

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИМКЭС СО РАН

_____ В.А. Крутиков

«_____» _____ 2011 г.

ОТЧЁТ

Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН об использовании финансовых средств на целевую финансовую поддержку станции «Киреевск» в 2011 г.

1. Станция Киреевск ($56^{\circ} 25' \text{ с. ш.}$, $84^{\circ} 04' \text{ в. д.}$, 80 м над у. м.) является опорным экспедиционным пунктом института, предназначенным для проведения климатоэкологических и геофизических наблюдений за состоянием окружающей среды в естественно-природных условиях.

Станция расположена на правом берегу реки Обь в лесной ландшафтной зоне, примерно в 4 км на север от с. Киреевск Кожевниковского района, Томской области. Площадь полигона станции составляет 2 га (свидетельство сер. 70-АА, № 267694 от 3 июня 2004 г. о государственной регистрации права на земельный участок от 2 июля 2002 г, № 70-01/7-16/2002-820). Измерительная и вычислительная техника, средства связи, обслуживающий персонал располагаются в брусовом доме, первичные измерительные преобразователи (датчики) – на территории полигона.

Полевые работы на станции проводятся круглогодично, а мониторинг временных вариаций импульсного потока ЕИЭМПЗ проводится непрерывно, с частотой каждые 10 сек.

2. В 2011 г. на станции были продолжены комплексные исследования геофизических полей. В режиме непрерывных измерений проводился мониторинг временных вариаций естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) в диапазоне очень низких частот по двум направлениям приема сигнала, как по магнитной, так и по электрической составляющей ЕИЭМПЗ. В непрерывном режиме измерялись так же временные вариации атмосферного электрического поля. По всем измерениям формировался банк данных.

В качестве базовых инструментальных средств использовались многоканальные геофизические регистраторы «МГР-01» (Сертификат № 24184), позволяющие анализировать как временные, так пространственные вариации интенсивности естественного импульсного электромагнитного поля Земли, характеризующие геодинамику литосферы в ближней и дальней зонах (Патент №. 2238575).

Совместно с ООО «ГЭОТЭК», по заданию «Газпром трансгаз Чайковский», продолжается отработка системы АСК-ГП на трассе магистрального газопровода Уренгой-Помары-Ужгород по оценке устойчивости оползневого склона на переходе через реку Кама. Система увеличена до 12 модернизированных многоканальных геофизических регистраторов «МГР-01», прошедших настройку на станции «Киреевск». Модернизация оборудования заключалась в разработке и изготовлении блока передачи данных, который устанавливается в устройство МГР-01 в качестве дополнительного модуля. Блок выполнен на базе GSM-модема Enfora GSM0107-01, управляемого ARM-контролером AT91SAM7X256. Разработано уникальное программное обеспечение для формирования файлов регистрируемых данных и передачи их на сервер сбора данных по протоколу HTTP и синхронизации текущего времени регистратора с сервером времени Интернета. Также было

доработано программное обеспечение устройства МГР-01 для работы с этим блоком передачи данных.

Модернизация системы позволяет повысить надежность передачи регистрируемых данных каждого прибора на сервер. До модернизации в установленной системе до 4-х регистраторов МГР-01 передавали данные на одно устройство передачи данных по каналам сотовой связи. При выходе из строя этого устройства передачи, данные от всех подключенных регистраторов, не поступали на сервер сбора данных. В модернизированной системе каждый регистратор снабжен собственным блоком передачи данных и связывается с сервером сбора данных самостоятельно, и в случае сбоя не влияет на доставку данных до сервера сбора данных от других регистраторов МГР-01.

В модернизированной системе данные от регистраторов МГР-01 поступают на сервер сбора данных Института мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук (ИМКЭС СО РАН).

Периодичность сохранения файлов на сервере составляет 4 часа. При каждом обмене на сервере обновляется файл служебной информации с именем NNNNNNNNNNNNNNNNNNNNN.txt где NNNNNNNNNNNNNNNNNNNNN – номер станции.

Все регистраторы прошедшие метрологическую аттестацию в обязательном порядке проходят настройку на стационаре «Киреевск» с тем, чтобы временные вариации интенсивности ЕИЭМПЗ совпадали с показаниями станции, работающей постоянно на полигоне.

