

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт геофизики Уральского отделения
Российский фонд фундаментальных исследований
Уральское отделение Евро-Азиатского геофизического общества
Уральский государственный университет путей сообщения
Министерство культуры Свердловской области

170 ЛЕТ
ОБСЕРВАТОРСКИХ
НАБЛЮДЕНИЙ НА УРАЛЕ:
ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Международный семинар

Екатеринбург, 17 – 23 июля 2006 г.

Материалы

Екатеринбург
2006

УДК 550.34.034 (470.5)

С 81

*Рекомендовано к изданию Ученым советом
Института геофизики УрО РАН
Научный редактор П.С. Мартышко*

170 лет обсерваторских наблюдений на Урале: история и современное состояние: Материалы Международного семинара, Екатеринбург, 17 – 23 июля 2006 г. – Екатеринбург: Институт геофизики УрО РАН, 2006. – 200 с.

ISBN 5–7691–1733–8

В материалах представлены доклады Международного семинара, посвященного 170-летию обсерваторских наблюдений на Урале.

Публикуемые материалы представляют интерес для широкого круга специалистов, занимающихся теорией и практикой обсерваторских наблюдений, в том числе электромагнитных и сейсмических данных. Сборник адресован также исследователям истории науки, преподавателям и студентам высших учебных заведений геолого-геофизического профиля.

Организаторы семинара выражают благодарность Российскому фонду фундаментальных исследований за финансовую поддержку (грант РФФИ № 06-05-74049).

Оргкомитет Международного семинара:

Председатель Оргкомитета –

П.С. Мартышко, директор Института геофизики УрО РАН, член-корреспондент РАН.

Ученый секретарь семинара –

Н.Н. Винничук, канд. геол.-мин. наук (ИГФ УрО РАН).

Члены Оргкомитета:

В.М. Новоселицкий, профессор, доктор геол.-мин. наук. (ГИ УрО РАН, Пермь)

А.А. Маловичко, член-корреспондент РАН (Геофизическая служба РАН)

В.И. Уткин, член-корреспондент РАН (ИГФ УрО РАН, Екатеринбург)

А.Н. Ратушняк, кандидат тех. наук (ИГФ УрО РАН, Екатеринбург)

Корнелия Людеке, Центр истории естественных наук (Германия)

Юрген Мацка, директор геомагнитной обсерватории (Германия)

Эрки Таммиксаар, директор научного центра (Эстония)

Бернхард Фричер, Институт истории науки (Мюнхенский университет, Германия)

Питер Винклер, директор обсерватории (Германия)

В.В. Литовский, заведующий кафедрой УрГУПС (Екатеринбург)

С.М. Вдовенко, Уральский Гидрометцентр (Екатеринбург)

А.А. Успин, Уральский филиал Института глобального климата и мониторинга РАН

ОТ ЕММО ДО УФАНА ИЛИ КАК ОБСЕРВАТОРИЯ ПОМОГЛА ЕКАТЕРИНБУРГУ СТАТЬ СТОЛИЦЕЙ УРАЛА

Абельс В.Р.

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург,
VLitovsky@econ.usurt.ru

В 2006 году исполняется 170-летний юбилей Екатеринбургской магнитометеорологической обсерватории (ЕММО) - первого на Урале научного учреждения. (Рис. 1). Во время строительства ЕММО великий немецкий математик К. Гаусс создал теорию геомагнитного поля. Она стала фундаментом науки о земном магнетизме. Результаты магнитных измерений в Екатеринбурге отправлялись Гауссу, возглавлявшему Международный союз физиков. Обсерватория начала участвовать в совместных с Германией и Францией исследованиях. Екатеринбург оказался на переднем фронте науки.

С открытием ЕММО начался процесс развития научного потенциала Екатеринбурга. В этом процессе можно выделить ствол развития, состоящий из следующих учреждений:

1. ЕММО,
2. Уральское общество любителей естествознания (УОЛЕ),
3. Горный институт
4. Уральский филиал Академии наук (УФАН) (Рис.2).

От этого ствола происходили многочисленные ответвления. Благодаря стволу стали реализовываться идеи А.Я. Купфера, наметившего создать магнитометеорологическую обсерваторию на Урале, и К.В. Чевкина, предложившего построить ее в Екатеринбурге. Из действий Купфера вытекает, что он запланировал построить обсерваторию первого разряда в Златоусте не для развития цепочки удаленных друг от друга обсерваторий, а для исследования Урала. К.В. Чевкин предложил построить ЕММО в Екатеринбурге, чтобы поднять престиж города, повлиять на развитие его научного потенциала.

Каждый участок ствола способствовал появлению и развитию следующего этапа. Благодаря деятельности обсерватории, УОЛЕ было открыто в Екатеринбурге и действовало эффективно. Основателем и бессменным его руководителем был О.Е. Клер. Было много сомнений в возможности и целесообразности открытия общества. Не раздробит ли силы самостоятельная организация, не лучше ли принять участие в Казанско-Сибирском обществе любителей естествознания, будет ли Общество жизнеспособным и др. Тем не менее, все сомнения удалось преодолеть и в конце 1870 года Общество открылось.

Следующие обстоятельства способствовали открытию УОЛЕ.

1. У екатеринбуржцев усилился интерес к погоде.
2. Как пишет Л.И. Зорина, «Культурная среда города стала той благодатной почвой, на которой получила развитие инициатива учредителей УОЛЕ» [1], но «развитие среды» в Екатеринбурге усилилось благодаря деятельности ЕММО. Повысилась образованность работников ЕММО. Заведующими ЕММО были преподаватели гимназии, преподаватель Горного училища, управители Монетного двора, то есть люди тесно связанные с обществом. Поэтому повысилась образованность всего общества
3. Приборы, измеряющие силу и направление ветра, были на виду. Их можно было копировать.
4. Как пишет Е.О. Клер [2], горожане приходили в ЕММО, чтобы сверить свои часы. Они знакомились с добротными изготовленными приборами. Повысился интерес к точному времени и к приборам.
5. Повысился авторитет заведующих ЕММО.

Все другие общества, открывшись, вскоре были закрыты. Интерес к их деятельности не был создан. УОЛЕ же просуществовало 59 лет и работало эффективно по следующим причинам:

1. Был создан интерес к исследованиям..
2. Обсерватория помогала Обществу опытом своей работы.
3. Все результаты, полученные на метеостанциях, подведомственных УОЛЕ, обрабатывались в Обсерватории.

4. Ответственными за метеорологическую комиссию - главную комиссию УОЛЕ долгие годы являлись руководители Обсерватории О.Е. Клер и Г.Ф. Абельс. Совмещение общественной работы и работы в Обсерватории по близким направлениям повышало эффективность их деятельности. Обществом любителей естествознания был создан ряд учреждений (музей УОЛЕ, библиотека УОЛЕ, Художественный музей УОЛЕ, Краеведческий музей, Картинная галерея Екатеринбург, Записки УОЛЕ и др.) [7].

УОЛЕ способствовало открытию первого на Урале технического вуза - Горного института. Решение о его создании принималось с огромными трудностями. За размещение вуза в Перми призывали губернатор и дума. Однако Екатеринбургцам удалось выиграть спор с пермяками за право открытия первого на Урале вуза в уездном, а не в столичном городе во многом благодаря тому, что ЕММО и УОЛЕ подняли научный потенциал и престиж Екатеринбурга.

Решение о создании Горного института в Екатеринбурге было принято в 1914 г. Занятия начались в 1917 г. [3].

В 1919 г. в связи с обострением на Урале гражданской войны часть Горного института во главе с ректором была эвакуирована во Владивосток. Тем не менее, в Екатеринбурге остались 25 преподавателей, вся библиотека, часть оборудования лабораторий и большинство студентов (уехали только 17 человек). Жизнеспособность института сохранилась. На трех курсах Горного института в 1919 г. проводились занятия. В очередном учебном году, в марте 1920 года был организован рабфак [3].

Однако, лишь только технического вуза для города было уже недостаточно, поэтому в 1920 году был составлен проект создания ассоциации вузов разнообразного профиля. Проект был утопичным, так как ни в стране, ни тем более в Екатеринбурге, еще не существовало достаточного количества квалифицированных преподавателей по требуемым дисциплинам. Удалось организовать Университет, состоящий только из четырех институтов. (УПИ, Горный, Медицинский и Педагогический институты). Для образования университета Горный институт поделили на две части. За счет одной части сформировали Политехнический институт. Другая часть осталась в - Горном. Два других института возникли также с помощью Горного института. Рабфак, образованный в Горном институте еще до образования Университета, стал общим для всех институтов. [3, 4]. Горный институт оказал организационную помощь новым вузам. На создание новых вузов влияние оказало предыдущее развитие Екатеринбурга. В городе уже трудились медики и педагоги. Работали два медицинских института и в 1912-1919 году - Учительский институт, действовали гимназии, реальное училище, техническое училище.

В 1922 - 1924 годах из-за экономических трудностей в стране УрГУ распался. Медицинский и Педагогический институты были переведены в Пермь.. Ассоциация вузов под названием Университет прекратила свое существование. Входящие в ее состав вузы в дальнейшем возродились, но стали действовать самостоятельно.

В 1930-1931 годах кроме Горного института в Свердловске (Екатеринбурге) стали действовать еще Политехнический, Лесотехнический, Педагогический, Медицинский институты и новый классический Университет.

Кроме сильного ответвления от Горного института (Университета) происходили и другие ответвления от ствола. Одно из них - сейсмическая станция. Она была создана в ЕММО как станция третьего разряда в 1906 году. Столетний юбилей этого важного научного учреждения отмечается 6 октября нынешнего года. В 1913 г. она была преобразована в станцию первого разряда, а в 1922 г. вышла из состава ЕММО. На базе Обсерватории было создано также Управление гидрометеорологической службы Уральского региона.

В свою очередь, от учебных институтов происходили новые ответвления. Например, на основе УПИ была создана целая система научно-исследовательских институтов. В результате научный потенциал города на каждом этапе возрастал, не на какое - то число, а в какое - то число раз и поэтому, быстро усиливался, хотя начинал развиваться от небольшого научного учреждения - ЕММО.

Екатеринбург помогал другим городам в создании вузов. Так из Екатеринбургского университета в Пермь были переведены Педагогический и Медицинский институты.

Отметим, что расположенная на судоходной реке и поэтому лучше связанная со всеми городами Волжско-Камского бассейна, Пермь на протяжении длительного времени опережала в развитии другие города Урала. С 1796 года она являлась губернским городом. В Перми был самый большой объем промышленного производства среди городов Урала. А Екатеринбург по этому показателю, согласно переписи 1901 года среди всех завожских городов уступал Самаре и Перми[7]. В начале XIX века управление горной промышленностью Урала было переведено из Перми в Екатеринбург, в результате чего он стал горнозаводской столицей Урала, что привело здесь к появлению ЕММО.

В последующем, благодаря наличию в Екатеринбурге ЕММО и УОЛЕ, Екатеринбург по научному потенциалу опережал Пермь в развитии. В этом отношении Пермь не смогла стать ведущим на Урале научным центром, несмотря на то, что первый уральский вуз (Университет) открылся в Перми (1916 год). Первоначально он состоял из трех факультетов. Позже, как указывалось выше, в него из Екатеринбурга перевели Педагогический и Медицинский институты, которые затем выделились в – самостоятельные учреждения. В 1931 году в Перми стало 4 вуза, в то время как в Екатеринбурге в это время было уже 6 вузов. Их профиль был более широким, чем в Перми. В результате научный потенциал Екатеринбурга стал самым высоким на Урале. Поэтому ни у кого уже не оставалось сомнений в том, что открывать УФ АН следует в Свердловске. Без вузов научно-исследовательские институты существовать не могли.

УФ АН начал создаваться с 1932 года. Первыми были образованы Институт физики металлов и Геохимический институт. Наследниками Обсерватории стали Институт геофизики и Управление гидрометеослужбы.



Рис. 1. Здание обсерватории в Екатеринбурге на Плешивой горке на краю Сенной площади. Фотография начала XX века.

Заключение

Инициатором создания основополагающего ствола развития научного потенциала Екатеринбурга, был выдающийся государственный деятель России генерал - адъютант, сенатор Константин Владимирович Чевкин, предложивший создать Обсерваторию в Екатеринбурге и руководивший ее строительством. В результате процесса, начавшегося от Обсерватории, были созданы различные вузы и Уральский филиал Академии наук - важнейшие составляющие региональной столицы. Екатеринбург превратился из горнозаводской в полноправную столицу Урала.

Литература

1. Зорина Л.И. Уральское общество любителей естествознания. 1870-1929. Из истории культуры

Урала // Учен. зап.. Свердлов. обл.краевед, музея. Екатеринбург. Банк. Культур, информ.,1996. Т. 1. 208 с.

2. Клер О.Е. Екатеринбургская магнитная и метеорологическая обсерватория // Записки УОЛЕ.1882.Т.6.Кн.3

3. Филатов В.В. «Отечества пользы для.. (75 лет Уральскому горному институту. 1917 - 1992). Екатеринбург. Изд-во Урал. Горн. ин-та. 1992.408 с.

4. Бакунин А.В. Уральский политехнический институт. 1920-1970. Издание УПИ. Свердловск. 1970. 396 с.

5. Главацкий М.Е. Уральский государственный университет //Средне-Уральское книжное изд-во, Свердловск, 1980.

