

Мониторинг геополей в Кольской сверхглубокой геолоборатории: история, опыт, основные проблемы и результаты

Д.М. Губерман, О.Г. Бадалов, С.Л. Певзнер, В.И. Хмелинский,
Э.И. Юдин, Ю.Н. Яковлев

НПЦ "Кольская сверхглубокая", Заполярный

Аннотация. В 1995 г. на базе Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3) создана первая в мире Кольская глубинная геолоборатория (КГЛ). Одной из основных целей геолоборатории является изучение пространственно-временных вариаций геополей и свойств верхней и средней земной коры, осуществляемое путем проведения долговременных режимных наблюдений – мониторинга. Мониторинг геополей начался одновременно с организацией геолоборатории и осуществлялся в три этапа. За 9 лет, прошедших с момента создания геолоборатории, определен круг применимых в условиях КГЛ видов исследований и методов наблюдений. Выполнены наблюдения вариаций геополей и свойств среды. Разработаны и опробованы новые методики и техника проведения наблюдений. Полученные данные и накопленный опыт указывают на необходимость продолжения мониторинга геополей и расширения круга применяемых методов.

Abstract. In 1995 on the basis of the Kola Superdeep Borehole (SG-3) the world's first Kola deep geolaboratory (KGL) was established. One of the main goals of the geolaboratory is the study of space-time variations of geofields and properties of the upper and medium crust by long-term operating observations – monitoring. Organization of the geofield monitoring started at the same time with organization and establishing the geolaboratory and was performed in three stages. Since the geolaboratory establishing during 9 years a range of investigations and observation techniques in the KGL conditions have been determined. Observations of variations in geofields and the environment properties have been performed. New observation procedure has been developed and tested. The data obtained and accumulated experience point to the necessity of continuing geofield monitoring and increasing the number of the applied methods.

1. Введение

В 1995 г. на базе завершенной бурением Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3) было впервые в мировой практике начато создание нового инструмента познания недр Земли – глубинной геолоборатории. В состав Кольской глубинной геолоборатории (КГЛ) входит Кольская сверхглубокая скважина и обширный геополлигон – Печенгский геоблок. Скважина СГ-3, пробуренная в северо-восточной части Балтийского щита, на северном крыле Печенгской рифтогенной структуры, вскрыла два древних комплекса пород: зеленокаменный протерозойский (0-6842 м) и сиалический архейский (6842-12262 м). Печенгский геоблок (или геопространство СГ-3) включает протерозойскую Печенгскую структуру и ее архейские обрамления. Таким образом, КГЛ имеет следующие пространственно-временные координаты: глубина СГ-3 – 12262 м, геополлигон площадью около 8000 кв. км, геологическое время – около 1.6-3.0 млрд лет.

2. Методика и техника ведения мониторинга

Цели и задачи геолобораторий и геобсерваторий достаточно детально рассмотрены в ряде публикаций (Астраханцев и др., 2003; Бадалов и др., 2003; Губерман и др., 1996), при этом одной из основных групп задач, решаемых геолобораторией, является изучение пространственно-временных вариаций геополей и свойств среды. Основными методами их изучения в СГ-3 являлись геофизические (преимущественно скважинные) исследования, задачи которых в процессе бурения и при функционировании скважины в режиме геолоборатории были различными (табл. 1).

Изучение временных изменений (вариаций) полей и свойств среды возможно только при ведении режимных (долговременных периодических и/или непрерывных) наблюдений – мониторинга. Таким образом, задача изучения вариаций напрямую связана с задачей организации и ведения мониторинга (включая адаптацию существующих и разработку новых аппаратурно-методических комплексов).