На основании повторных площадных измерений естественного импульсного электромагнитного поля Земли в августе 2011 года, было предложено дополнительно обустроить две точки наблюдений в системе АСК-ГП, в этом случае общее количество точек наблюдений НДС грунта на оползневом склоне достигло 12. Предложено использовать в качестве антивандальных бункеров не металлические конструкции, а специально изготовленные емкости из полиэтилена. Во первых материал не подвержен коррозии, во вторых обеспечивается более качественная герметичность и исключается необходимость выносить приемную антенну регистратора «МГР-01» из бункера (рис. 1).



Рис. 1. Монтаж дополнительного антивандального бункера в системе АСК-ГП.

Дополнительно на всех 9-ти трубах магистрального газопровода «Уренгой-Помары-Ужгород», в верхней и нижней части оползневого склона, установлены интеллектуальные вставки (ИВ), которые измеряют деформацию металла, полная схема расположения оборудования и таблица подключения приведена на рис. 2. Предложенная организация автоматизированной системы контроля напряженно-деформированного состояния грунтов оползневого склона, позволяет комплексно оценить устойчивость склона и адекватно принимать инженерно-технические решения для безаварийной эксплуатации газотранспортных сооружений.

Наряду с решениями вышеперечисленных задач и формированием банка данных, в 2011 г. на стационаре Киреевск были выполнены многочисленные эксперименты по исследованию природы, механизмов формирования и распространения импульсов из

литосферы. Здесь отрабатывались методики и оптимальные режимы работы приборов для геофизической разведки с использованием регистрации электромагнитных шумов Земли. В рамках базового бюджета в ИМКЭС СО РАН был разработан и успешно опробован на стационаре «Киреевск» Интернет портал системы контроля опасных геологических процессов (ОГП).

Таблица подключения «МГР-01» в систему АСК-ГП

№	Обозначение Измерителя.	Серийный номер передатчика.	№ SIM Карты	Географическое положение МГР-1	
				Северная Широта	Восточная Долгота
1	T1	71B88F9F00000097	+79292765074	56.529160	53.790410
2	T2	71EE9E9F000000BA	+79292765075	56.530130	53.791580
3	T3	7152328B000000E4	+79225188747	53.791580	53.788100
4	T4(rep)	7176E48A000000C3	+79225188748	56.530450	53.784740
5	T5	711F7BE0000000C5	+79292765073	56.531420	53.786520
6	T6	717117EA0000003E	+79292765072	56.531860	53.786320
7	T7	717877E0000000A2	+79225188746	56.532280	53.785790
8	T8	7179A69F00000034	+79225188745* (Пароль 6688642)	56.532350	53.790560
9	T9	715926EA00000060	+79225188749	56.531360	53.788130
10	T10	71B3C00A01000022	+79292765071	56.531920	53.787330
11	T11	71C49D9F0000008D	+79225088736	56.531000	53.787480
12	T12	717B1DEA0000004C	+79225088689	56.532360	53.789810