6. Важнейшие даты истории Екатеринбурга. Екатеринбург. Энциклопедия. //Академкнига. Екатеринбург, 2002. 710 с.

7. Архипова Н.П. Роль Уральского общества любителей естествознания (УОЛЕ) в развитии краеведения на Урале // Учен. зап.. Свердлов. обл. краевед, музея. Екатеринбург. Банк. Культур, информ.,1. 208с.

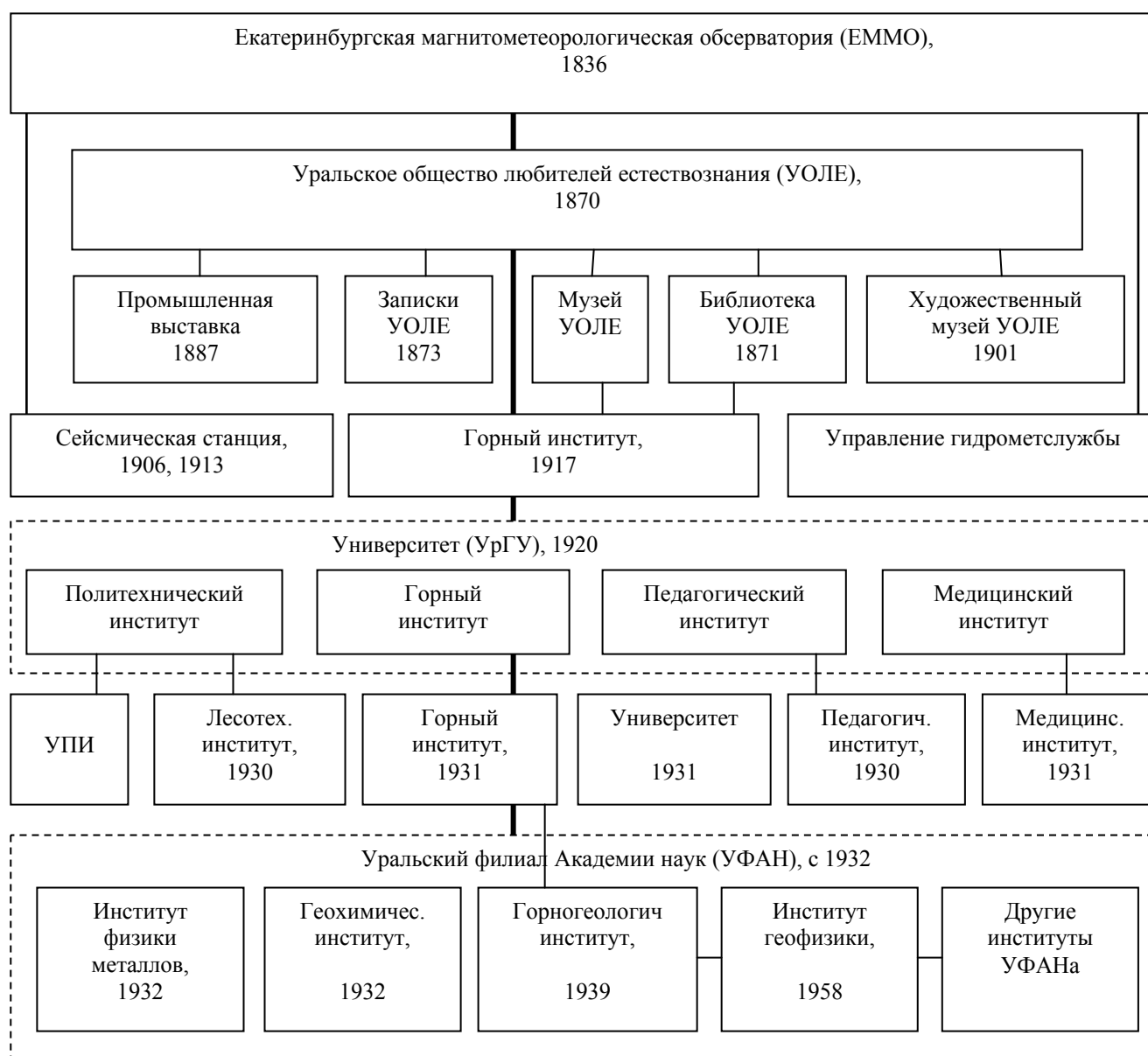


Рис. 2. Учебные и научные учреждения Екатеринбурга в исторической ретроспективе.

РОЛЬ А.Я. КУПФЕРА, К.В.ЧЕВКИНА И Е.Ф. КАНКРИНА В СОЗДАНИИ ОБСЕРВАТОРИЙ

Абельс В.Р.

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург
VLitovsky@econ.usurt.ru

Важнейшую роль в создании магнитометеорологических обсерваторий в России сыграл выдающийся деятель науки академик А.Я. Купфер, сочетавший в себе дар ученого и организатора. Он создал сеть обсерваторий в России, был их научным руководителем, организовал Нормальную обсерваторию, преобразованную затем – в Главную физическую и до 1865 г. возглавлял ее [1]. В настоящем очерке описаны итоги его деятельности в области геомагнетизма.

История становления непрерывных обсерваторских наблюдений в России будет неполной, если не упоминать о действиях императора и выяснения роли его помощников К.В.Чевкина и Е.Ф.Канкринина.

Научную работу в области геомагнетизма А.Я. Купфер начал в созданной им Магнитной обсерватории в Казани (1824), затем он организовал магнитные наблюдения в Петербурге (1829) и в Николаеве (1829), был инициатором создания магнитных обсерваторий в Колывани и Нерчинске, открывшихся в 1832 г.

Из действий А.Я.Купфера и некоторых его писем вытекает, что он ставил перед собой цель выяснить, как изменяются магнитные характеристики при изменении широты, долготы и высоты. Сначала он начал создавать цепочку магнитных обсерваторий вдоль одного меридиана (Николаев, Петербург, 1829), продолженную затем до Архангельска.[1]. На Кавказе он изучал, как изменяются магнитные и метеорологические параметры на разной высоте (1829) [1]. К 1832 г. А.Я.Купфер организовал цепочку магнитных обсерваторий вдоль одной широты (Петербург, Казань, Колывань, Нерчинск). В результате образовалась длинная цепочка обсерваторий: Париж, Берлин, Фрейбург, Мюнхен, Петербург, Казань, Колывань, Нерчинск, Аляска. Кроме того, А.Я.Купфер задумал создать еще одну цепочку вдоль другого меридиана (Пекин, Барнаул, устье Лены), однако удалось построить обсерватории только в указанных городах [1].

Создавая сеть обсерваторий, А.Я.Купфер руководствовался следующей очевидной идеей: обсерватории должны располагаться как можно дальше друг от друга. Об этом же писал К.Гаусс: «...вновь присоединенный пункт представляет тем большую важность для общей теории, чем далее он расположен от уже имеющихся ».

Основные результаты научных исследований А.Я.Купфера.

1. При проведении магнитных измерений в Казани одновременно с французским ученым Ф.Араго в Париже, было обнаружено синхронное изменение магнитных явлений в этих местах.

2. Амплитуда вариаций геомагнитного поля увеличивается при продвижении на север.

3. Постоянное геомагнитное поле ослабевает при увеличении высоты.

4. Гипотеза А.Гумбольдта о существовании внутри Земли локального источника переменной составляющей геомагнитного поля ошибочна.

В 1833 г. А.Я.Купфер составил новый проект развития сети обсерваторий [1, 2]. Как видно из его содержания, А.Я.Купфер отложил завершение запланированных цепочек, и поставил две новые задачи: во-первых, усилить обсерваторию в Петербурге, чтобы превратить ее - в Главную физическую и усилить Сибирские обсерватории в Барнауле и Нерчинске, во-вторых, создать обсерватории на Урале.

Уральские обсерватории создавались не для усиления цепочки Париж – Аляска и не для образования цепочки вдоль Уральского меридиана, так как в Казани уже действовала обсерватория, то есть близко к Уралу и расстояния между новыми обсерваториями не были самыми большими из возможных.

А.Я.Купфер планировал построить магнитометеорологическую обсерваторию первого разряда в Златоусте и две метеорологические обсерватории – одну в Екатеринбурге и другую в Богословске (Карпинске) [1]. Вероятнее всего, планируя создать Уральские обсерватории, А.Я.Купфер хотел решить две главные задачи: начать систематическое изучение Урала и одновременно выяснить влияние высоты на метеорологические явления. С этой целью он выбрал города, расположенные на разных высотах: Златоуст -703 м относительно уровня моря, Богословск - 571 м, Екатеринбург -260 м. Непонятно, почему он намеревался расположить магнитную обсерваторию на самой большой высоте. Влияние высоты на магнитные параметры по ней одной установить нельзя. Выбирая Златоуст для размещения в нем лучшей обсерватории, А.Я. Купфер допустил ошибку. Он не учел, что руководить всеми обсерваториями России из Петербурга невозможно. Руководить должен директор лучшей обсерватории региона, находящейся в его главном городе. Не стал же А.Я.Купфер создавать Главную физическую обсерваторию в Казани.

В 1834 году к развитию сети обсерваторий подключился К.В.Чевкин. Особенно велика его заслуга в создании обсерватории в Екатеринбурге. Константин Владимирович Чевкин (1802 – 1875) (Рис. 1) был сыном Подольского гражданского губернатора [3]. После окончания Пажеского корпуса в 1822 г. он поступил на военную службу, участвовал в различных сражениях, работал в штабах и стал известен как человек, превосходно владеющий пером. Ему стали поручать составление наиболее важных документов.

После успешных действий наших войск в войне с Персией К.В.Чевкина направили к Николаю I с донесением об условиях заключения мирного договора. Затем его посылали к нему еще несколько раз, а в 1830 г. сам император дал К.В.Чевкину поручение - во время отпуска изучить организацию французских войск. В 1833 г. К.В.Чевкин выполнил еще одно задание императора - о расследовании заговора в Тифлисе. Получая от К.В.Чевкина донесения, император всякий раз оставался довольным его действиями и награждал его.

В 1833 г. Николай I начал преобразовывать горное ведомство на военный лад. Записку о своих намерениях он направил Е.Ф.Канкрину в ноябре 1833 г. [3]. С этого момента в Горном ведомстве, как и везде, вводилась строгая воинская дисциплина. Был создан Корпус Горных инженеров и его штаб. Начальник штаба должен был заботиться о положении заводов и вообще стараться об улучшении горного дела [3].

«Министр финансов назначен главноначальствующим означенным корпусом, а затем вскоре переименован в главноуправляющего, а начальником штаба был назначен по личному выбору Императора К.В.Чевкин, бывший главным сотрудником Государя при произведенных преобразованиях» [3]. Официальное назначение К.В.Чевкина на этот пост состоялось 9.04.1834. Е.Ф.Канкрин был загружен делами по министерству, поэтому начальник штаба стал фактическим руководителем всеми делами в Корпусе, в том числе и созданием обсерватории в Екатеринбурге.

Еще до официального назначения на пост начальника штаба К.В.Чевкин получил проект Купфера. После совместного обсуждения с ним ошибка Купфера была исправлена и строительство Магнитометеорологической обсерватории 1-го разряда намечено в Екатеринбурге. [1,2] Рекомендую построить обсерваторию в Екатеринбурге, Чевкин смотрел далеко вперед. Научное учреждение мирового уровня должно находиться в главном городе региона, должно повысить престиж города, способствовать развитию науки и образования в нем. (Екатеринбург тогда являлся второй столицей Урала).

На все участки работы К.В.Чевкин назначил ответственных. Архитектором стройки стал преподаватель Горного института И.И.Связев [1,7]. Иван Иванович Связев (1797 – 1874) родился в Пермской губернии, в Пермском уезде в семье дворовых княгини Шаховской, отпущен на волю в 1821 г. В 1815 г. он окончил гимназию, затем досрочно получил звание архитектора после неполного прохождения курса обучения в Академии художеств. С 1832 г. И.И.Связев - преподаватель Горного института, затем – профессор.



Чевкин Константин Владимирович

6 июля 1834 года начальник заводов Уральского хребта генерал-лейтенант А.И.Дитерихс получил от Чевкина чертеж и описание здания обсерватории, а также письмо с рядом указаний [2]. Во исполнение указания К.В.Чевкина, чтобы "сия постройка была произведена хозяйственным образом без лишних расходов и окончена к концу текущего года" он распорядился: "на создание обсерватории употребить 5700 рублей из заводских сумм". По требованию К.В.Чевкина поручить "постройку здесь обсерватории на особую

ответственность и попечение архитектора", так ответственным за строительство стал выдающийся уральский архитектор М.П.Малахов. В том же распоряжении К.В.Чевкина Малахову было предложено: "по вашему общему соображению избрать лучшее и удобнейшее для сей постройки место". М.П.Малахов предложил на выбор четыре места, из которых начальник Екатеринбургских заводов выбрал Плешивую, ныне Обсерваторскую горку [7]. Указание В.Чевкина "избрать ныне же двух человек лучших способностей и поведения из детей нижних чинов и подготовить их в Главной чертежной для отправления в Санкт-Петербургскую обсерваторию при первом востребовании" также было исполнено. На должность наблюдателей были назначены Тороболов и Туманов. Прошедшие подготовку в обсерватории в Петербурге.