Специфика организации и ведения режимных наблюдений (мониторинга) на глубинном геополлигоне геолоборатории (в стволе скважины) определяется рядом особенностей этого полигона, и, в первую очередь, конструкцией ствола и РТ-условиями. Эти особенности налагают ряд ограничений на методику и технику ведения мониторинга и на параметры полей, которые могут быть зарегистрированы. Наиболее существенными из этих ограничений для КГЛ являются следующие:

Таблица 1. Основные задачи скважинных геофизических исследований в СГ-3

В процессе бурения	При функционировании скважины в режиме геолоборатории
1. Литологическое расчленение разреза 2. Изучение физических свойств (упругих, электрических, магнитных, тепловых и др.) пород разреза 3. Изучение строения и структуры околоскважинного пространства 4. Контроль состояния ствола скважины (формы сечения и пространственного положения) 5. Контроль и ликвидация аварийных ситуаций 6. Адаптация существующей аппаратуры к высоким глубинным Р-Т условиям 7. Адаптация аппаратуры нефтяного ряда к условиям кристаллического массива	1. Изучение вариаций полей и свойств среды 2. Получение дополнительной информации о строении, структуре и свойствах околоскважинной среды 3. Разработка и оптимизация аппаратуры и методики режимных наблюдений 4. Контроль состояния ствола

- ограниченность количества одновременно измеряемых параметров характеристиками применяемой скважинной аппаратуры и параметрами канала передачи информации из скважины на поверхность (использовался 3-х жильный кабель при проводной передаче и ОЗУ прибора при автономной записи);
- необходимость применения скважинных приборов, ограниченных диаметром скважины и размером колонны из легкосплавных бурильных труб (ЛБТ);
- влияние на результаты измерений цементного кольца, стальных обсадных колонн, охранной колонны ЛБТ, скважинного флюида, кабеля и скважинного прибора;
- невозможность проведения длительных непрерывных измерений.

Перечисленные выше особенности ведения мониторинга в стволе скважины, а также существующее на момент создания геолоборатории аппаратное обеспечение, обусловили выбор методов наблюдений. Они также обусловили необходимость разработки новых технологий ведения мониторинга в стволе геолоборатории. При этом процесс организации глубоинной геолоборатории и ведения наблюдений можно представить в виде трех этапов.

3. Описание работ первого этапа

На первом этапе (1995-2000 гг.) в связи с изменением круга решаемых задач по завершении бурения (табл. 1) предполагалось разработать, опробовать и внедрить новые методики изучения вариаций различных физических полей и свойств среды, и, в первую очередь (с учетом существующей конструкции скважины) – теплового, сейсмоакустического, электромагнитного, ядерно-радиоактивного полей, а также напряженно-деформированного состояния среды. Кроме того, в этот же период необходимо было выполнить комплекс исследований по изучению характера релаксации околоскважинного массива пород после прекращения техногенного воздействия (гидромеханического, вызванного процессом бурения).

К сожалению, общий кризис геологоразведочной отрасли в 1995-1997 гг. и нестабильность финансирования не позволили провести предусмотренное проектом техническое перевооружение КГЛ и привлечь к проведению исследований специализированные организации. Поэтому основным изучаемым полем в это время стало тепловое. В этот период выполнялись:

- разработка технологии и ведение режимных наблюдений для изучения процесса релаксации околоскважинного массива после снятия техногенного воздействия (прекращения бурения) и оценки влияния на процесс релаксации техногенных воздействий (промывок и замен раствора);
- отработка элементов технологии долговременных режимных наблюдений пространственно-временных вариаций теплового поля.

Основными методами наблюдений являлись скважинная профилометрия и термокаротаж (ТК). В это время был также проведен гамма-каротаж (ГК) для контроля состояния радиоактивных меток в обсадной колонне. И лишь в 1998-2000 гг. начали выполняться работы по оценке возможности изучения вариаций сейсмоакустического и электромагнитного полей. Перечень работ первого этапа приведен в табл. 2.

Тем не менее, невзирая на объективные сложности, в этот период была разработана и внедрена новая методика наблюдений за релаксацией тепловых свойств околоскважинного массива пород. Отработаны отдельные методические приемы наблюдений за короткопериодными вариациями теплового поля при помощи аналоговой регистрирующей аппаратуры. Кроме того, начатые в этот период работы по изучению характера вариаций электромагнитного и сейсмоакустического полей показали принципиальную возможность регистрации ряда параметров этих полей и позволили определить основные методические приемы ведения режимных наблюдений за ними.