**Схема автоматизированной сети контроля НДС грунтов
(АСК-ГП) оползневого склона на 27 октября 2011г.**

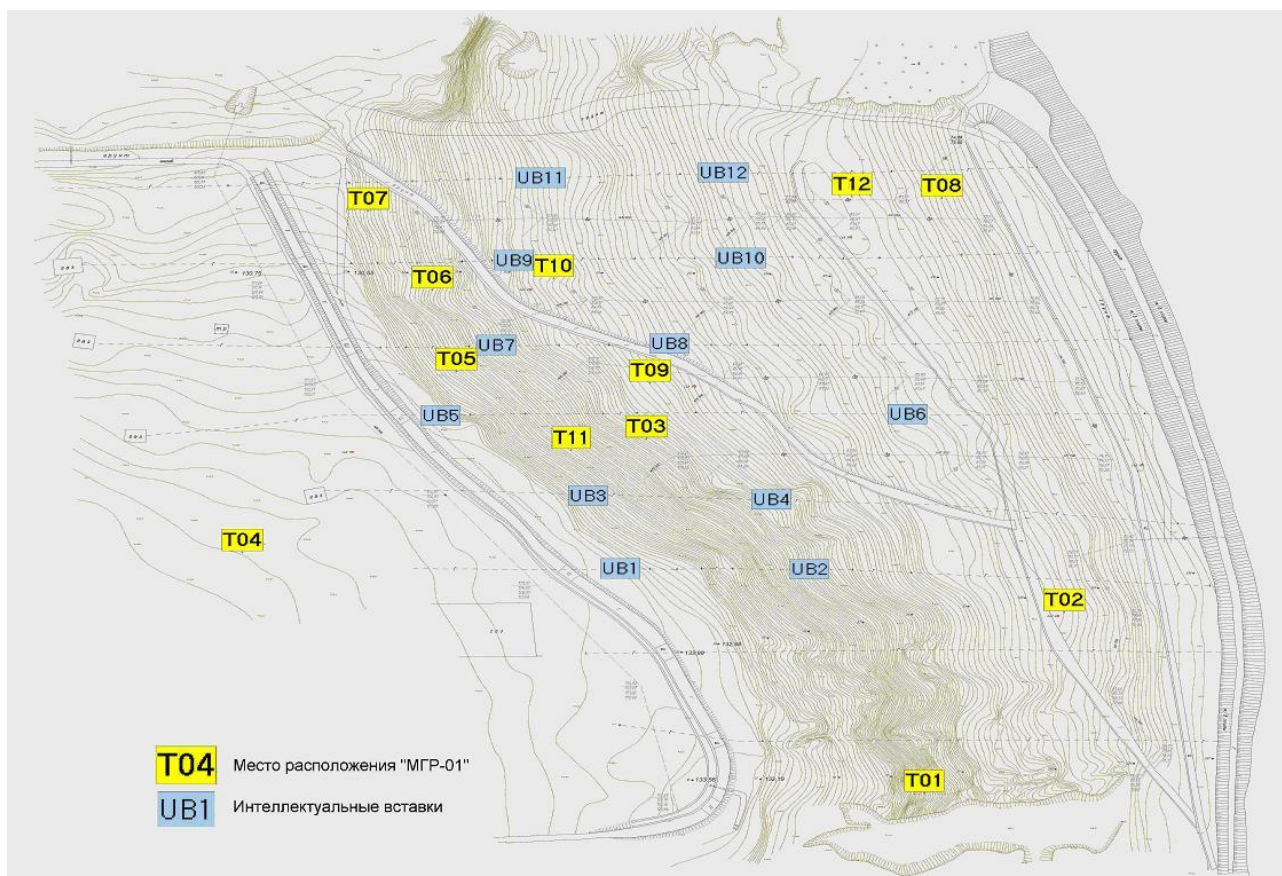


Рис. 2.

Для мониторинга измерений, а также анализа данных для исследования новых подходов к принятию решений по оценке рисков необходимо было разработать программную часть. Таким образом, было принято решение о создании единого банка данных с целью организации общего доступа. При планировании архитектуры системы приоритет отдавался следующим параметрам:

1. Надежность сбора данных с регистраторов.
2. Простота и универсальность доступа к данным.
3. Возможность интеграции базовых средств анализа в рамках платформы.

В процессе проектирования было принято решение разрабатывать программную часть на платформе Java 2 EE + JBoss Application Server, а хранилище данных организовать в базе данных под управлением СУБД MySQL.

Данные, поступающие с регистраторов в фиксированные промежутки времени, аккумулируются на ftp сервере в виде файлов формата XXXXX_DDDDD_TTTTTT.mgr, где XXXXXX – дескриптор регистратора, DDDDD – дата измерений, TTTTTT – время выгрузки. На сегодняшний день выгрузка данных осуществляется раз в четыре часа. Система в автоматическом режиме импортирует результаты измерений, объединяя их в единую базу данных.

В процессе импорта выполняются следующие манипуляции над данными:

1. Проверяется значение контрольного канала Е каждого регистратора, и некорректные данные исключаются из дальнейшего отображения и анализа. При этом они сохраняются в базе данных с целью отслеживания статистики по прибору – при превышении некоторого порога некорректных данных по регистратору рекомендуется произвести проверку аппаратной части.

2. Вычисляются и хранятся в базе отдельно среднечасовые значения по измерениям, поскольку этот тип данных часто используется для анализа и, таким образом, целесообразнее использовать заранее подготовленные записи базы данных, нежели вычислять эти значения каждый раз при каждом запросе.

