

**О. А. Есипко
И. В. Неронова
Н. В. Шаров**

**Геофизические исследования
Онежской параметрической
скважины**

УДК
ББК

Есипко О.А., Неронова И.В., Шаров Н.В.
Геофизические исследования Онежской параметрической скважины

В коллективной монографии обобщены результаты интерпретации данных геофизических исследований в Онежской параметрической скважине. Более широко представлены результаты комплексной интерпретации данных геофизических исследований, как в самой скважине, так и в около-скважинном пространстве.

Полученные данные представляют интерес для широкого круга специалистов (геофизиков, геологов), занимающихся изучением глубинного строения докембрийской литосферы.

ОАО «НПЦ «Недра»

Институт геологии КарНЦ РАН

ISBN

© Есипко О.А., Неронова И.В.,
Шаров Н.В., 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И ВЫПОЛНЕННЫЙ КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА.....	
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СКВАЖИНЫ.....	
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКОГО ВОЗРАСТА.....	
ТЕПЛОВОЕ ПОЛЕ И СВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА С ЗОНАМИ РАЗВИТИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ В ПОРОДАХ АРХЕЯ.....	
ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОНЕЖСКОЙ СТРУКТУРЫ.....	
ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ СЕВЕРО-ОНЕЖСКОГО СИНКЛИНОРИЯ.....	
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАЗРЕЗА ОПС И ОКОЛОСКВАЖИННОГО ПРОСТРАНСТВА.....	
ЛИТЕРАТУРА.....	

ВВЕДЕНИЕ

Онежская параметрическая скважина (ОПС) глубиной 3537 м пробурена в юго-восточной части Балтийского щита на границе с Восточно-Европейской платформой (рис. 1).

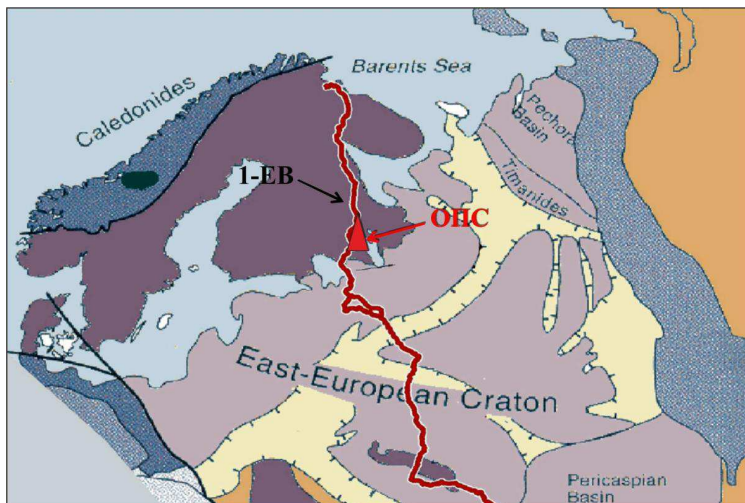


Рис. 1

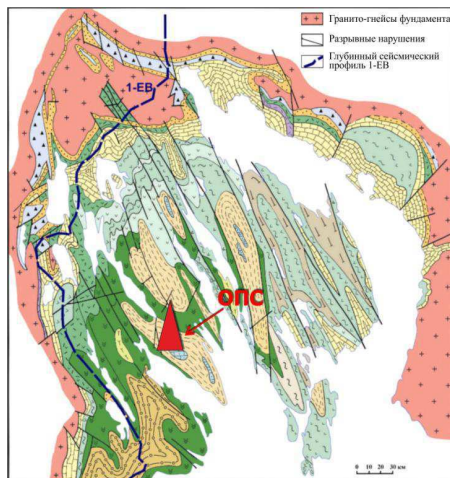


Рис. 2

В 90 км западнее от нее проходит региональный траверс 1-ЕВ. ОПС расположена в западной части Онежского прогиба (структуры), который представляет собой мульду, ограниченную гранито-гнейсовым фундаментом (рис. 2). Географически ОПС расположена восточнее поселка Кондопога в 40 км севернее города Петрозаводска (Республика Карелия).

Онежская палеопротерозойская структура (ОС) является уникальной для Фенноскандинавского щита. Она активно развивалась в интервале 2.5 — 1.7 млрд лет геологической истории. Её территория, площадью 40 тыс. км², расположенная на юго-востоке Карелии и в прилегающих районах Ленинградской и Вологодской областей, хорошо изучена благодаря относительной сравнительной доступности и обнаженности пород по берегам Онежского озера. ОС рассматривается в качестве одного из важных мировых эталонов палеопротерозойского этапа истории Земли.