В 2000 г. в качестве регистратора в геологической лаборатории стал использоваться цифровой полевой вычислительный комплекс ПВК-3, что потребовало адаптации разработанных методических приемов к особенностям цифровой регистрации.

Результаты работ первого этапа представлены в "Отчете Кольской глубинной геологической лаборатории о комплексных исследованиях первого этапа (1999-2000 гг.)", отчете о НИР по теме № 01430671822 "Разработать и внедрить методику и технические средства режимных геотермических наблюдений в Кольской геологической лаборатории", ежегодных информационных и промежуточных отчетах, а так же в ряде публикаций (Губерман и др., 1996; Попов et al., 1999; Рабинович и др., 2000; Бадалов и др., 2003; Левзнер и др., 2004).

Таблица 2. Геофизические исследования, проведенные в Кольской глубинной геологической лаборатории в 1995-2000 гг.

Виды исследований	Метод	Интервал (глубина), м	Год	Примечание
Контроль формы ствола	Профилеметрия	8375-8540	1995, 1996	Объем – 330 пог. м
Сейсмоакустические исследования	Вертикальное сейсмическое профилирование	0-5050 (вibrator и пневмопушка), 5050-8500 (регистрация промвзрывов)	1995	Проводилось ВИРГ-Рудгеофизика в рамках проекта "Суша-море"
		1995		
	Шумометрия в сейсмическом диапазоне частот	650 5050	1998-1999 2000	В скважине-спутнике
Магнитные исследования	Шумометрия в акустическом диапазоне частот (ГАШ)	480-6000	2000	
		Скважинная магниторазведка	0-6820 0-630	2000 2000
Магнитные исследования	Мониторинг вариаций магнитного поля	0-300	2000	В скважине-спутнике и на поверхности
		Геотермические исследования	Термокаротаж (ТК)	0-8564
0-8500	1996			Всего 100.460 пог. км
0-5050	1997			Всего 22.700 пог. км
0-8335	1998			Всего 16.800 пог. км
0-8300	1999			Всего 16.800 пог. км
0-6780	2000			Всего 27.120 пог. км
Исследования взаимосвязи электрических процессов в литосфере и атмосфере с геодинамическими процессами естественного и техногенного происхождения			1999-2000	Непрерывная запись потенциалов заземлений в СГ-3, скважине-спутнике и на поверхности. Запись потенциала заземления в движении в СГ-3. Регистрация сейсмического фона
Ядерно-радиометрические исследования	Гамма-каротаж (ГК)	0-8278	1995	Контроль радиоактивных меток обсадной колонны СГ-3

4. Описание работ второго этапа

На втором этапе функционирования КГЛ (2001-2003 гг.) были продолжены:

- наблюдения за процессом релаксации теплового поля в околоскважинном массиве;
- режимные наблюдений в стволе СГ-3 и на геополигоне для экспериментального исследования взаимосвязи электрических процессов в литосфере и атмосфере с геодинамическими процессами естественного и техногенного происхождения;
- разработка и опробование методических приемов изучения короткопериодных вариаций теплового поля в околоскважинном массиве;
- мониторинг магнитного поля в стволе СГ-3 и на геополигоне;
- мониторинг геоакустических шумов (ГАШ) в стволе скважины.

В результате проведенных работ:

- разработаны методические рекомендации по организации долговременных наблюдений за вариациями теплового поля в стволе СГ-3;
- оценена возможность изучения влияния короткопериодных (солнечно-суточных и лунно-месячных) приливных вариаций на измеряемые параметры глубинного теплового поля, а также влияние этих вариаций на динамику движений флюида в стволе СГ-3;

- выявлена связь спадов и подъемов гравитационных приливов-отливов с аномалиями потенциалов регистрируемых электрических полей, а также с техногенными нагрузками на геологическую среду;
- выявлена коррелируемость потенциала глубинного заземления в стволе СГ-3 с электрическими параметрами вскрытых пород;
- по параметрам ГАШ в разрезе выделены динамически активные зоны, связанные как с процессами современной динамики геологической среды, так и с процессами газовой выделенности;
- впервые получены материалы по изучению вариаций магнитного поля в наземно-скважинном варианте;
- сравнение полученных результатов ГК с данными предыдущего замера, выполненного в 1995 г., показало хорошую коррелируемость кривых ГК, сохранность радиоактивных меток и их четкую регистрацию по всему интервалу при выбранной скорости измерения.