Из выше изложенного вытекает, что ведущая роль в создании Обсерватории в Екатеринбурге принадлежит К.В.Чевкину.

К.В.Чевкин возглавлял штаб Корпуса горных инженеров до 1845 г. С 1842 г. он стал членом комитета по строительству магистрали Петербург-Москва, с 1845 г. - сенатором, с 1855 г. – главноуправляющим путями сообщения, затем - председателем департамента Экономии, и наконец – председателем Комитета по делам Царства Польского. К.В.Чевкин награжден многими орденами, в том числе высшими. За заслуги в создании железных дорог и развитии сети обсерваторских геофизических наблюдений его избрали почетным членом Петербургской Академии наук.

Значительную роль в создании магнитометеорологических обсерваторий сыграл министр финансов России, главноуправляющий корпусом Горных инженеров Е.Ф. Канкрин.

Егор Францович Канкрин (1774 – 1845) родился в городе Ганау (Германия), его отец в 1783 г. поступил на службу в России. Е.Ф. Канкрин получил высшее юридико-политическое образование в Гиссенском и Марбургском университетах. Кроме юридических знаний он приобрел обширные разнообразные сведения, особенно в техническом, строительном и горном делах. Поступить на службу на родине ему не удалось, и в 1797 году отец вызвал его в Россию [6]. В начале Отечественной войны Е.Ф.Канкрин стал генерал - интендантом сначала Первой армии, а с 1813 года - всех русских войск. Благодаря его энергии и находчивости наша армия ни в чем не нуждалась во все время войн в 1812 – 1815 годах, и в то же время он сумел сэкономить часть выделенных денег. Кроме того, при расчете с союзниками он доказал, что нужно выплатить лишь 60 млн руб., а не 360 млн руб., как они требовали.

С апреля 1823 г. по май 1844 г. Е.Ф.Канкрин возглавлял министерство финансов России, «...не было отрасли народного хозяйства, на которую не обращал бы внимания Канкрин, и которая не имела бы в его лице знающего и деятельного пособника и ходатая» [6]. Он любил науку. В день его кончины жена читала ему научное сочинение. «Император уважал и умел ценить своего министра финансов. Иногда Государь и министр расходились в воззрениях, но по большей части дело устроиволось согласно мнению Канкрина» [6]. Е.Ф. Канкрин был награжден высшими орденами России, возведен в графское достоинство (1829) [6].

«Приглашены были в Россию знаменитые ученые Гумбольдт, Мурчинсон, Розе, Эренберг и др. Особенно усердно содействовал Канкрин путешествию по России в 1829 году Гумбольдта» [6]. Есть много косвенных подтверждений этого утверждения: 1. Канкрин переписывался с Гумбольдтом. 2. Канкрин возглавлял одновременно Министерство финансов и Горное ведомство, поэтому он был главным распорядителем денег. 3. Он любил науку, придавал ей большое значение для развития страны. 4. Путешествие Гумбольдта было щедро оплачено [4]. 5. На развитие обсерваторий и путешествие А.Гумбольдта, кроме дукатов, была выделена в точности одна и та же сумма (20 тысяч руб.) [4]. Следовательно, из средств министерства финансов. 6. Нормальная обсерватория строилась при Горном институте. 7. Таможенные ограничения для А.Гумбольдта были сняты [4]. Все это показывает, что Е.Ф.Канкрин следует считать одним из создателей обсерваторий.

Заключение

1. Инициаторами создания сети обсерваторий в России были А.Гумбольдт и А.Я.Купфер.
2. А.Гумбольдта пригласил в Россию и финансировал его путешествие по ней Е.Ф.Канкрин.
3. Организаторами строительства обсерваторий до 1833 г. были А.Я.Купфер и, по-видимому, Е.В.Карнеев и Е.Ф.Канкрин.
4. С 1834 г. усилением построенных ранее обсерваторий и созданием - новых руководили К.В.Чевкин и А.Я.Купфер.
5. Финансирование сети обсерваторий производил Е.Ф.Канкрин из бюджета России.
6. Выбор Екатеринбурга, как места для обсерватории, сделал К.В.Чевкин. Он же организовал ее строительство и совместно с Купфером руководил введением ее в действие.
7. Научным руководителем всех обсерваторий, был А.Я. Купфер.
8. Выбор Плешивой горки для строительства на ней обсерватории сделали архитектор М.П.Малахов и начальник Екатеринбургских заводов.
9. Проект здания ЕММО разработал И.И.Связев. Он же составил смету расходов.

Литература

1. Бедрицкий А.И. и др. Очерки по истории гидрометеорологической службы России. СПб. Гидрометеоздат, 1997, 344 с.
2. Глебов П.А. Исторический очерк. Свердловская магнитная и метеорологическая обсерватория 1836–1936. Юбил. сб. - Свердловск, 1936. С. 9 – 96.
3. Житков С. Русский биографический словарь, К.В.Чевкин, 1905, с. 89 – 115,- СПб.
4. Литовский В.В., Александр фон Гумбольдт (1769-1859) и Адольф Яковлевич Купфер (1799-1865). Уральская ойкумена: эхо научных бурь. Персоналии. // Екатеринбург. Изд-во Уральского ун-та, 2002, с.125 – 168.
5. Тарасов Е. Русский биографический словарь. Связев Иван Иванович, 1904/1999, - СПб/ М. С 226 – 227. Издано/переиздано.
6. Лебедев В.А. Русский биографический словарь, граф Егор Францович Канкрин, 1897/1994, - СПб/ М. С. 447 – 463.
7. Скробов С.В. Основание Екатеринбургской обсерватории (История строительства) // Первые Татищевские чтения. Екатеринбург, Банк культ. информации, 1997, с.181-183.

ИСТОРИЯ ГЕОМАГНИТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА УРАЛЕ (18-19 ВЕК)

Ахунова Е.Д., Федотова Е.П., Литовский В.В.

*Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург,
VLitovsky@econ.usurt.ru*

Известно, что первые академические геомагнитные исследования в Сибири были предприняты во время Великой Северной экспедиции. Исследуемым геомагнитным элементом было магнитное склонение. Инициатором таких наблюдений, видимо, был Ж.Н.Делиль, который состоял в переписке с А.Цельсием и Дж.Грэхемом, а потому не мог оставить без внимания актуальные для того времени исследования векового хода магнитного склонения и обнаруженные ими суточные изменения данного геомагнитного элемента. Укажем также на то, что в 1711 г. на важность геомагнитных наблюдений в российских акваториях указывал Петру 1 Г.Лейбниц. Как бы там ни было, но в 1735 г. участники академического отряда определяли магнитное склонение, причем в Иркутске Л.Делиль де ля Кройер измерял его с точностью до 1 минуты, а И.Гмелин в Красноярске, Кяхте, Нерчинске, Нижнеудинске и Селенгинске - с точностью до 5 минут. Сам Ж.Н.Делиль, предпринявший в 1740 г. астрономическую экспедицию в Березов, измерял магнитное склонение в Березове и Новоусолье, и, судя по всему, в Верхотурье, однако, результаты его наблюдений остались неопубликованными.

Первые измерения магнитного склонения на Урале, результаты которых были опубликованы, относятся к 1761-1769 гг. В Екатеринбурге их выполнил Ж.Шапп д'Отрош - Jean Chappe d'Auteroche (1761), в Орске К.Эйлер – Chr.Euler (1769), а в Оренбурге - Л.Крафт-L.Krafft (1769). 2 июля 1789 г. в Санкт-Петербургской академии наук Крафт сделал сообщение о том, что магнитное склонение, которое до сих пор в Петербурге считали неизменным, в последние годы значительно увеличилось. Было сделано предложение начать за ним регулярные стационарные наблюдения.

Известно также, что к 1770 годам в мире обозначился прогресс по исследованию магнитного наклона, а в 1880 гг. – по методикам измерения силовых элементов геомагнетизма. Так, в 1768 году шведским ученым Иоганном Вильке (J.Wilke) была составлена первая мировая карта изоклин (линий равного наклона), а в 1784 г. Ш.Кулоном (Ch. Coulomb) был предложен метод определения напряженности поля на основе наблюдения периодов качания намагниченных маятников. Открытие на этой основе в экспедиции Лаперуза (1785-1788, La Perouse) факта увеличения силы земного магнетизма от тропиков к полюсу, а также обнаружение А.фон Гумбольдтом (A. von Humboldt) магнитного экватора положило начало комплексному изучению геомагнитных элементов не только на море, но и на суше, в том числе на Урале. В частности, отечественными и зарубежными учеными в рамках экспедиционной деятельности измерения геомагнитных элементов проводилось с 1805 по 1835 гг. Так, в 1805 г Ф.И. и Ф.Ф.Шуберты (Schubert) выполнили второе измерение склонения в Екатеринбурге, а в 1828 году шведский магнитолог Кр.Ганстеен – Cr. Hansteen со своим немецким коллегой А.Эрманом (G.A.Erman) и А.Я.Купфером (Ad.Kupffer) исследовали Средний Урал в меридиональном направлении, выполнили первое измерение наклона и горизонтальной составляющей H в Екатеринбурге. При этом Эрман установил факт наличия в Екатеринбурге магнитной аномалии. В 1829 году А.фон Гумбольдт (A von Humboldt), определил магнитное наклонение на Южном и Среднем Урале а в 1830 г. Е.Н.Фусс (G.N.Fuss) повторно измерил магнитные элементы в Екатеринбурге.

Стационарные исследования магнитных элементов на Урале были стимулированы открытием Ф. Араго (*Dominique François Arago*). В 1810 году в Париже он установил факт замедления векового хода склонения и изменение направления его хода. С целью выявления аналогии в поведении склонения в других точках мира потребовались синхронные наблюдения не только в близкорасположенных пунктах Европы, но и в Азии. Для этого он привлек А.Я.Купфера, который в 1824 году организовал такие исследования в Казани, а с открытием в 1836 г Екатеринбургской магнитно-метеорологической обсерватории – в Екатеринбурге. В целом обсерваторские наблюдения предназначались не только для стационарных исследований вековых, сезонных и др. вариаций геомагнитных элементов, но и для выявления климатических особенностей с учетом широты и высоты места, а также для установления глобальных закономерностей поведения геомагнетизма. Фактически сразу же Обсерватория стала составляющей частью мирового геофизического мониторинга. В нем Ф.Араго выступал в роли идеолога синхронного изучения вековых вариаций магнитных элементов и исследования теплового режима, А.фон Гумбольдт, используя свой научный авторитет, содействовал организации системы комплексного мониторинга окружающей среды на уровне государственных деятелей и развивал идеи обобщения метода изолиний на широкий круг природных явлений, в частности, для решения задач географии растений. А.Я.Купфер занимался вопросами практической организации и развертывания обсерваторских наблюдений. К.Гаусс решал проблемы принципиального совершенствования приборной базы геомагнитного мониторинга, его методической основы и теоретической обработки геомагнитных данных, включая данные ЕММО.

Первым смотрителем Обсерватории стал поручик Петербургского Горного института Юлий Максимович Рейнке (J.Reinke). В его распоряжении были следующие приборы для геомагнитных измерений: "один компас для измерения наклона от мастера Гамбея (как у Араго в Париже), один компас для измерения наклона от мастера Гиргенсона, одни

астрономические часы от мастера Гаута и один астрономический теодолит с прибавочным аппаратом от мастера Гиргенсона". К сожалению, о биографии Рейнке нам ничего неизвестно.

Летом 1837 года данные ЕММО были впервые опубликованы в первом томе *Annuaire magnétiques et météorologiques du corps des ingénieurs des mines de Russie ou Recueil d'observations magnétiques et météorologiques faites dans l'étendue de l'Empire de Russie et publ. Par ordre de S.M. L'Emp. Nicolas I par A.T.Kupffer. Année. St.-Petersbourg* ("Своде магнитных и метеорологических обсерваторий горного ведомства"). Первоначально, с 1837 по 1846 г. они печатались на французском языке, а с 1845 года на русском и французском языках.

Кроме проведения в 1836-1885 гг. мониторинговых исследований вековых (годовых) и суточных вариаций, геомагнитного поля, в ЕММО с самого начала фиксировались факты связи магнитных возмущений в полярными сияниями, которые публиковались в "Из него известны факты полярного сияния, наблюдавшихся в Златоусте 6 февраля, 6 октября и 3 ноября 1837 г. и 5 октября 1838 г., а из "Горного журнала" (1842, №5, с.340-342) факты возмущения геомагнитного поля 13/25 сентября 1841 г., описанные по данным ЕММО А.Купфером. В том же 1841 году в ходе инспектирования ЕММО А.Купфер высказал гипотезу о наличии магнитной аномалии, создаваемой породами Обсерваторской горки (ЕММО).

Отметим, что 1830-1840 годы – это "эпоха К.Гаусса (*Carl Friedrich Gauss (1777-1855*". Действительно, разработка им метода абсолютного определения напряженности (метод Гаусса), высокоточного магнитометра для абсолютных определений напряженности магнитного поля (1832), создание Геттингентской магнитной обсерватории (1833), а в последующем, создание математической теории земного магнетизма и фундаментального труда «Общая теория земного магнетизма» (1838), сделала его ключевой фигурой "Магнитного союза физиков". Это привело к обеспечению русских обсерваторий приборами гауссовой конструкции, в том числе и Екатеринбургской (1836). Вероятно, этот факт также следует принимать во внимание при анализе причин содействия Гаусса ЕММО по стандартизации в ней измерений и обеспечения должной точности (1841). К сожалению, нами не проводился анализ цитируемости данных ЕММО в «Результатах наблюдений магнитного союза».