Бурение Онежской параметрической скважины осуществлено ОАО «НПЦ «Недра» в 2007-2009 годах. Вскрыт непрерывный разрез нижнего докембрия, включающий граниты архейского фундамента и главные стратоны палеопротерозоя, представленные ятулийским, людиковийским и калевийским надгоризонтами [1]. С отбором керна пройдено 1758 м. В процессе бурения изучался керн, а также выполнена комплексная интерпретация материалов геофизических исследований (ГИС). В интервале 2751-2944 м была вскрыта толща каменной соли палеопротерозойского возраста [2], что является уникальным событием для мировой геологической науки, требующим дальнейшего изучения и осмысления как с позиций ее генезиса, так и площадного распространения. Международная программа ЕС (ICDP) рассмотрела проект бурения скважины, параллельной ОПС с полным отбором керна для характеристики двух глобальных событий, зафиксированных в палеопротерозойских породах ОС: ломагунди-ятулийской изотопной аномалии карбонатного углерода и феномена «Шуньга».

Выполненный комплекс геофизических исследований в скважине в комплексе с другими видами исследований позволил охарактеризовать вскрытый скважиной разрез, охватывающий временной диапазон до 2.7 миллиарда лет [3].

Выполненные комплексные геолого-геофизические исследования позволили построить схему глубинного строения, которая дает представление о разломно-блоковой тектонике региона на разных уровнях литосферы и может служить структурной основой при прогнозировании месторождений полезных ископаемых и планировании поисковых работ на V, U, Au, Ti, Cr, Pt [2, 4].

Онежская параметрическая скважина впервые вскрыла непрерывный протяженностью 3.5 км разрез Онежской структуры от архейского фундамента до калевийского надгоризонта палеопротерозоя включительно. Результаты бурения подтвердили существовавшие представления о последовательности, границах и составе главных стратонов палеопротерозоя региона. Получены новые, неизвестные ранее данные, в частности, впервые для докембрия встречена мощная толща соленосных отложений. Важным результатом явилось и то, что впервые для этого разреза были проведены геофизические исследования скважины широким комплексом методов. Получены физические параметры пород в условиях их естественного залегания, необходимые

для повышения достоверности интерпретации сейсмических данных и построения моделей глубинного строения региона.

Однако накопленный фактический материал требует дальнейшей обработки и анализа с целью детализации и уточнения уже полученных результатов.

В монографии более широко представлены результаты комплексной интерпретации данных геофизических исследований как в самой скважине, так и в ее околоскважинном пространстве. Впервые даны результаты детального расчленения соленосной толщи по данным ГИС, а также данные об изменении температуры по разрезу скважины и результаты их обработки в комплексе с другими исследованиями.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И ВЫПОЛНЕННЫЙ КОМПЛЕКС ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Геофизические исследования в Онежской параметрической скважине выполнены силами ОАО НПП «Недра» в соответствии с проектом и «Технической инструкцией по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах» РД 153-39.0-072-01.

Условия проведения ГИС

В 2007-2009 годах геофизические исследования проведены при забоях: 303 м (интервал 9-303 м), 540 м (интервал 298-540 м), 964 м (интервал 298-964 м), 1710 м (интервал 900-1710 м), 2070 м (интервал 1650-2070 м), 2523 м (интервал 2050-2523 м), 3024 м (интервал 2450-3020 м). При достижении проектной глубины 3500 м выполнен заключительный комплекс ГИС. Исследования проводились в открытом стволе диаметром 394 мм до глубины 303 м и 216 мм в интервале 303-3500 м, заполненном технической водой или глинистым раствором.

Технические условия проведения ГИС представлены в таблице 1.

Таблица 1

Номер каротажа	Условия проведения ГИС									
	Дата проведения каротажа	Забой, м	Диаметр долота, мм	Диаметр колонны, мм	Башмак колонны, м	Тип ПЖ	Удельный вес ПЖ, г/см ³	Вязкость ПЖ, сек	Водоотдача ПЖ, см ³ /30'	УЭС ПЖ, Ом·м
1	25.10.2007	303	394	426	9	глинистый	1.14	50	8	1.3
2	04.11.2007	540	216	324	298.6	глинистый	1.08	30	8	1.8
3	16-18.12.2007	964	216	324	298.6	тех. вода	1.0	—	—	11.0
4	06-08.03.2008	1710	216	324	298.6	тех. вода	1.0	—	—	0.6-0.2
5	18-20.04.2008	2070	216	324	298.6	тех. вода	1.0	—	—	0.7
6	24-27.06.2008	2523	216	245	512	тех. вода	1.0	—	—	0.6
7-8	27.07.2008- 21.08.2008	3022	216	245	512	тех. вода	1.0	—	—	0.05
9	11-12.12.2008	3500	216	245	512	соленая вода	1.26	16	—	0.05-0.06
9-1	09-12.01.2009	3500	216	245	512	соленая вода	1.26	16	—	0.05-0.06

Использовавшаяся скважинная геофизическая аппаратура представлена в таблице 2.