В этот же период времени начали проводиться и многокомпонентные сейсмоакустические исследования, выполнен ретромониторинг измерений магнитного поля, проведен широкополосный акустический каротаж (АКШ), интегральный гамма-каротаж заменен на спектральный. Впервые выполнены скважинные гравиметрические исследования. Кроме того, начаты регулярные наблюдения за короткопериодными вариациями теплового поля. В целом этот этап качественно отличается от предыдущего, в первую очередь за счет использования современной аппаратуры, и, что самое важное, за счет перехода от простого сбора и накопления результатов измерений к их систематизации, анализу и обработке с применением новейших подходов.

Перечень работ второго этапа представлен в табл. 3 и 4.

Проведенные исследования позволили:

- 1) экспериментально оценить возможность использования существующих аппаратуры и методик для изучения вариаций полей в сверхглубоких скважинах;
- 2) определить основные направления усовершенствования технологии проведения наблюдений применительно к задачам геологической лаборатории;
- 3) разработать технические требования к аппаратуре и методике проведения режимных наблюдений;
- 4) опробовать и оптимизировать отдельные методические приемы изучения пространственно-временных вариаций геополей с существующим аппаратурным обеспечением.

В целом же, в результате работ периода до 2004 г. установлено существование короткопериодных временных вариаций тепловых, естественных сейсмических и электромагнитных полей, разработаны методики измерений или показана принципиальная возможность изучения пространственно-временных вариаций ряда физических свойств геологической среды.

Тепловое поле. Исследование теплового поля проводилось методами термокаротажа и термомониторинга. Установлены: практически полная релаксация температурного режима в СГ-3 к 2002 г.; короткопериодные вариации (0.75-1.75 суток), их корреляция с лунно-солнечными приливами и приуроченность их максимальных значений к интервалу глубин 2.8-4.9 км. Максимум повышения плотности кондуктивного теплового потока наблюдается в интервале 4.6-5.0 км.

Анализ данных показывает, что динамика геотермического поля в стволе СГ-3 обусловлена техногенными и природными факторами. Циклическая компонента изменчивости температур среды объясняется изменением гидрогеологического режима под действием лунно-солнечных циклов. При помощи разработанной методики определения поправок на техногенные факторы (теплообмена между кристаллическим массивом и раствором в скважине) выделены кондуктивные и конвективные компоненты теплообмена. Выявлена асинхронность приливных потенциалов с вариациями регистрируемых тепловых полей.

Сейсмоакустическое поле. Аномалии геоакустических шумов (ГАШ) в диапазоне частот 100-500 Гц приурочены к зонам тектонических нарушений и повышенной флюидопроницаемости. Это позволило использовать данные ГАШ для изучения поля механических напряжений и деформаций. Установлена принципиальная возможность использования метода широкополосного акустического каротажа АКШ с аппаратурой СПАК-6ДМ для проведения мониторинга пространственно-временных вариаций упругих свойств пород в разрезе околоскважинного пространства, дающих информацию об изменении во времени их физико-механических характеристик. Установлена взаимосвязь динамических характеристик поля микросейсм с параметрами анизотропии среды.

Магнитное поле. Зафиксировано изменение соотношения амплитуд вариаций вертикальной и горизонтальной составляющих магнитной индукции в скважине по сравнению с наземными значениями во время магнитных бурь. Отмечено формирование техногенной намагниченности зерна под воздействием бурового инструмента, поэтому выделение собственной остаточной намагниченности горных пород, требует предварительной "чистки" образцов от техногенной компоненты. Выявлены вариации электромагнитного поля в глубоких горизонтах кристаллической коры и влияние структур околоскважинного пространства на частотные и амплитудные характеристики этих вариаций.