В 1849 г. в ЕММО появляются приборы конструкции И.Ламона - Johann Lamont (1805-1879), что связано с разработкой им широко известного ныне метода абсолютного определения напряженности, носящего его имя и с созданием им удобных однопитного и двухпитного магнитометров для измерения вариаций напряженности магнитного поля (магнитометров Ламона). К сожалению, мы не изучали труды И.Ламона, его архивы и эпистолярное наследие, вследствие чего не располагаем сведениями об использовании им данных ЕММО и его возможных контактах с нею.

Однако, благодаря обеспечению ЕММО приборами Гаусса и Ламона, то есть унификации ее приборной базы, она стала важным связующим звеном в сети магнитно-метеорологических обсерваторий на гигантском пространстве Российской империи от Аляски (Ситка - Sitka, 1842 -1867 гг.) до Финляндии (Хельсинки- Helsinki (с 1844 г.), включая русскую обсерваторию в Китае (Пекин - Peking, 1849 -1883 гг.). Можно предположить, что в ней могла проверяться совместимость показаний приборов научных миссий, следующих через Екатеринбург в Сибирь, Китай и в Русскую Америку. В частности, когда в 1849 году по инициативе А.Купфера начали проводить систематические магнитно-метеорологические исследования в Пекине, директор Пекинской обсерватории Герман Александрович Фритше (Hermann Fritsche, 1839-1913) стал поверять в Екатеринбург приборы и производить здесь собственные измерения.

Среди работ Г.Фритше по Екатеринбург, опубликованных на немецком языке, укажем на следующие: *H.Fritsche. Resultate aus astronomischen und magnetischen Beobachtungen auf einer Reise von St.Petersburg nach Peking in den Jahren 1866 und 1868 andetellt* (in H.Wild. "Repertorium für Meteorologie", Bd I. 1870.); *H.Fritsche. Bericht über die Inspection der*

magnetisch-meteorologischen Observatorien in Nertschinsk, Barnaul und Katherinenburg im Jahre 1873 und 1874. (in "Repertorium für Meteorologie", Bd IV. 1874); *H.Fritsche*. Bericht über die Inspection der magnetisch-meteorologischen Observatorien in Katherinenburg und Barnaul im Jahre 1874. (I. c. Beilage IV); *H.Fritsche*. Bericht über eine den Jahren 1876 und 1877 ausgeführte Inspection der drei Observatorien in Katherinenburg, Barnaul und Nertschinsk. Jahresbericht des physikalischen Central-Observatoriums für 1877 und 1878. Beilage III. (in "Repertorium für Meteorologie", Bd VI. 1879).

Отметим также, что на огромном пространстве Урала и Сибири ЕММО долгое время практически одна проводила стационарные геомагнитные измерения. Так, следующая по значимости магнитно-метеорологическая обсерватория в Иркутске приступила к системному измерению элементов магнитного поля только в 1886 г (на 50 лет позже ЕММО). Важно подчеркнуть, что ее директором также, как и Г.Ф.Абельс, в 1885 году стал выпускник Дерптского (Тартусского) университета Эдуард Васильевич Штеллинг (*Stelling Eduard*). Известно, что он бывал в Екатеринбурге, что нашло отражение в его публикации "Vorläufige Mitteilung über die Resultate der von R. Abels in der Umgegend des Observatoriums zu Ekaterinburg angestellten magnetischen Beobachtungen".

В период с 1869 по 1885 гг. на Урале начинается развертывание полевых геомагнитных исследований и изучение географического распределения магнитных элементов. Их инициаторами становятся *Алексей Андреевич Тилло и Иван Николаевич Смирнов*. В частности, *А.А.Тилло (A.v.Tillo)* в 1869-1872гг. *провел* определение магнитных элементов в Оренбургском крае, а *И.Н.Смирнов (I.Smirnoff)* в 1871-1873 гг. *провел* исследования в Восточноевропейской России и на Среднем Урале, где установил ряд аномальных геомагнитных областей, в том числе в Екатеринбурге. В 1873,1876 гг. эту аномалию исследовал *Г.А.Фритше (H.Fritsche)*, а в 1880-1882 гг. *А.А.Тилло (A.v.Tillo)*, изучив обобщенные данные о вековых вариациях магнитных элементов в России *и пользуясь методом изолиний, создал первые отечественные геомагнитные карты (1883,1885)*. Это позволило, благодаря ему, углубить представления о локальных магнитных полях, создаваемых геологическими породами, в частности, выделить магнитные аномалии в Кушве и Златоусте, а также *установить разный ход вариаций магнитных элементов на Западном и Восточном склоне Урала*.

Укажем также, что *А.А. Тилло (1839-1899)* стал одним из организаторов первого на Урале Оренбургского филиала Русского географического общества (1868 г.), а также автором первой монографии по геомагнетизму Урала "Земной магнетизм Оренбургского края" (1872). Широко известна и его работа: *A.v.Tillo. Ueber die geographische Vertheilung und seculäre Aenderung der Declination und Inclination im Europäischen Russland. Ebendasselbst. Bd. VIII. 1883*.

С 1885 г. в ЕММО начинается "эпоха Г.Ф.Абельса". Герман Федорович Абельс (*Hermann Abels, 1846 -1929*) – выпускник Дерптского университета, он возглавлял ЕММО с 1885 по 1925 гг. С его именем в Обсерватории связано обновление геомагнитных приборов, тщательнейшая верификация результатов предшествующих геомагнитных измерений и приведение измерений в образцовый порядок. В частности, в период 1885-1886 гг. в обсерватории появились деклинатор Эдельмана-Вильда для измерения магнитного склонения, магнитный теодолит Вилда и дорожный теодолит Краузе для измерения горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля, стрелочные инклинометры Эди и Довера из Лондона. Отметим, что ряд новых вариационных приборов были приобретены из мастерской Эдельмана в Мюнхене. Так, в 1901 г. по настоянию Г.Ф.Абельса был приобретен индукционный инклинометр Эдельмана, а в 1903 – магнитограф, который позволял вести запись магнитных наблюдений на бумаге в непрерывном режиме. В целом же, наиболее существенное обновление приборов было завершено к 1887 году, что открыло новый этап в магнитных наблюдениях ЕММО.

Это позволило Г.Ф.Абельсу в период с 1887 по 1917 гг. провести детальное стационарное изучение магнитной аномалии в Екатеринбурге и на этой основе подготовить первую в

городе физико-теоретическую работу «Магнитная аномалия в Екатеринбурге». При нем начались планомерные полевые исследования по детализации региональных геомагнитных полей (1885-1924). Так, Г.Ф.Абельсу удалось провести сухопутные исследования вблизи Екатеринбурга, а также ряд магнитных экспедиций по рекам, например, Сосьве, Тавде, Тоболу и др. рекам Среднего Урала и Западной Сибири. В некоторых из них принял участие и его сын Роберт Германович Абельс. Экспедиции позволили Г.Ф.Абельсу выполнить *первые на Урале исследования по магнетизму горных пород и зависимости их намагниченности от вариаций магнитного поля, подготовить основу для трехмерного геомагнитного картирования толщ земной коры с использованием метода изолиний*. Отметим, что с 1900 г. ЕММО получила права управления сетью метеостанций и стала центральной для Урала и всей Западной Сибири. В 1913 году она получила также право на самостоятельные издания, так что с 1914 года стала издавать ежегодное издание "Летописи ЕММО". Кроме того, на средства Уральского общества любителей естествознания Обсерватория публиковала свой "Ежемесячный бюллетень". Отдельные свои работы Г.Ф.Абельс публиковал также в немецких изданиях, например: H.Abels. Reorganization und Arbeiten des meteorologisch-magnetischen Observatoriums in Katharinenburg 1885 und 1886. Ebendasselbst. Bd. XI. 1888 и H.Abels. Beitrag zuz Frage, ob in Bifilarmagnetometern Seiden-oder Metallfaden zu benutzen sind. Ebendasselbst. Bd. XIII. 1890.

В целом, заслуги Г.Ф.Абельса перед ЕММО – это исследование магнитных аномалий в окрестностях Екатеринбурга, выявление отсутствия собственного магнетизма г.Хрустальной (1892), введение поправок на собств.магнетизм Обсерваторской горки, определение локальных диапазонов векового хода земного магнетизма, первые теоретические работы по геомагнетизму в Екатеринбурге. К сожалению, его капитальный труд «Магнитная аномалия в Екатеринбурге» (1885-1917), хранящийся ныне в обсерватории "Арти" ИГФ УРО РАН до сих пор полностью не опубликован.

До настоящего времени специально не изучено и наследие Павла Карловича Мюллера (Paul A. Müller, 1856-1926) - заместителя Г.Ф.Абельса в ЕММО.

Известно лишь, что с 1886 года он проводил, обрабатывал и совершенствовал геомагнитные измерения в ЕММО, опубликовал ряд научных статей, в том числе в немецких изданиях.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВСТУПЛЕНИЯ В INTERMAGNET
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МАГНИТНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ «ПАРАТУНКА», «МЫС
ШМИДТА», «МАГАДАН», «ХАБАРОВСК» И «ЮЖНО-САХАЛИНСК»**

**Бабаханов И.¹, Басалаев М.Л.², Бобылев Я.³, Думбрава З.Ф.³, Нечаев С.А.⁴,
Побережный В.Д.⁵, Поддельский И.Н.⁶, Смирнов С.Э.¹, Хомутов С.Ю.⁷, Чернева Н.В.¹**

1 - ИКИР ДВО РАН, Камчатская обл., п.Паратунка

2 - Геофизическая обсерватория "Мыс Шмидта" ИКИР ДВО РАН, Чукотка

3 - Геофизическая обсерватория "Хабаровск" ИКИР ДВО РАН, пос.Забалькайльское

4 - ИСЗФ СО РАН, г.Иркутск

5 - Геомагнитная обсерватория "Южно-Сахалинск" ИКИР ДВО РАН, г.Южно-Сахалинск

6 - Геофизическая обсерватория "Магадан" ИКИР ДВО РАН, пос.Стекольный

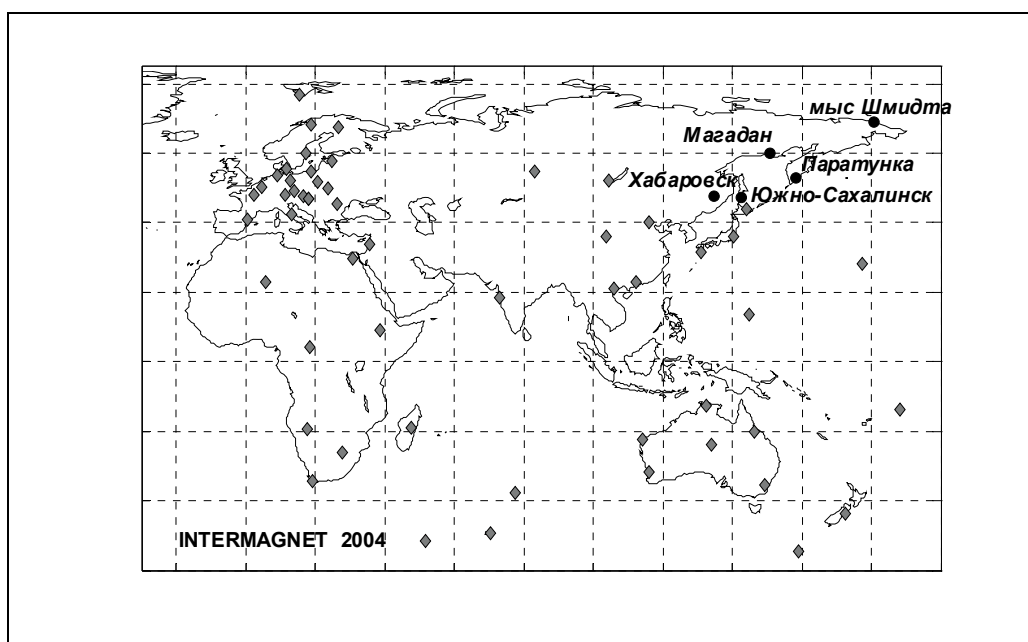
7 - Геофизическая обсерватория "Ключи" АСФ ГС СО РАН, г.Новосибирск

nina@ikir.kamchatka.ru

В последние годы ИКИР ДВО РАН (Паратунка, Камчатка) прилагает значительные усилия для модернизации геомагнитных наблюдений и перевода на современную аппаратную базу магнитных обсерваторий "Паратунка", "Мыс Шмидта", "Магадан", "Хабаровск" и "Южно-Сахалинск".

Необходимость модернизации дальневосточных обсерваторий диктуется несколькими причинами:

- часть из этих обсерваторий были построены и работают уже давно, поэтому важно продолжать наблюдения, чтобы не прерывать длительные и однородные ряды данных;
- дальневосточные обсерватории являются северным продолжением меридиональной цепочки магнитных обсерваторий Новой Зеландии, Австралии, Малайзии, США (о.Гуам), Китая, Японии, данные которых необходимы в исследовании картины развития геомагнитных возмущений;
- обсерватории ИКИР образуют восточный сегмент сети магнитных обсерваторий бывшего СССР, поэтому их восстановление будет необходимым шагом к восстановлению всей сети. Этим также будет создаваться необходимая базовая основа для возобновления программы наблюдений на пунктах векового хода, остановленной в начале 90-х годов.