Таблица 2

Аппаратура	Метод ГИС	Шифр кривых	Зонд
1	2	3	4
RADB №8	Кавернометрия- профилеметрия- радиусометрия	CALI, C1, C2, RAD1,RAD2, RAD3, RAD4	—
EK-73P	Стандартный каротаж, БКЗ, БК, ПС, резистивиметрия	GZ1, GZ2, GZ3, GZ4, GZ5, GZ6, PZ, LL3, PS, RB	A0.4M0.1N A1.0M0.1N A2.0M0.5N A4.0M0.5N A8.0M1.0N N0.5M2.0A N11M0.5A
IKZ 2M № 26	ИК	RT	4-х зондовая модификация
МК-БМК-120 № 1	БМК, МК	RMLL, RMI, RMN, MCAL	
2GGKP № 11	ГГК-П	RHOВ	
SGK 1024 TP № 106	СГК	THOR, URAN, POTA, SGK, CGK,	
GK-NGK № 1	ГК, НГК	GR, NGR	
SRK 89 № 3	ННК-Т, ННК-НТ	RFTN, RNTN, RFEN, RNEN	
MI 6404M № 1	КМВ, КМП	Z, H, SUS	
AK 73PM №1	АК(Т), АК(А), АКЦ, ФКД, ВК	DTCO, DTSH, SACO, SASH	П2.0.4П1.1.0И1.0.4И2
«Magistr» ТМ-73V № 43	Термометрия	TEMP	
ION № 210108	Инклинометрия	DEVI, AZIM	

При измерениях использовалось следующее оборудование: каротажная станция «КАРАТ-ССП» № 2041, подъемник ПКС-5 № 01, регистратор «КАРАТ». Тип кабеля КГ-3-180, длина кабеля 6000 м.

Выполненный комплекс ГИС

Выполненные объемы ГИС представлены в таблице 3 и на рисунке 3.

Таблица 3

Каротаж 1 забой 303 м дата каротажа 25.10.2007	Температура в скважине составляет 14.3°С на глубине 303 м. Угол отклонения скважины от вертикали 1.15 °.
Интервал	Комплекс ГИС
0-303 м	Стандартный каротаж (2 зонда), ГК, НГК, СГК, ПС, БК, АК, инклинометрия, кавернометрия-профилеметрия, термометрия

Каротаж 2 забой 540 м дата каротажа 04.11.2007	Температура в скважине составляет 10.8°C на глубине 540 м. Угол отклонения скважины от вертикали 3.45 °, направление искривления скважины юго-юго-западное. Диаметр ствола скважины номинальный.
Интервал	Комплекс ГИС
298-540	Стандартный каротаж (2 зонда), ГК, НГК, ННК-Т, ННК-НТ, СГК, ГГК-П, ПС, БК, БМК, микрокавернометрия, ИК, АК, инклинометрия, кавернометрия-профилеметрия
0-540	Термометрия
0-299	АКЦ
Каротаж 3 забой 964 м дата каротажа 16-18.12.2007	Температура в скважине составляет 11.7 °С на глубине 964 м. Угол отклонения ствола от вертикали 4.45 °, направление искривления скважины юго-юго-западное. Диаметр ствола номинальный, в интервалах развития трещиноватости увеличен до 230 мм.
Интервал	Комплекс ГИС
480-964 м	Стандартный каротаж (2 зонда), ГК, НГК, ННК-Т, ННК-НТ, СГК, ПС, БК, БМК, микрокавернометрия, ИК, АКШ, инклинометрия.
0-964 м	Термометрия
298.6-964 м	ГГК-П, КМВ, КМП (Н, Z), кавернометрия-профилеметрия.
Каротаж 4 забой 1710 м дата каротажа 06-08.03.2008	Температура 18.5 °С на глубине 1710 м Угол отклонения ствола от вертикали 7.1° Направление искривления скважины ЮЗ Диаметр ствола номинальный, в интервалах развития локальных каверн увеличен до 250 мм
Интервал	Комплекс ГИС
900-1710 м	Стандартный каротаж (2 зонда), резистивиметрия, ГК, НГК, ННК-Т, ННК-НТ, СГК, ГГК-П, ПС, БК, БМК, микрокавернометрия, МК, ИК, КМВ, КМП, АКШ, инклинометрия
0-1710 м	Термометрия
298.6-1710 м	Кавернометрия-профилеметрия
Каротаж 5 забой 2070 м дата каротажа 18-20.04.2008	Температура 18.8 °С на глубине 1830 м Угол отклонения ствола от вертикали на забое 12° Направление искривления скважины ЮЗ Диаметр ствола номинальный или близкий к номинальному, в интервале 1770-1800 м локальные каверны до 400-550 мм
Интервал	Комплекс ГИС
1650-2070 м	Стандартный каротаж (2 зонда), резистивиметрия, ГК, НГК, ННК-Т, ННК-НТ, СГК, ПС, БК, БМК, микрокавернометрия, МК, ИК, КМВ, КМП, АКШ, инклинометрия
890-2070 м	ГГК-П
0-1830 м	Термометрия
298.6-2070 м	Кавернометрия-профилеметрия
Каротаж 6 забой 2523 м дата каротажа 24-27.06.2008	Температура 27.4 °С на глубине 2523 м Угол отклонения ствола от вертикали на забое 5.5° Направление искривления скважины ЮЗ Диаметр ствола номинальный или близкий к номинальному, в интервале 2119-2245 м развитие локальных каверн глубиной до 400 мм