Таблица 3. Геофизические исследования, проведенные в Кольской глубинной геологической лаборатории в 2001-2003 гг.

Виды геофизических исследований	Метод	Интервал (глубина), м	Год	Примечание
Сейсмоакустические исследования	Акустический каротаж (АКШ)	0-8100	2002	Всего 11.5 пог. км
	Шумометрия в сейсмическом диапазоне частот	200-8000	2002	Всего 8.0 пог. км
	Шумометрия в акустическом диапазоне частот (ГАШ)	300-6790 140-6800 300-6840	2001 2002 2003	Всего 30.0 пог. км Всего 6.8 пог. км Всего 13 пог. км
Магнитные исследования	Скважинная магниторазведка	0-8120	2002	Всего 13.5 пог. км
	Мониторинг вариаций магнитного поля	630 545	2001 2002	В скважине-спутнике и на поверхности
Геотермические исследования	Термокаротаж (ТК)	0-6780	2001	Всего 54.24 пог. км. с Тр-7-651 Всего 15.95 пог. км. с ЭМДС-ТМ-41У Всего 72.60 пог. км Всего 32 пог. км
		0-7975	2001	
0-8100		2002		
		0-8000	2003	
	Термомониторинг (ТМ)	3000 3000	2002 2003	В стволе СГ-3. Всего 150 сут. Всего 90 сут.
Исследования взаимосвязи электрических процессов в литосфере и атмосфере с геодинамическими процессами естественного и техногенного происхождения			2001	Непрерывная запись потенциалов заземлений в СГ-3, скважине-спутнике и на поверхности. Регистрация сейсмического фона на поверхности
Гравиметрические исследования	Экспериментальные гравиметрические скважинные работы	0-5000	2002	Всего 9.5 пог. км
Ядерно-радиометрические исследования	Гамма каротаж интегральный (ГК)	0-7975	2001	Всего 15.95 пог. км (контроль радиоактивных меток)
	Гамма-каротаж спектрометрический (ГКС)	0-8000	2002	Всего 8.0 пог. км
Контроль технического состояния обсадной и охранной колонн	Электромагнитная дефектоскопия-толщинометрия	0-7975	2001	Всего 15.95 пог. км

Таблица 4. Геофизические исследования, выполненные в Кольской глубинной геологической лаборатории в 2004 г.

Наименование исследований	Метод	Интервал (глубина), м	Примечание
Сейсмоакустические исследования	Шумометрия в сейсмическом диапазоне частот	0-3200	Всего 6.4 пог. км
	Шумометрия в акустическом диапазоне частот (ГАШ)	300-6800	Всего 13.0 пог. км
Геотермические исследования	Термокаротаж (ТК)	0-7750	Всего 25.5 пог. км
	Термомониторинг (ТМ)	5000	Всего 110 сут.
Гравиметрические исследования	Экспериментальные гравиметрические скважинные работы	0-5000	Всего 10 пог. км

Гравитационное поле. Применение принципиально нового вида гравитационного каротажа (на базе пленочного акселерометра) позволило установить изменения поля вдоль ствола СГ-3 до глубины 5.5 км. Эти изменения связаны с плотностной дифференциацией среды и положены в основу совместной интерпретации наземных наблюдений и скважинных геофизических съемок для уточнения представлений о строении Печенгской структуры.

Ядерно-радиоактивное поле (естественная радиоактивность). Определено содержание радиоактивных элементов (U, Th и K) в исследованной части разреза в ранге свит и толщ, а также более мелких литологических интервалов. Наибольшей радиоактивностью характеризуются дацитовые порфиры, кварцито-песчаники, пегматиты с мусковитом и гранатом и гранито-гнейсы, а самой низкой – основные и ультраосновные интрузивные породы, основные эффузивы и амфиболиты. Для подавляющей

части пород естественная радиоактивность определяется содержанием в них U и Th, а заметный вклад K характерен только для некоторых разновидностей осадочных протерозойских пород и, в отдельных случаях, для эффузивов среднего состава. При этом сверху вниз по разрезу роль Th возрастает, включая весь протерозойский комплекс и верхнюю часть архейского.

