубоких скважин ЯНАО в полях естественных и контролируемых источников // Изв. РАН. Физика Земли. — 2013. — № 6. — С. 99–115.
4. Смирнов М.Ю. Обработка магнитотеллурических данных с использованием робастных статистических процедур // Вопросы геофизики. — Вып. 35. (Ученые записки СПбГУ. № 433.) — 1998. — С. 198–205.

5. Терещенко Е.Д., Григорьев В.Ф., Баранник М.Б. и др. Повышающий преобразователь и система энергопередачи генератора «Энергия-2» для электромагнитных зондирований и мониторинга очаговых зон землетрясений // Сейсмические приборы. — 2008. — Т. 44. — № 4. — С. 43–66.

6. Филатов М.В., Пильгаев С.В., Федоренко Ю.В. Четырехканальный 24-разрядный синхронизированный с мировым временем аналого-цифровой преобразователь // Приборы и техника эксперимента. — 2011. — № 3. — С. 73–75.

7. Шпилов Э.В. Позднемезозойский магматизм и кайнозойские тектонические деформации Баренцевоморской континентальной окраины: влияние на распределение углеводородного потенциала // Геотектоника. — 2015. — № 1. — С. 60–85.

© Любич В.А., Григорьев В.Ф., 2016

Любич Владимир Алексеевич // lubchich@yandex.ru
Григорьев Валерий Федосеевич // valgri@pgi.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК (553.74) 575.15

Жураев М.Р. (ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», Ташкент)

УТОЧНЕНИЕ ГЕОСТРУКТУРНЫХ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СЕРОВОДОРОДНЫХ ВОД В СУРХАНДАРЬИНСКОЙ МЕГАСИНКЛИНАЛИ

При формировании сероводородной воды необходимо присутствие следующих специфических природных признаков: продольное тектоническое нарушение, залегание продуктивного слоя вблизи поверхности земли (до 2 км), разгрузка пластовой воды за счет тектонического нарушения на нефтегазоносном месторождении, а также пологое залегание комплекса отложений между нефтегазоносным месторождением и областью питания подземной воды. Гидравлическое давление подземной воды в восточной части мегасинклинали создается из-за наличия тектонического нарушения и слабого уклона залегания пород. Выделена зона подземной гидронапорной воды между восточно-периферийной и центральной частью. Замедление водообменного процесса отмечено в присводовой части западного крыла нефтеносного месторождения. Из-за водообменного процесса осуществляется окислительный процесс за счет вымывания сульфата из толщи (гипсоносной породы) палеогена и восстановительной реакции с органикой нефтеносной толщи, в результате формируются сероводородные воды. **Ключевые слова:** геоструктурный фактор, тектоническое нарушение, сероводородные воды, разгрузка пластовой воды, нефтеносное месторождение.

Zhuraev M.R. (Institute GIDROINGEO, Tashkent)

IDENTIFY GEOSTRUCTURAL AND HYDRODYNAMIC FACTORS IN THE FORMATION OF HYDROGEN SULFIDE WATERS IN SURKHANDARYA REGION

In the formation of hydrogen sulfide water requires the presence of specific natural features of the following: a longitudinal tectonic disturbance, bedding layer near the surface of the productive land (up to 2 km), discharge of produced water due to tectonic disturbances in the oil and gas fields. And also you need to gently dipping sediments of the complex between the oil and gas fields and underground water supply area. The hydraulic pressure of the groundwater in the eastern part megasinklinale created by the presence of tectonic disturbances and weak rock bedding slope. The zone of underground water gidronapornoy between the East and the peripheral part of the center. Slow

water exchange process noted in prisvodovoy of the west wing of the oil fields. Due to the water exchange process is carried out the oxidation process due to leaching from the interior sulfate (gypsum-bearing rocks) Paleogene and reduction reaction with organic oil-bearing strata, forming hydrogen sulfide water. **Key words:** geostруктурный фактор, tectonic disturbance, fetid water, discharge of produced water, oil fields.

В практике здравоохранения роль минеральных вод как важного лечебного и профилактического воздействия на организм человека неуклонно возрастает. Одно из ведущих мест среди минеральных вод занимают сероводородные. В данное время функционирует единственный в Узбекистане крупный санаторий Чимион, который специализируется на сероводородной воде Ферганской впадины. Выявление перспективных площадей на сероводородные воды по остальной территории республики актуально. В данное время есть информация о наличии сероводородной воды в Ферганской, Сурхандарьинской и Амударьинской нефтегазоносных впадинах [2–9].

Рассмотрим детально степень перспективности площади распространения сероводородной воды по Сурхандарьинской мегасинклинали. Проблема происхождения сероводорода в подземной гидро- и литосфере привлекала внимание многих исследователей. В конце прошлого века ученые-гидрогеологи А.М. Овчинников, В.В. Иванов, Г.Н. Плотникова, А.И. Ривман изучали и анализировали условия образования месторождений сероводородных вод в странах СНГ (быв. СССР). В Узбекистане Д.С. Ибрагимов (1964) изучал гидрогеологию месторождений сероводородных вод южной части Ферганского артезианского бассейна, Л.С. Балашов (1960) исследовал условия формирования подземных вод Сурхандарьинского артезианского бассейна, А.И. Ривман (1974) — основные гидрохимические типы сероводородных вод Ферганской и Афгано-Таджикской межгорных впадин. Все исследователи анализировали гидрогеохимические факторы и выделили основные гидрохимические типы сероводородных вод.

Условия образования сероводорода. Области распространения сероводородных вод обычно приурочены к нефтегазоносным (или перспективным на нефть) бассейнам платформенных и складчатых областей, в разрезе которых развиты эвапоритовые отложения. Наибольшее количество сероводородов наблюдается в водах