При организации доступа к данным ключевым моментом было обеспечение простоты доступа в любых условиях. Поэтому, было принято решение использовать архитектуру с «тонким» клиентом — в качестве клиента для доступа может быть использован любой компьютер с доступом в Интернет и веб-браузером. Управление осуществляется через специально разработанный веб-интерфейс. Возможности данного продукта позволяют по одной станции:

1. Вывести на экран данные измерений за произвольный период списком. Имеется возможность просматривать как исходные данные, так и усредненные по часовым интервалам.
2. Экспортировать данные измерений в текстовый файл формата tab-separated values для дальнейшего анализа в других программных пакетах.
3. Просмотреть графики измерений по станции – в исходном виде, либо усредненные по часовым интервалам (рис. 3.).

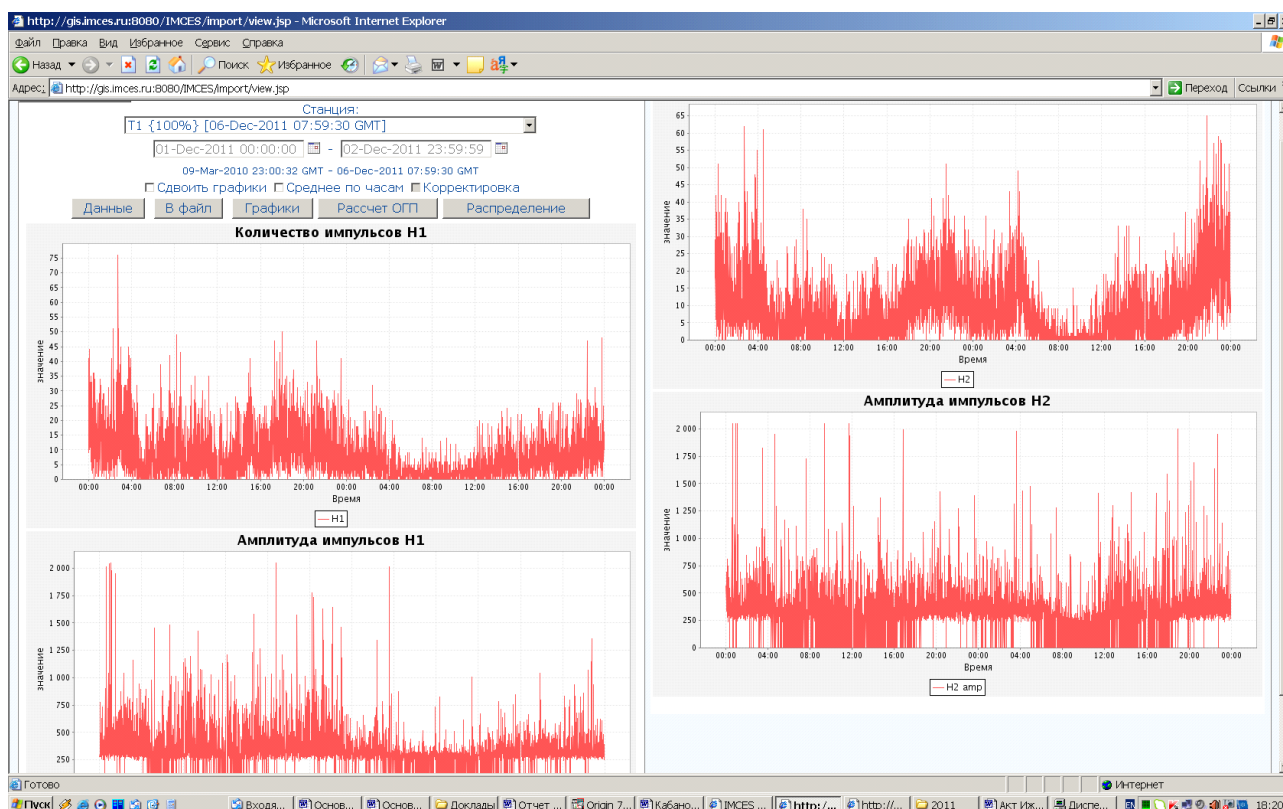


Рис. 3. Пример графика исходных данных по одному регистратору.

По группе станций имеется возможность просмотра графиков по исходным данным и расчет устойчивости оползневого склона в режиме «псевдосветофора (рис. 4).

Кроме того, предусмотрен ряд служебных возможностей системы: административный интерфейс для настройки параметров отображения, указания реперной станции, контроля процесса импорта данных. Имеется возможность просмотра статистики для контроля ошибок и неисправности оборудования по регистраторам за период.