Проведенные работы позволили положительно оценить эффективность методик проведения долговременных наблюдений полей в геологической лаборатории. Помимо методик и методических приемов наблюдений вариаций полей и свойств среды, в результате проведенных работ получены важные методические результаты по обработке данных режимных наблюдений.

5. Описание работ третьего этапа

В 2004 г. начался третий, и возможно последний, этап функционирования КГЛ, который также предусматривает продолжение режимных наблюдений за вариациями геополей и свойств геовещества. Виды исследований, выполненных в этом направлении в 2004 г., приведены в табл. 4.

Таблица 5. Изученность скважины СГ-3 геофизическими методами

Методы исследований		Номера стволов (I-V) и интервалы исследований (м) в процессе бурения СГ-3					
Группа методов	Метод	I	II		III	IV	V
			До расширения	После расширения			
Технические	Профилеметрия	0-11662	0-12063	0-8770			8200-8567
	Инклинометрия	0-11662	0-11720	0-8781			8200-8567
	ПТС	0-2365	0-6453	0-8700	0-8770	0-8770	
	СПРК	0-5930	6-1995	0-2000			
Электрические	КС	0-7250					
	ПС	0-6060	0-12064				
	БК	0-11520	0-12050	1900-6800			
	МСК	0-7220					
	МЭП	0-7265					
	Резистивиметрия	0-7010					
Электромагнитные	ЭМК	0-4995	0-11000				
	Скважинная магниторазведка	0-11387	0-12064	0-7962	1990-11463		
	КМВ	0-11387	0-12024	0-7962	1990-11463		
Ядерно-радиометрические	ГК	0-11500	0-12060	1990-8780	1990-11802		8200-8558
	ГКС	0-10627			1990-11802		
	ГГКс	0-5573					
	ГГКп	0-5280					
	НГК	0-11500	0-12060	1990-8780	1990-11802		
	ННК _n	0-7060					
	ННК _t	0-11500					
	НА	0-6060					
	ИННК	0-7750					
Сейсмоакустика	АК	($\Delta t, \alpha$)	0-11510	0-10890	1950-8700		
		Полный сигнал	0-10639				
	ВСП	Скалярное	0-11500		0-6908		
		Векторное				0-11802	0-7000
	САТ				0-1950		
Тепловые	ТК	0-11660	0-12058	0-8785	0-12110	0-11332	5050-8578
Прочие	Отбор проб скважинного флюида	4 пробы в интервале 8200-11500 м					
	Устьевая газогеохимия		В процессе бурения – постоянно				

Таблица 6. Условные обозначения видов и методов каротажей, проведенных в стволах СГ-3

ПТС	Трубная профилометрия	ГКС	Спектральный гамма-каротаж
СПРК	Горизонтальная профилометрия (радиусометрия)	ГГКс	Селективный гамма-гамма каротаж
КС	Каротаж сопротивлений	ГГКп	Плотностной гамма-гамма каротаж
ПС	Каротаж спонтанной поляризации	НГК	Нейтронный гамма-каротаж
БК	Боковой каротаж	ННКн	Нейтрон-нейтронный каротаж на надтепловых нейтронах
МСК	Метод скользящих контактов	ННКт	Нейтрон-нейтронный каротаж на тепловых нейтронах
МЭП	Метод электродного потенциала	ИННК	Импульсный нейтрон-нейтронный каротаж
ЭМК	Электромагнитный каротаж	АК	Акустический каротаж
КМВ	Каротаж магнитной восприимчивости	ВСП	Вертикальное сейсмическое профилирование
ГК	Интегральный гамма-каротаж	САТ	Скважинный акустический телевизор
		ТК	Термокаротаж

Кроме того, имеется еще один источник данных о вариациях полей – геофизическая информация, полученная в процессе бурения СГ-3. В имеющихся пяти стволах скважины СГ-3 проведены сотни погонных километров различных методов ГИС.