Обсерватории - члены INTERMAGNET (по списку на конец 2004 г., восточное полушарие) и магнитные обсерватории ИКИР ДВО РАН.

На обсерваториях в дополнение к работающим аналоговым кварцевым вариометрам Боброва были установлены кварцевые магнито-вариационные станции для цифровой регистрации DHZ-вариаций геомагнитного поля. Частично обсерватории были оснащены протонными, QHM- и DI-магнитометрами. Было разработано базовое программное обеспечение для сбора данных.

В ноябре 2005 г. на трех дальневосточных обсерваториях работала инспекторская группа из Новосибирска и Иркутска. Группа ознакомилась с состоянием магнитных наблюдений на обсерваториях, провела контрольные абсолютные измерения и сверку рабочих абсолютных магнитометров, оказала помощь в настройке вариометров, подготовила предложения по достижению этими обсерваториями стандартов INTERMAGNET.

Основные проблемы обсерваторий ИКИР связаны с необходимостью восстановления инфраструктуры (ремонт павильонов, обеспечение коммуникациями, охраной), плохой обеспеченностью специалистами в области магнитных измерений и компьютерных технологий, почти полным отсутствием современных абсолютных инструментов. Однако ситуация показывает, что при надлежащем финансировании и помощи в оснащении абсолютными магнитометрами дальневосточные обсерватории имеют достаточный потенциал для достижения в ближайшие два-три года уровня требований INTERMAGNET. Например, обсерватория "Паратунка" (РЕТ), являющейся базовой на Дальнем Востоке, уже ведет магнитные измерения в соответствии со стандартами INTERMAGNET и регулярно передает данные в GIN "Эдинбург". Положительным шагом является договор, подписанный между Геоисследовательским центром (Потсдам) и ИКИР о сотрудничестве, в рамках которого германские коллеги оснащают обсерваторию "Магадан" (п.Стекольный, Магаданская обл.) полным комплектом аппаратуры для абсолютных наблюдений.

УЧАСТИЕ НЕМЦЕВ В ОСВОЕНИИ И ИЗУЧЕНИИ УРАЛА

Hermann Beyer-Thoma

Osteuropa-Institute München, Germany
Beyer-Thoma@muenchen-mail.de

Доклад основывается на картотеке Эрика Амбургера об иностранцах, живших в дореволюционной России. В 90-х годах в мюнхенском Институте Восточной Европы эта картотека была вложена в компьютер в качестве базы данных.

База данных им. Эрика Амбургера включает 1213 немцев, которые хотя бы мимоходом были связаны с Уралом. Термином «немцы» здесь обозначаются и прибалтийские немцы, и уроженцы немецких государств, включая в XIX веке австрийцев и подданных разных национальностей австро-венгерской монархии. Доклад является социологическим анализом, рассматривающим распределение немцев в разные профессиональные группы, их социальный и профессиональный статус, личные и социальные связи с Уралом, как части нарастающей региональной элиты.

Из 1213 учтенных лиц 34 или 2,8 % являются учеными. В XVIII веке почти все из них были связаны с академическими экспедициями, направленными в восточные и южные окраины России. С начала XIX века профиль немецких ученых дифференцируется. Тип ученого путешественника, который, отправляясь из С.-Петербурга, Москвы или Дерпта, исследует русскую природу, встречается и дальше. Но более многочисленны те, которые каким-то образом связаны с Уралом, будь то специалисты горного дела, ставшего с конца XVIII века наукой, будь то сыновья горных офицеров или горных врачей, которые завершали свою карьеру как профессора Горного института в С.-Петербурге или одного из возраставшего числа российских университетов, или же как члены Академии наук, но в любом случае вне Урала. Здесь намечаются первые признаки возникновения региональной

интеллектуальной элиты, в которой немцы, впрочем, уже большей частью рожденные в России, играли видную роль. Этот процесс продолжается и даже ускоряется с конца XIX века и особенно после революции, в связи с основанием научных учреждений на самом Урале. Примерно половина всех учтенных здесь ученых падает в эту категорию лиц, которые очень часто завершали свой профессиональный путь на Урале, но которые, с другой стороны, по месту рождения и по семейным связям уже никак не были связаны с Уралом. Несмотря на то, что ученые представляют наиболее видный пример возрождения региональной и локальной элиты, они, по имеющимся данным, никакой общественной деятельности кроме сотрудничества в разного рода научных организациях не оказывали.

Горные специалисты представляют, как можно подумать, более знаменательную, но никак не самую большую группу российских немцев, а именно 151 лицо или 12,5 %. В XVIII веке почти все из них являлись или приглашенными из Германии или потомками прежде приглашенных, так как в то время в горном деле семейная специализация была, конечно, еще очень сильна. С конца XVIII века, и более выражено с 30-х годов XIX века, горные специалисты обычно оканчивали С.-Петербургский Горный институт, т.е. профессиональное образование на практике заменялось высшим формальным образованием. В первые десятилетия XIX века традиционные семьи горных специалистов, которые, впрочем, часто роднились друг с другом, занимали еще более видное место, но и до самого конца царской России они не исчезли из горного дела. Эти семьи, однако, не были связаны исключительно с Уралом, но с горным делом России в целом, меняя часто места работы и жительства на огромной территории, распространявшейся от Карелии на западе, через центральные регионы России и Урал до Алтая на востоке. Во второй половине XIX века выделяются, наряду с горными специалистами, новые типы с горным делом связанной элиты – предприниматели. Это, с одной стороны, инженеры-изобретатели, которые заводят свои, чаще всего железообрабатывающие фабрики, а с другой стороны это инвесторы капиталов, которые уже не специализированы на одну только отрасль промышленности и которые ни по образованию, ни по происхождению не связаны с традиционной горной промышленностью. Впрочем, освобождение экономической жизни от тесного надзора и попечительства государства в то же время явно открывает также невиданные шансы для основания небольших фабрик, заводов и мастерских для снабжения местного населения разными товарами ежедневного потребления. Немцы из-за границы пользуются этими возможностями, основывая фирмы особенно в области продовольствия. Среди них выделяется поразительное число пивоваров. Эти предприниматели нового типа, более чем чиновники и служащие горной промышленности и науки, принимают участие в местной общественной жизни, либо как члены Совета горных промышленников Урала, либо как члены приходских советов, либо как благотворители. Следовательно, предприниматели, при видном участии немцев, со второй половины XIX века являются дополнительным очагом зарождения местной элиты с явными, хотя робкими чертами гражданского общества.

Урал привлекал также немало немецких врачей (по нашим подсчетам: 248) и аптекарей (52), среди них 38 врачей на горных заводах, входивших до реформ 60-х годов XIX века в социально-экономически замкнутые горные округа, и 40 военных врачей. Немецкие врачи и аптекари как традиционные, по критериям западных обществ, специалисты, происходили большей частью из Прибалтики, С.-Петербурга и Москвы. Но большая часть их осталась до конца жизни на Урале, что дает повод заключить, что жизнь тут, по крайней мере в экономическом отношении, считалась удовлетворительной. Это установление немного менее других касается военных врачей, для которых открывались возможности для дальнейшего продвижения в западных губерниях и в обеих столицах. Общественная деятельность немецких врачей и аптекарей с немногими исключениями не вышла за рамки профессиональных и научных объединений.

Крупную группу (215 лиц или почти 18 %) составляли немецкие военные чины, по преимуществу тоже происходившие из Прибалтики и обеих столиц, а именно из традиционных немецких дворянских родов. Многие из них занимали очень высокие посты,

являясь например командирами полков и батальонов, комендантами городов. Поэтому неудивительно, что Урал становился для многих заключительным пунктом не только военной карьеры, но и жизненного пути. Несмотря на это и на покровительствующую социальную функцию высокопоставленных лиц, общественная деятельность военных тоже оставалась незначительной: Мы подсчитали 6 членов приходских советов и одного только председателя уездного дворянского собрания.

В этом отношении исключением являлись только немцы, служившие в гражданской администрации и составлявшие большее разделение нашего подбора – 300 лиц или почти 25 %. Они делятся на две группы. Одна, более многочисленная – администраторы, работавшие на полную ставку, среди которых было немало наивысших чиновников, как например губернаторы и генерал-губернаторы, но конечно и чиновников средних и низких рангов. Общественная деятельность у них была такая же незначительная как у других чиновников и у военных лиц. Вторая группа – дворянские землевладельцы, которые, иногда отслужив определенный срок в гражданской администрации или в армии, более или менее продолжительно служили в органах местного самоуправления. Из этих органов земства, более независимые от государства, очевидно, считались гораздо менее привлекательными (только 4 лица), чем местные полицейские органы, которые были сильно вплетены в общую государственную администрацию и из которых здесь учтены только те должности, которые пополнялись выборами хотя бы на сословной базе. Служившие в этих местных органах часто переходили из выборных должностей на пополняемые по назначению и наоборот. Примечательно, однако, что и здесь развивались семейные традиции службы в местной администрации родного края. Здесь подсчитано не менее 18 таких семейств.

Подводя итоги можно сказать, что немцы играли очень видную роль в освоении и развитии Урала. В областях деятельности традиционных элит – медицине, аптекарстве, военной и гражданской службах преобладали прибалтийские немцы, а в «новых» областях – горном деле и науке XVIII века, предпринимательстве второй половины XIX века отчасти преобладали выходцы из германских государств. В то же время немцы Урала были неразделимо связаны со всеми достижениями как и с пороками развивающегося русского общества XIX и начала XX века – с нарастающей местной элитой, с первыми зародышами гражданского общества но и с сильной зависимостью от государства, характеризующей русское общество в целом.

ЦИФРОВЫЕ КВАРЦЕВЫЕ МАГНИТОВАРИАЦИОННЫЕ СТАНЦИИ

Белов Б.А., Бурцев Ю.А., Кириаков В.Х., Любимов В.В.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк
lyubimov@izmiran.ru*

До шестидесятых годов прошлого столетия на магнитных обсерваториях (*МО*) нашей страны для регистрации вариаций магнитного поля Земли использовались вариационные приборы иностранного производства. Для регистрации вариаций вертикальной составляющей применялись *магнитные весы* Эдельмана, Лакура, Шульца, Эшенгагена, Тепфера, для регистрации горизонтальной составляющей – *Н-вариометры* тех же авторов, представляющие собой постоянный магнит с зеркалом, подвешенный на одной кварцевой нити (*унифиляре*) или двух нитях (*бифиляре*). Точность этих приборов была очень низка из-за влияния температуры, влажности и других факторов [1-3].

Уже более сорока лет на территории России, стран СНГ и бывших стран Варшавского договора для регистрации вариаций геомагнитного поля успешно используются кварцевые вариометры системы *В.Н. Боброва* [4]. Эти вариометры легко вытеснили устаревшие зарубежные аналоги, т.к. измерительная часть приборов была выполнена целиком из кварца,

температурный коэффициент линейного расширения которого составляет $1 \cdot 10^{-7}$, а температурный коэффициент магнитного момента магнитов, используемых для компенсации постоянной части измеряемого поля - $1 \cdot 10^{-6}$. Благодаря этому метрологические характеристики приборов обладают высокой стабильностью. Одним из факторов высокой стабильности является также наличие фиксированного зеркала, закрепленного на той же кварцевой рамке, на которой на кварцевых нитях подвешен индикаторный магнит с зеркалом. В этом случае величина вариации геомагнитного поля определяется как ордината, измеренная между базисной линией, зафиксированной на фотобумаге регистратора благодаря отраженному от фиксированного зеркала лучу, и кривой, зафиксированной зеркалом, связанным с индикаторным магнитом. На большинстве обсерваторий России вариометры **В.Н. Боброва** еще используются в качестве контрольных приборов - неприхотливых и безотказных в работе. Однако аналоговая форма регистрации вариаций на фотобумагу ограничивает возможности оперативного сбора, обработки и передачи информации о состоянии магнитного поля Земли.

В результате в начале 80-х годов появляются разработки цифровых вариационных станций, в которых в качестве чувствительных элементов использовались кварцевые датчики с фотоэлектрическими преобразователями [5]. Существенным недостатком этих станций явилась худшая стабильность нулевого уровня и менее точная взаимная ортогональность между измерительными каналами D , H , Z по сравнению с аналоговыми вариационными станциями **В.Н. Боброва**. Основной причиной этому послужило отсутствие возможности использования информации от фиксированного зеркала в процессе фотоэлектрического преобразования. На **рис. 1а** представлена принципиальная конструкция фотоэлектрического преобразователя. Рассмотрим принцип действия такого прибора. На металлических деталях, которые крепятся к корпусу кварцевого вариометра, установлены источник света и два фотоприемника. В ряде случаев между ними установлена призма, которая делит луч света, отраженный от подвижного зеркала, прикрепленного к кварцевому магниточувствительному элементу ($МЧЭ$), на оба фотоприемника. При повороте зеркала освещенность одного из фотоприемников уменьшается, а освещенность второго фотоприемника на столько же увеличивается. Величина разбаланса электрических сигналов от первого и второго фотоприемников характеризует величину измеряемого магнитного поля.