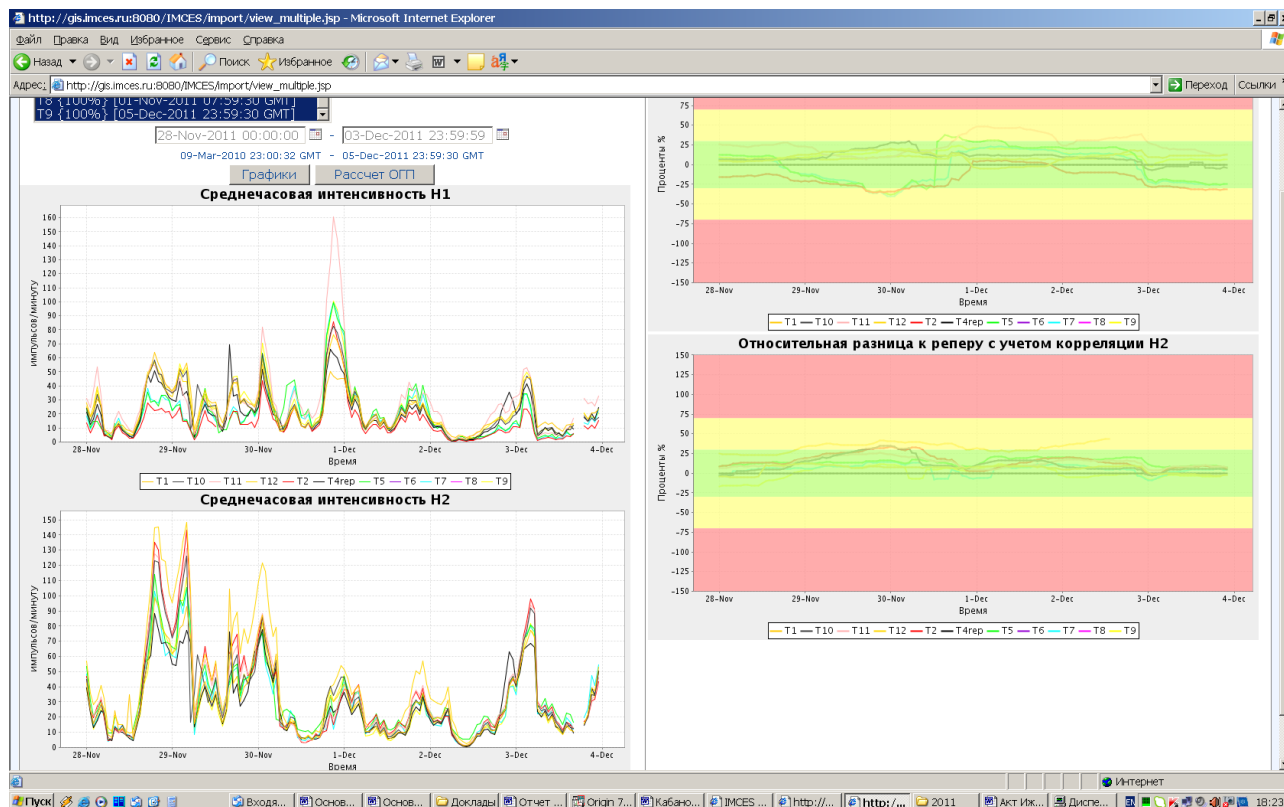


Рис. 4. Пример графика исходных данных, усредненных по часовому интервалу и расчет устойчивости оползневого склона в режиме «псевдосветофора»

Таким образом, данное решение предназначено для трех категорий пользователей:

1. Оператор, осуществляющий мониторинг устойчивости оползневого склона. В данной области запланирован ряд изменений для повышения наглядности текущего состояния и упрощения принятия решений.
2. Исследователь, анализирующий временные ряды накопленных данных для усовершенствования методики принятия решений и выявления новых закономерностей
3. Администратор оборудования, осуществляющий контроль за состоянием регистраторов и их работоспособностью.

На сегодняшний день программный продукт соответствует базовым требованиям, выдвигавшимся при его разработке, ведутся постоянные работы по расширению его возможностей.