Эта информация может и должна стать основой ретроспективного мониторинга, тем более, что значительная ее часть уже переведена в цифровую форму и доступна обработке. Кроме того, перспективность такого подхода к имеющейся информации подтверждена положительными результатами ретромониторинга магнитного поля, выполненного специалистами Института Геофизики УрО РАН.

В результате проведения скважинных геофизических исследований в процессе бурения СГ-3:

- 1) выполнено расчленение разреза как в хорошо дифференцированных породах протерозойского комплекса, так и в архейском комплексе;
- 2) изучены физические свойства пород разреза в естественном залегании (электрические, магнитные, ядерно-радиоактивные, тепловые, физико-механические);
- 3) изучено строение и структура околоскважинного массива;
- 4) создана основа для построения ряда статических моделей – в том числе напряженно-деформированного состояния вскрытого массива;
- 5) разработана теплофизическая модель верхней и средней части земной коры;
- 6) изучены пространственно-геометрические параметры стволов СГ-3.

Изученность СГ-3 приведена в табл. 5.

6. Выводы

Прошедшие 9 лет позволили, по сути, создать на базе завершённого бурением СГ-3 новое техническое средство изучения недр планеты – глубинную геологическую лабораторию.

Работы по организации мониторинга вариаций полей и свойств среды в КГЛ, выполнявшиеся все это время, создали базовую (методическую и техническую) основу для планомерного ведения режимных наблюдений за рядом геополей (сейсмоакустическим, геотермическим, гравитационным, электромагнитным, радиационным) и свойств среды, с возможным расширением круга применяемых методов наблюдений и измеряемых параметров.

Выполненные и выполняемые сегодня режимные наблюдения (термометрия, магнитометрия, сейсмоакустическая шумометрия, гравиметрия и др.), направленные на изучение пространственно-временных вариаций геофизических полей, убедительно показали, что геопропространство в окрестности СГ-3 и Печенского геоблока в целом является достаточно динамичным объектом. Активная геодинамика глубинного геопропространства требует продолжения постоянных наблюдений, увеличения числа методов геофизических исследований. Кольская сверхглубокая скважина продолжает оставаться мощным инструментом получения важнейшей информации о глубинных процессах, происходящих в недрах Земли.

Таким образом, можно констатировать, что завершение цикла исследований на Кольской глубинной геологической лаборатории и ее консервация явно преждевременны.

Литература

Popov Yu.A., Pimenov Y.P., Romushkevich R.A., Pevzner S.L. New geothermal data from the Kola Superdeep Well SG-3. *Geotectonics*, v.11, p.40, 1999.

- Астраханцев Ю.Г., Бадалов О.Г., Губерман Д.М., Певзнер С.Л., Троянов А.К., Юдин Э.И., Яковлев Ю.Н.** Результаты исследования геоакустических шумов в Кольской сверхглубокой скважине. *Разведка и охрана недр*, № 6, с.28-30, 2003.
- Бадалов О.Г., Губерман Д.М., Певзнер С.Л.** Мониторинг пространственно-временных вариаций теплового поля в Кольской глубинной геолоборатории. *Разведка и охрана недр*, № 6, с.33-37, 2003.
- Губерман Д.М., Певзнер С.Л., Яковлев Ю.Н., Есипко О.А., Рабинович Ю.И.** Глубинные геолоборатории в России. *Разведка и охрана недр*, № 7, с.21-22, 1996.
- Певзнер Л.А., Бадалов О.Г., Губерман Д.М., Карлин А.К., Майоров В.В., Тимофеев Е.А.** Временные вариации теплового поля в стволе Кольской сверхглубокой скважины. *Доклады АН*, т.395, № 2, с.299-303, 2004.
- Рабинович Г.Л., Блохин Н.Н., Певзнер С.Л., Смирнов Ю.П.** Новое представление о сейсмоакустической модели Кольской сверхглубокой скважины. *Разведка и охрана недр*, № 7-8, с.28-31, 2000.