Поскольку температурный коэффициент линейного расширения материалов, из которых изготовлен корпус вариометра, а также все детали и крепежные элементы фотоэлектрического преобразователя (латунь, дюраль и другие), превышает коэффициент

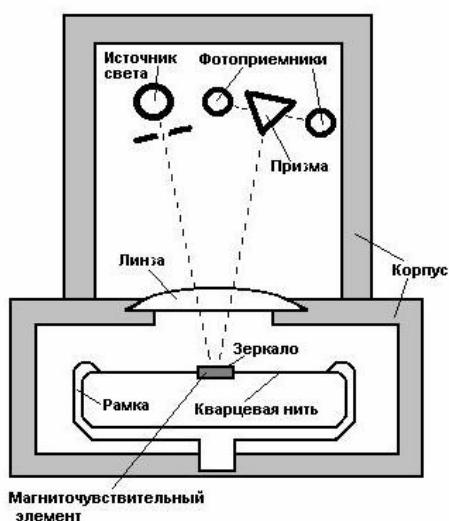


Рис.1а. Конструкция фотоэлектрического преобразователя кварцевого вариометра (крепежные элементы не показаны).

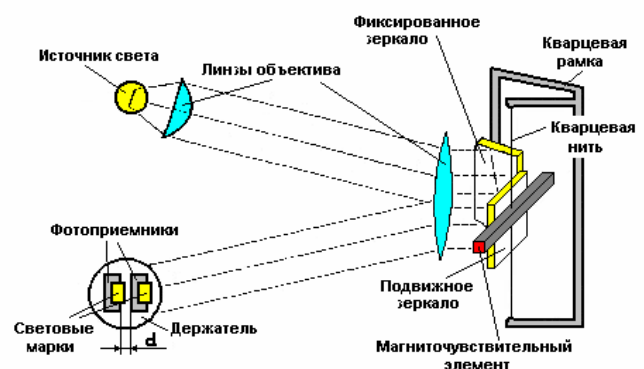


Рис.1б. Оптическая схема фотоэлектрического преобразователя угловых смещений кварцевой магнитовариационной станции.

линейного расширения кварца на два порядка, то ожидать высокую стабильность метрологических характеристик у описанных выше приборов не приходится и называть их «кварцевыми магнитовариационными станциями» можно только условно. Дрейфы нуля этих приборов связаны не только с изменением взаимного расположения кварцевого МЧЭ и элементов фотоэлектрического преобразователя при изменении температуры, но и с остаточными деформациями в крепежных элементах в течение времени [5]. Этими недостатками обладают, например, все кварцевые станции серии ЦМВС-2 и другие приборы производства СКБ ФП.

Ранее были предприняты попытки включить фиксированное зеркало МЧЭ в процесс фотоэлектрического преобразования [6], однако решить поставленную задачу удалось только в конструкции ЦМВС «Кварц-3Е». В отличие от созданных различными творческими коллективами ЦМВС, магнитовариационные станции серии «Кварц-3Е» обладают высокой стабильностью метрологических параметров, прежде всего стабильностью нуля, что очень важно для магнитных обсерваторий, тем более для автономных вариационных станций [7].

Высокая стабильность нуля достигается благодаря тому, что в схеме фотоэлектрического преобразователя участвует фиксированное зеркало кварцевого МЧЭ. Для этого была выполнена разработка специального оптического преобразователя угла в электрический сигнал, исключающего механическое смещение фотоэлектрического преобразователя относительно кварцевого МЧЭ. Функциональная схема такого преобразователя показана на **рис.16**. Оптическая система фотоэлектрического преобразователя угловых смещений состоит из источника света, объектива с линзами, фиксированного зеркала, закрепленного на кварцевой рамке МЧЭ, и двух фотоприемников, установленных в держателе в фокальной плоскости объектива. При этом фиксированное зеркало образует с подвижным зеркалом, связанным с индикаторным магнитом МЧЭ, двугранный угол $90^\circ + \alpha$ или $90^\circ - \alpha$ в положении, соответствующем началу отсчета, т.е. нулевому значению измеряемого поля. Расстояние d на держателе между фотоприемниками выбирается в зависимости от линейного размера световой марки в направлении ее движения и связано с углом α соотношением $\operatorname{tg} 4\alpha = d/f$, где f – фокусное расстояние объектива.

Если измеряемое магнитное поле равно нулю, то световые марки освещают одноименные края фотоприемников и расстояние между центрами световых марок равно расстоянию между центрами фотоприемников. При этом центр каждой световой марки смещен относительно центра соответствующего фотоприемника на величину, равную половине ширины световой марки.

При повороте магнита с подвижным зеркалом угол между плоскостями зеркал станет меняться. Свет, отраженный от зеркал, фокусируется объективом в виде двух световых марок, причем каждая из них в начальный момент отсчета, соответствующий «нулю», будет попадать на одноименный край соответствующего фотоприемника. Дальнейший поворот подвижного зеркала приведет к тому, что световые марки станут перемещаться в противоположных направлениях по рабочей поверхности фотоприемников, в результате чего изменится величина освещенной поверхности фотоприемников, причем у одного увеличится, а у другого на столько же уменьшится. В результате нарушится баланс электрических сигналов. При дифференциальном включении фотоприемников результирующий электрический сигнал будет пропорционален углу поворота подвижного зеркала.

Благодаря свойству зеркал, образующих двугранный угол, обеспечивать разделение перемещений световых марок, обусловленных угловыми смещениями подвижного зеркала от линейных смещений элементов оптической системы в случае раздельного перемещения источника света или фотоприемников относительно подвижного зеркала, обе световые марки переместятся по рабочей поверхности фотоприемников в одну и ту же сторону, тем самым сохранив баланс освещенности фотоприемников. При дифференциальной системе их включения величина электрического сигнала на выходе фотоприемников практически не изменится. Если же фотоприемники и источник света жестко связать в единой конструкции, то смещение такой конструкции относительно подвижного зеркала (в разумных пределах) не

измеряет и накапливает в твердотельную память в цифровом виде значения вариаций трех составляющих ВМИ поля Земли и значения температуры кварцевых магнитных измерительных преобразователей в реальном времени. Отличительной особенностью ЦМВС «КВАРЦ-4» является то, что она является высокостабильным, интеллектуальным и компьютеризованным прибором нового поколения с широкими возможностями программной установки и изменения различных параметров схемы, возможностью цифровой обработки и фильтрации данных в процессе проведения измерений, возможностью интеграции в международную систему сбора данных ИНТЕРМАГНЕТ. Более подробно о нашей новой разработке ЦМВС можно узнать из публикации [9].

Литература

1. Бобров В.Н. О влиянии влажности на показания магнитных приборов.//Труды НИИЗМ. М., 1955. Вып.11 (21). С. 87.
2. Мансурова Л.Г. Влияние температуры на цену деления вертикальных магнитных весов.//Труды НИИЗМ. М., 1955. Вып.11 (21). С. 155.
3. Мансуров С.М. Теория магнитных вариационных приборов.//Труды НИИЗМ. М.: 1957. Вып.12 (22). С. 91.
4. Бобров В.Н. Универсальный высокостабильный чувствительный элемент с нулевым температурным коэффициентом для магнитометров, вариометров и микровариометров, регистрирующих любую компоненту земного магнитного поля.//Труды ИЗМИРАН. М., 1961. Вып.18 (28). С.54.
5. Амиантов А.С. и др. Некоторые результаты эксплуатации цифровых магнитовариационных станций.//Геоманнитное приборостроение. М.: Наука, 1977. С. 65.
6. Белов Б.А., Бурцев Ю.А., Мурашов Б.П. О повышении стабильности нулевого уровня вариометров с фотоэлектрическими преобразователями.//Исследование пространственно-временной структуры геомагнитного поля. М.: Наука, 1977. С. 239.
7. Высокостабильная 3-компонентная кварцевая магнитовариационная станция «Кварц-ЗЕМ».//Проспект ИЗМИРАН. Троицк, 2004. 4 с.
8. Liu ChangFa, Zang Ping, Liu Chujie, Wangjuyi and Zhang Weix. Geomagnetic digital recording system and observation at Beijing geomagnetic observatory center of China./ Workshop on geomagnetic observatories data acquisition and processing. Paris: 1992. P. 34.
9. Бурцев Ю.А., Кириаков В.Х., Любимов В.В. Цифровая магнитовариационная станция «КВАРЦ-4».//Датчики и системы. М.: Наука, 2006, №1. С. 45-48.

DIGITAL QUARTZ MAGNETIC VARIATION STATIONS

Belov B.A., Burtsev Yu.A., Kiriakov V.Kh., Lyubimov V.V.

*Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere
and radio wave propagation (IZMIRAN) of RAS, Troitsk
lyubimov@izmiran.ru*

First digital magnetic variation station on the basis of quartz magnetic variometers «Quartz-3E» were created in IZMIRAN in 1990 and are established on two magnetic observatories of China, on Australian Antarctic station «Davis» and on Russian magnetic observatory «ARTI». The 15-th years period of operation of these devices more than on twenty observatories of Russia and abroad testifies to their high reliability and stability of the metrological characteristics.

In IZMIRAN now will carry out works with application of the newest technologies on the further perfection of the characteristics of quartz devices, which are intended for modernization Russian magnetic observatories.

КВАРЦЕВЫЕ МАГНИТНЫЕ ВАРИАЦИОННЫЕ СТАНЦИИ ИЗМИРАН В ПОЛЯРНЫХ ГЕОМАГНИТНЫХ ОБСЕРВАТОРИЯХ И ИССЛЕДОВАНИЯХ

Белов Б.А., Бурцев Ю.А., Кузнецов В.Д., Любимов В.В.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк
lyubimov@izmiran.ru

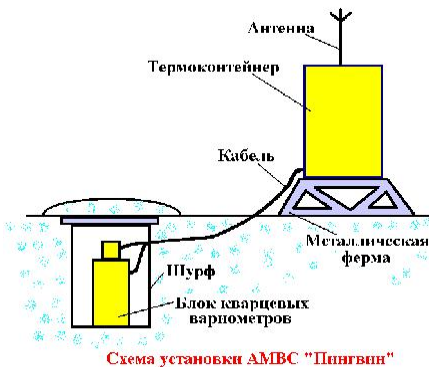
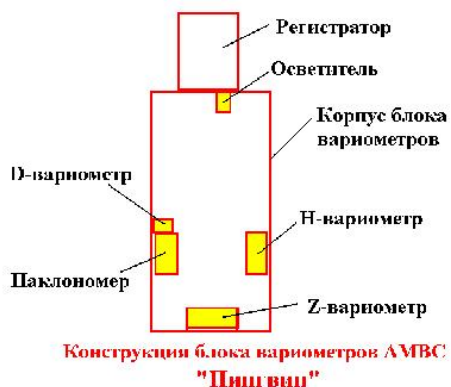
Более полувека в институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН (**ИЗМИРАН**) проводятся научные исследования и работы по созданию кварцевых приборов, предназначенных для измерения магнитного поля Земли и его вариаций, для регистрации наклонов, температуры и других геофизических явлений.

Особое место в ряду этих разработок занимают приборы, предназначенные для полярных геомагнитных исследований, когда требуется обеспечение их работоспособности в тяжелых климатических условиях Арктики и Антарктиды, особенно, если аппаратура работает круглосуточно в автономном режиме.

Антарктида, благодаря своему географическому положению, является одним из тех мест на Земле, где с помощью сравнительно простых средств – регистрации геомагнитных вариаций, - может быть получена ценная информация о динамике межпланетной среды, об особенностях взаимодействия солнечной плазмы с магнитосферой и о воздействии космических полей и частиц на ионосферу и нижнюю атмосферу Земли. Однако суровые климатические условия затрудняют проведение геомагнитных исследований в Антарктиде. Организация магнитных обсерваторий там обходится дорого, а при создании автономных измерительных комплексов для Антарктиды возникают жесткие требования к надежности аппаратуры и экономичности в энергопотреблении.

Одним из первых руководителей проекта по созданию автоматических магнитовариационных станций (**АМВС**) для Антарктиды в ИЗМИРАН был известный полярный исследователь **С.М.Мансуров** [1]. Основные требования к АМВС такого типа заключались в том, чтобы она была выполнена в качестве так называемой «*измерительной платформы*», которая имела возможность регистрации в аналоговой форме (на фотопленку) не только вариаций трех компонент магнитного поля Земли, но и возможность регистрации изменения нивелировки (ориентации в пространстве) станции в двух плоскостях, изменения температуры внутри магнитного измерительного преобразователя и электронного блока, а также возможность регистрации температуры внешней окружающей среды. Кроме того, АМВС должна быть снабжена радиоприемником для обеспечения привязки получаемых данных к мировому времени по передаваемым сигналам точного времени, а также снабжена радиомаяком, предназначенным для облегчения поиска и обнаружения станции во время ее посещения обслуживающим персоналом один раз в год для замены фотопленки, на которую регистрировалась измеренная информация. В отличие от других изготовителей подобного рода приборов, в том числе и зарубежных, энергообеспечение станции осуществлялось от радиоактивного изотопного генератора.