Для удобства работы операторов, обслуживающих данный участок магистрального газопровода, была разработана специальная программа оценки устойчивости оползневого склона системой АСК-ГП на трассе магистрального газопровода «Уренгой – Помары-Ужгород» при переходе реки Кама в режиме «светофора», где цветовая гамма позволяет судить о геодинамике горного массива в реальном времени. Причем, возможно просмотреть изменения НДС грунтов за последние 3-е суток, как в статике, так и в динамике (рис. 5.). Это позволяет оперативно принимать инженерно - технические решения, для безаварийной эксплуатации газотранспортных сооружений. Безусловно, решения должны применяться по результатам комплексной оценки, включающих показания ИВ вставок и других геофизических параметров (давление газа, метеообстановки, уровня и минерализации грунтовых вод)



Рис. 5. Пример экрана монитора оператора, результатов оценки геодинамики оползневого склона в режиме «светофора».

Полученные результаты в ходе проведённых научно-исследовательских работ на стационаре подробно изложены в отчётах по следующим программам, проектам и контрактам:

- Программа VII.63.1. Природно-климатические изменения и их последствия для Сибири в современных условиях глобального потепления и антропогенных воздействий
- Проект VII. 63.1.2. Развитие информационно-измерительных технологий и разработка алгоритмов многомерного анализа для мониторинга и моделирования природно-климатических изменений.
- контракты и договора: 2-2011-ЛГИТ, 4-2011-ЛГИТ, 5-2011-ЛГИТ.

В течение 2011 г. на стационаре было продолжено благоустройство служебно-жилых помещений и территории стационара.

4. Перечень публикаций в рецензируемых изданиях:

Сделано шесть докладов:

- Малышков Ю.П., Малышков С.Ю. Взаимосогласованное движение твердого ядра и луны // Сборник материалов VII Международного научного конгресса «ГЕО-СИБРЬ-2011», 19-21 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, Том 1, ч.1. С. 117-121.
- Малышков Ю.П., Малышков С.Ю. Глобальный широтный эффект при распространении деформационных волн ядра Земли // Сборник материалов VII Международного научного конгресса «ГЕО-СИБРЬ-2011», 19-21 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, Том 1, ч.1. С. 122-126.
- Гордеев В.Ф., Шталин С.Г., Поливач В.И., Малышков С.Ю., Задериголова М.М. Оценка устойчивости оползневого склона по параметрам естественного импульсного электромагнитного поля Земли в системе АСК-ГП // Сборник материалов VII Международного научного конгресса «ГЕО-СИБРЬ-2011», 19-21 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, Том 1, ч.1. С. 133-137.

- Гордеев В.Ф., Малышков С.Ю., Поливач В.И., Шталин С.Г. Оценка напряженно деформированного состояния горных пород по трассам магистральных газопроводов методом регистрации радишумов земли в ОНЧ диапазоне // Сборник материалов VII Международного научного конгресса «ГЕО-СИБРЬ-2011», 19-21 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, Том 1, ч.1. С. 127-132.
- Малышков С.Ю., Малышков Ю.П., Гордеев В.Ф., Шталин С.Г., Поливач В.И., Бажанов Ю.Ю. Использование естественных электромагнитных шумов Земли в геофизической разведке, поиск нефти // Сборник материалов VII Международного научного конгресса «ГЕО-СИБРЬ-2011», 19-21 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, Том 2, ч.2. С. 82-87.
- М.М. Кабанов, С.Н. Капустин, П.Н. Колтун, П.Б. Милованцев Интернет портал системы контроля геодинамических процессов // Сборник материалов VII Международного научного конгресса «ГЕО-СИБРЬ-2011», 19-21 апреля 2011 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГГА, Том 1, ч.1. С. 138-142.

5. В 2011 г. на стационаре было отработано 3 000 человеко-часов и 650 человеко-часов было затрачено на камеральную обработку полученных экспериментальных результатов. В работах приняли участие 22 человека, из которых 16 – сотрудники ИМКЭС СО РАН (г. Томск), 1 – сотрудник КНИИГиМС (г. Красноярск), 1 – сотрудник НП «ЭЦ РОПР» (г. Красноярск), 2 - сотрудника ООО «ГЕОТЭК» (г. Москва).

Начальник стационара, с. н. с., к. т. н.

В. Ф. Гордеев

Главный бухгалтер

Е. А. Калинкина