При создании и изготовлении АМВС (в дальнейшем этот проект получил название АМВС «Пингвин») было использовано много новых, пионерских на тот период времени, технических и конструкторских решений, которые были защищены авторским свидетельством [2]. По существу, это была первая созданная в Советском Союзе автономная АМВС на основе кварцевых магнитных датчиков. Благодаря глубоко продуманным техническим решениям и высококачественным их воплощениям АМВС ИЗМИРАН успешно проработали на геофизическом полигоне Антарктиды почти 15 лет. В общей сложности в экспериментах и научных исследованиях принимало участие от 5-ти (в 1975 году) до 12-ти (в 1989 году) одновременно работающих АМВС.



Станция состоит из следующих основных блоков:

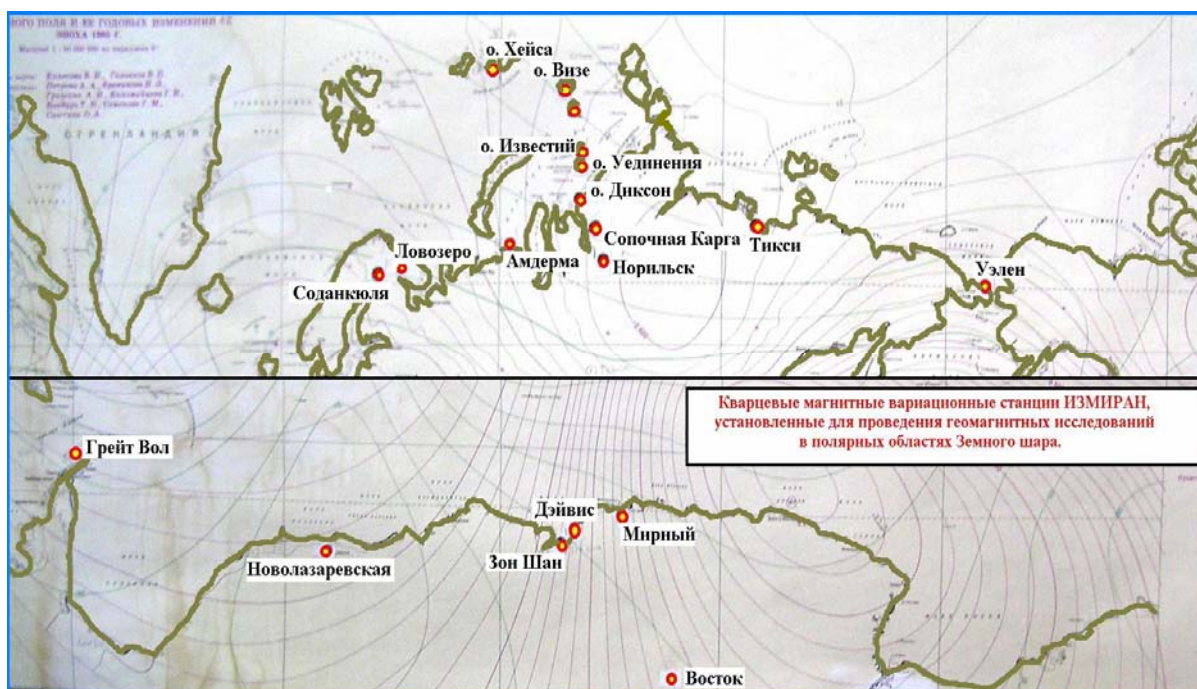
- блока кварцевых вариометров с фоторегистратором;
- электронного блока управления работой станции;
- изотопного термоэлектрогенератора (РИТЭГ).

Блок кварцевых вариометров (см. рисунок) представляет собой светонепроницаемый короб (корпус), выполненный из немагнитного материала, в котором размещены кварцевые вариометры, осветители и наклономер. С внешней стороны с блоком вариометров прикрепляется фоторегистратор.

В отличие от магнитной вариационной станции «ИЗМИРАН-4», вариометры АМВС, кроме информации о магнитном поле, регистрируют дополнительно информацию о состоянии отдельных элементов станции и режиме ее работы в течение года. Для этой цели кварцевые вариометры снабжены дополнительными отклоняющими катушками, к которым раз в сутки (или чаще, в зависимости от заданной программы работы) на короткий промежуток времени (5 минут) подключаются источники питания или термодатчики, имеющие на выходе аналоговый сигнал. В результате на фотопленке фиксируется кратковременный *П-образный* импульс, амплитуда которого пропорциональна величине измеряемого параметра. В данной станции регистрируются раз в сутки: температура блока кварцевых датчиков, температура внутри термоконтейнера, внешняя температура и ЭДС буферных аккумуляторов. Подобным образом могут быть зарегистрированы метеорологические и другие физические параметры внешней среды, информация о которых из отдаленных и мало изученных районов, где устанавливается автономная станция, представляет определенный интерес. Дискретная регистрация дополнительной информации на магнитограмме практически не перегружает носитель записи. Для этой же цели информация о состоянии нивелировки измерительной платформы с датчиками поступает с наклономеров на фоторегистратор также дискретно и один раз в сутки, где фиксируется в виде двух точек, ординаты которых несут информацию о величине наклона в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Регистрация наклонов измерительной платформы с датчиками позволяет при последующей обработке результатов измерений вводить поправку в дрейф нуля станции за год с точностью до 1...2 нТл.

В соответствии с необходимостью получения информации в цифровом виде с целью оперативной обработки данных и их передачей, ИЗМИРАН приступил к следующему этапу – созданию цифровых кварцевых магнитовариационных станций (*ЦМВС*). Один из первых экземпляров такой ЦМВС под названием ЦМВС «Кварц-3Е» был установлен на австралийской антарктической обсерватории «Дэвис» в 1992 г., где эта станция проработала в течение года совместно с феррозондовой станцией, принадлежащей обсерватории. По результатам этих работ и проведенных совместных исследований, которые опубликованы в [3], в дальнейшем ИЗМИРАН было выпущено еще 12 комплектов ЦМВС «Кварц-3Е», которые были размещены на обсерваториях, принадлежащих Арктическому и Антарктическому научно-исследовательскому институту (*АНИИ*) в Арктике (см. карту). МИП этих станций были подключены к системам сбора, обработки и передачи данных «Геомет» и «Георайтер», а также было выпущено 5 комплектов аналогичных ЦМВС для

обсерваторий ААНИИ в Антарктиде. По нашим сведениям все станции на обсерваториях ААНИИ работают и в настоящее время.



Одна из ЦМВС «Кварц-3Е» была изготовлена для Мичиганского университета США и установлена специалистами ИЗМИРАН в Антарктиде на обсерватории «Восток». МИП этой станции был подключен к платформе сбора данных обсерватории «Восток», при помощи которой *через американский спутник связи* информация о состоянии геомагнитного поля в течение пяти лет передавалась в Мировой Центр Данных (МЦД) США в реальном времени. Данные этой и других установленных в Антарктиде ЦМВС использовались учеными в рамках совместного проекта «Исследование высокоширотных геомагнитных явлений», осуществленного ИЗМИРАН, Мичиганским университетом и ААНИИ в период с 1995 по 2000 гг. Аналогичный эксперимент по передаче получаемых от ЦМВС данных на расстояние ИЗМИРАН осуществил в 1998 г. при участии заинтересованных организаций, в качестве которых выступили также Институт космических исследований и аэронавтики (ИКИР) ДВНЦ и университет в г. Киото (Япония). Эксперимент осуществлялся на базе полярной геофизической обсерватории (ПГО) «Тикси», принадлежащей ИКИР, где ИЗМИРАН установил ЦМВС «Кварц-3Е», а специалисты из Японии установили платформу сбора и передачи данных, к которой также был подключен протонный магнитометр. При помощи канала связи, осуществляемого *через японский метеорологический спутник*, данные из ПГО «Тикси» непрерывно поступали в МЦД в г. Киото. Этот канал связи и получения информации существует и по сей день, а данные ЦМВС используются для вычисления индексов магнитной активности.

На базе ЦМВС «Кварц-3Е» ИЗМИРАН совместно с Институтом геофизики АН КНР (г. Пекин) было изготовлено 5 экземпляров ЦМВС [4], два из которых были предназначены для установки и работы на китайских полярных станциях в Антарктиде – «Грейт Вол» и «Зон-Шан». Данные с этих ЦМВС в настоящее время используются учеными КНР при проведении научных исследований.

На полярной обсерватории «Соданкюля» в Финляндии в настоящее время успешно продолжают работу две ЦМВС на основе кварцевых магнитных датчиков, одна из которых изготовлена в ИЗМИРАН («Кварц-3Е»), а другая ЦМВС изготовлена польскими специалистами на базе кварцевых магнитных вариометров системы **В.Н.Боброва** (ИЗМИРАН). Данные этой обсерватории используются МЦД и участвуют в системе *Интермагнет*.

В заключение отметим, что, начиная с 80-х годов прошлого столетия, ИЗМИРАН внес огромный вклад в полярные геомагнитные исследования, создавая надежные приборы и оборудование для обеспечения этих научных исследований. Следует также отметить тот факт, что в настоящее время 18 вариационных станций ИЗМИРАН успешно продолжают нести свою вахту в условиях сурового климата Арктики и Антарктиды.

Таблица размещения ЦМВС «Кварц-3Е»

Номер станции	Название обсерватории	Широта	Долгота	Страна
1	Остров Хейса	80° 37'	58° 03'	Россия
2	Остров Визе	79° 18'	76° 59'	“
3	Острова Известия	75° 53'	83° 06'	“
4	Остров Уединения	75° 30'	82° 13'	“
5	Остров Диксон	73° 33'	80° 34'	“
6	Сопочная Карга	71° 55'	82° 42'	“
7	Бухта Тикси	71° 35'	129° 00'	“
8	Норильск	69° 24'	88° 06'	“
9	Остров Преображения	74° 18'	110° 16'	“
10	Ловозеро	68° 15'	33° 05'	“
11	Соданкюля	67° 22'	26° 38'	Финляндия
12	Уэлен	66° 10'	190° 10'	Россия
13	Зон Шан	-69° 24'	76° 24'	Китай
14	Мирный	-66° 33'	93° 01'	Россия
15	Дейвис	-68° 35'	77° 58'	Австралия
16	Новолазаревская	-70° 46'	11° 49'	Россия
17	Грейт Вол	-62° 12'	59° 00'	Китай
18	Восток	-78° 27'	106° 52'	Россия

Литература

1. Бурцев Ю.А., Мансуров С.М., Тимофеев Г.А. Автономная вариационная станция для геомагнитных исследований в Антарктиде // Геомагнитное приборостроение. М.: Наука, 1977.
2. Бурцев Ю.А., Ушаков В.В., Майсурадзе П.А., Соколов В.П. Авторское свидетельство №409173. Бюллетень изобретений № 48. 1973.
3. Papitashvili V.O., Belov V.A., Burtsev Yu.A. and all. Comparison of high resolution quartz and fluxgate magnetometer data recorded at Davis. Antarctica // ANARE Res. Notes 95 edited by R.J.Morris. 1996.
4. Liu Chang Fa, Zang Ping, Liu Chujie, Wagjuyi and Zhang Weix. Geomagnetic digital recording system and observation at Beijing geomagnetic observatorycenter of China // Workshop of geomagnetic observatories data acquisition and processing. Paris. 1992.

QUARTZ MAGNETIC VARIATION STATIONS FROM IZMIRAN IN POLAR GEOMAGNETIC OBSERVATORIES AND RESEARCHES

Belov B.A., Burtsev B.A., Kuznetsov V.D., Lyubimov V.V.

Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation (IZMIRAN) of RAS, Troitsk
lyubimov@izmiran.ru

More than half-centuries in IZMIRAN will be carried out scientific researches and works on creation of quartz devices intended for measurement of a magnetic field of the Earth and his variations, for registration of inclinations, temperature and other geophysical phenomena.

The special place in a number of these development is borrowed by devices intended for polar geomagnetic researches, when the maintenance of their serviceability in heavy climatic conditions of Arctic Region and Antarctic Continent, especially is required, if the equipment works round the clock in an independent mode.

In work the results of application created, since 1975, in IZMIRAN of quartz variation stations are submitted. Structure of the developed and created devices includes automatic stations «Pingvin», which within 15 years successfully worked on geomagnetic range in severe conditions of Antarctic Continent. Simultaneously in an independent mode worked from 4 up to 12 stations.

According to necessity of reception of the information for a digital kind with the purpose of operative data processing and their transfer, IZMIRAN has begun the following stage - creation of digital quartz variation stations (DQVS). In result in the beginning of the 90-th years the first skilled copy such DQVS under the name DQVS «Quartz-3E» was created. Within 15 years till the present time the devices of such type continue successfully to be maintained on seven observatories in Antarctic Continent and on ten observatories in area of Arctic Region.

ДВУХКОМПОНЕНТНЫЙ КВАРЦЕВЫЙ ГРАДИЕНТОМЕТР С МАЛОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ БАЗОЙ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Бобров В.Н., Бурцев Ю.А., Зубков Б.А., Любимов В.В.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк
lyubimov@izmiran.ru

Двухкомпонентный кварцевый градиентометр (**КГ**) является высокочувствительным и высокоточным магнитометрическим прибором, выполненным на основе кварцевых магнитных датчиков системы **В.Н.Боброва** и предназначен для проведения научных и геофизических исследований [1]. Прибор может использоваться в качестве высокоточного двухкомпонентного регистратора градиента магнитного поля и его вариаций по заданным координатам на жесткой измерительной базе, использоваться в качестве обсерваторского прибора с возможностью последующей передачи данных при помощи АЦП в персональный компьютер, использоваться в качестве магнитных весов, для проверки материалов *на немагнитность*, использоваться для подгонки и калибровки серийно выпускаемых изделий, использующих постоянные магниты, для общеобразовательных и специальных целей. Прибор может применяться в экспедиционных условиях при проведении комплексных геофизических измерений и геологических изысканий, для определения магнитных свойств горных пород.

Прибор предназначен для длительной непрерывной работы в помещениях любого типа и размера, в условиях обсерватории с установкой датчиков на немагнитном постаменте или специальной немагнитной подставке. При этом температура воздуха в помещении при проведении работ должна поддерживаться на уровне $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ при эпизодических

колебаниях температуры в пределах от 5 до 30 °С. Максимальный градиент магнитного поля в месте установки датчиков при проведении работ должен быть не более 5...10 нТл/м.

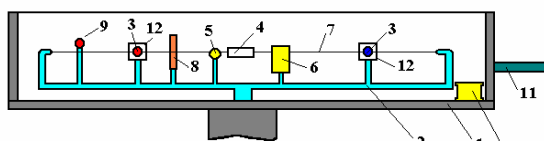
КГ выполнен в виде лабораторного настольного прибора, функциональная схема которого включает в себя следующие основные блоки и устройства:

- блок датчиков (**БД**);
- блок электроники (**БЭ**);
- комплект соединительных кабелей;

БД включает в себя (см. *рисунок*):

1) *кварцевый астатический градиентометр (КАГ) ΔZ* , состоящий из кварцевого магнитного датчика (**КМД**) с калибровочными катушками, фотопреобразователем и элементами точной настройки на магнитное поле в точке измерений;

Вид сбоку (со снятой крышкой)



Вид сверху (со снятой крышкой)

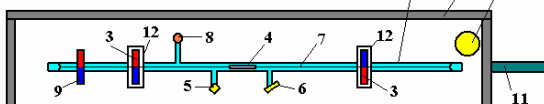
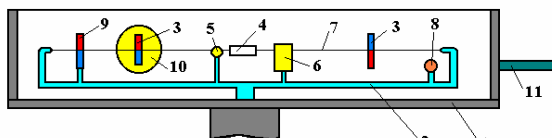


Схема датчика кварцевого астатического градиентометра dZ/dR .

Обозначения: 1- корпус прибора; 2-кварцевая рамка; 3 и 9-магниты; 4-зеркало; 5-светодиод; 6-фотоприемник; 7-кварцевая нить; 8-соленоид (калибровка); 10-катушка обратной связи; 11-стержень для установки дополнительного магнита; 12-демпфер.

Вид сбоку (со снятой крышкой)



Вид сверху (со снятой крышкой)

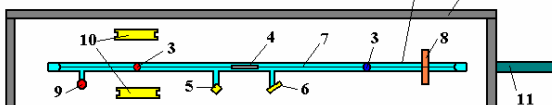


Схема датчика кварцевого астатического градиентометра dH/dR .

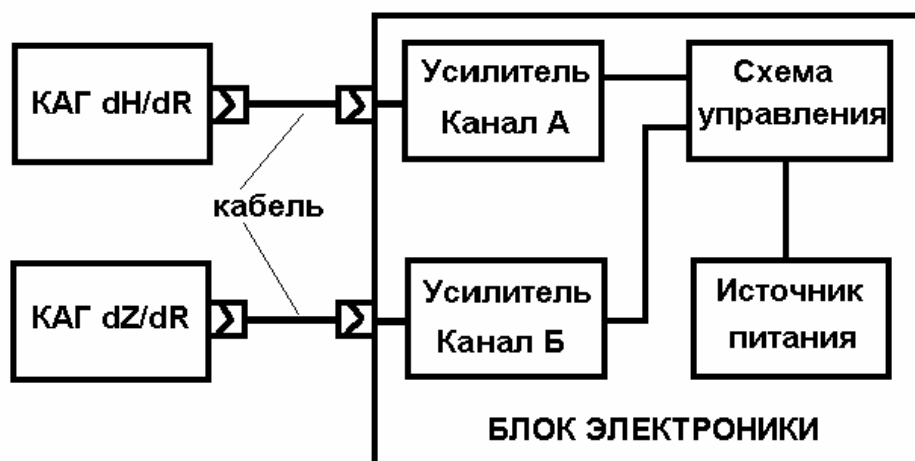
Обозначения: 1- корпус прибора; 2-кварцевая рамка; 3 и 9-магниты; 4-зеркало; 5-светодиод; 6-фотоприемник; 7-кварцевая нить; 8-соленоид (калибровка); 10-катушка обратной связи; 11-стержень для установки дополнительного магнита.

2) *кварцевый астатический градиентометр (КАГ) ΔH* , состоящий из КМД с калибровочными катушками, фотопреобразователем и элементами точной настройки на магнитное поле в точке измерений;

3) элементы юстировки КАГ (немагнитные подставки с подъемными винтами).

БЭ включает в себя:

- 1) плату аналоговую (двухканальный усилитель);
- 2) схему управления и калибровки прибора;
- 3) источник питания.



КАГ крепится на немагнитной подставке, которая снабжена тремя юстировочными ножками-винтами для установки КМД в горизонтальной плоскости при помощи накладных жидкостных уровней. Эта подставка устанавливается на немагнитные пяточки, крепящиеся к постаменту, на котором устанавливается КАГ. Оба КАГ конструктивно (при одинаковой длине "измерительной базы" равной 100 мм) отличаются друг от друга направлением подвески КМД на кварцевой нити.

БЭ предназначен для управления работой прибора. БЭ совместно с КАГ представляет из себя магнитный измерительный преобразователь (МИП), осуществляющий преобразование градиента магнитного поля, зафиксированного на "измерительной базе" в напряжение по каждому из измерительных каналов КАГ. На передней панели БЭ расположены органы управления для осуществления контроля и управлением работой прибора.

На левой боковой поверхности БЭ установлены два разъема, предназначенные для подключения обоих КАГ при помощи соединительных кабелей длиной 5...6 м к БЭ.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц, при этом потребляемая мощность не более 5 Вт.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Измеряемые составляющие $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$
- Динамический диапазон измерения градиента магнитного поля по каждой из составляющих ± 250 нТл
- Длина измерительной базы КАГ 100 мм
- Количество измерительных каналов 2
- Крутизна преобразования по каждому из МИП 0,025 нТл/мВ
- Частотный диапазон измеряемого градиента поля от 0 до 1 Гц
- Напряжение постоянного тока на аналоговых выходах 0 ± 10 В
- Чувствительность к нивелировке датчиков, не более 1,5 нТл/угл.мин.
- Масса < 5 кг

Литература

1. Бобров В.Н., Бурцев Ю.А., Зубков Б.А., Любимов В.В. Двухкомпонентный кварцевый градиентометр. // Экономика и производство/Журнал депонированных рукописей. М. 2006, февраль №2.

TWO-COMPONENT QUARTZ GRADIENTOMETER WITH SMALL MEASURING BASE FOR SCIENTIFIC RESEARCHES

Bobrov V.N., Burtsev Yu.A., Zubkov B.A., Lyubimov V.V.
*Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere and
radio wave propagation (IZMIRAN) of RAS, Troitsk*
lyubimov@izmiran.ru

The device is intended for definition of a degree magnetization of objects, size of the magnetic moment and its orientation in system of coordinates of object.

The device consists of two astatic magnetometers with a horizontal axis of rotation of quartz astatic system. One of magnetometers is intended for measurement of a horizontal gradient of a vertical component, and second astatic magnetometer - for measurement of a horizontal gradient of a horizontal component of the magnetic moment of object. The system is supplied with the two-channel amplifier by photoconverters and circuit of a feedback. The results of measurements in the digital form can be transferred in the computer for registration and processing.

ПРЕЦИЗИОННЫЙ КВАРЦЕВЫЙ НАКЛОНОМЕР

Бобров В.Н., Бурцев Ю.А., Куликов Н.Д., Кашуба Ю.Ю., Любимов В.В.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и
распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк*
lyubimov@izmiran.ru

В настоящее время в России широкое применение для научных исследований наряду с кварцевыми гравиметрами и магнитометрами, кварцевыми измерителями плотности воздуха и барографами, кварцевыми гравитационными вариометрами, деформографами, крутильными сейсмографами нашли также и кварцевые наклономеры *различных* видов и конструкций.

Прецизионный кварцевый наклономер предназначен для регистрации приливных и тектонических наклонов земной поверхности с целью изучения внутреннего строения Земли, поиска предвестников и прогнозирования землетрясений, поиска и разведки полезных ископаемых, а также геофизического мониторинга разрабатываемых месторождений.

Наклономеры такого класса применяются при проектировании, строительстве и эксплуатации крупных гидросооружений, АЭС, крупных промышленных объектов, а также используются для контроля наклона измерительных столбов и постаментов в магнитных обсерваториях и на пунктах наблюдений в течении продолжительного времени для введения поправок в данные магнитных вариационных станций. Прибор отличается высокая стабильность показаний и малые габариты.

Отличительной особенностью наклономеров данной конструкции является использование горизонтального маятника, содержащего астатическую магнитную систему, благодаря которой производится калибровка чувствительности и стабилизация уровня нуля прибора.

Кварц имеет ряд положительных свойств - он обладает небольшим упругим последействием, большим сопротивлением разрыву. Однородность материала деталей чувствительной системы прибора сводит к минимуму термические и механические напряжения. Технология изготовления чувствительных систем на основе кварцевого стекла, представляющая собой трудоемкий и прецизионный ручной пооперационный процесс, в ИЗМИРАН достаточно хорошо отлажена. При этом следует отметить, что для изготовления кварцевых чувствительных систем не требуется дорогостоящего оборудования.

Конструкция прибора

Общий вид прибора показан на *рисунке*. Наклономер содержит горизонтальный кварцевый маятник на *цельнеровском* подвесе, на свободном конце которого закреплён экран с прямоугольным отверстием в центре фотоэлектрического преобразователя, а также два стержневых магнита с одинаковыми магнитными моментами, полюса которых развёрнуты на 180° . Маятник подвешен на монтажной рамке, на которой (*при помощи кварцевых технологических стержней*) установлены также дифференциальный фотоэлемент, светодиод фотоэлектрического преобразователя и два соленоида. Электрический выход дифференциального фотоэлемента соединён при помощи разъема с входом усилителя тока, выход которого, в свою очередь, подключен к аналоговому или цифровому регистратору. Стержневые магниты и соленоиды являются основными элементами управления при настройке, юстировке и эталонировании наклономера.

Датчик наклономера полностью выполнен из плавленного кварца. Он жёстко закреплён на массивной металлической станине, снабжённой тремя установочными винтами, и закрыт защитным герметичным металлическим кожухом.



Наклономер устанавливается в заданном азимуте таким образом, чтобы разностный ток в электрической цепи дифференциального фотоэлемента был равен нулю. При наклоне поверхности маятник наклономера отклоняется от исходного положения на некоторый угол, пропорциональный квадрату периода его собственных колебаний. Световой поток от светодиода, сформированный прямоугольным отверстием экрана, перемещается по дифференциальному фотоэлементу и в электрической цепи фотоэлемента появляется разностный ток, пропорциональный углу отклонения маятника, который, в свою очередь, регистрируется аналоговым или цифровым регистратором.

Высокая степень астазирования магнитной системы обеспечивает независимость показаний наклономера от вариаций геомагнитного поля.

Основные технические характеристики

Пороговая чувствительность, сек. дуги / мВ	10^{-4}
Период собственных колебаний маятника, сек.	1...50
Уровень выходного электрического сигнала, В/сек. дуги	± 5
Способ калибровки	электродинамический
Электродинамическая постоянная, сек. дуги/мкА	0,03...0,04
Управление	дистанционное электромагнитное
Регистрация сигнала	аналоговая или цифровая
Питание, В	~ 220 или $= 12$
Потребляемая мощность, Вт	0,1
Вес, кг, не более	2
Габариты, мм	диаметр 100 высота 150

В течение более чем пяти лет прецизионный кварцевый наклономер данной конструкции используется в магнитной обсерватории ИЗМИРАН. Данный прибор эффективно использовался для регистрации предвестников землетрясений на *Байкале*, на полигонах в *Гарме*, *Геленджике* и в других районах.

PRECISION QUARTZ INCLINOMETER

Bobrov V.N., Burtsev Yu.A., Kulikov N.D., Kashuba Yu.Yu., Lyubimov V.V.

Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation (IZMIRAN) of RAS, Troitsk

lyubimov@izmiran.ru

Precision quartz inclinometer is intended for registration having tidal and tectonic of inclinations of a terrestrial surface with the purpose of study of an internal structure of the Earth, search of harbingers and forecasting of earthquakes, search and investigation of minerals, and also geophysical monitoring of developed deposits.

In work the description of inclinometer is given which represents a horizontal pendulum made of quartz, due to what it has high stability of the metrological characteristics. The distinctive feature new inclinometer is, that it contains a constant magnet rejecting coils, photo-electric converter, amplifier, elements of a feedback and analog-digital converter.

The device allows to carry out remote control by process of measurement and registration of the data, transfer of figures to the computer for their processing and analysis.

Inclinometers of such class are applied at designing, construction and operation of large hydrostructures, large industrial objects, and also are used for the control of an inclination of measuring poles and pedestals in magnetic observatories and on items of supervision during long time for corrective action in the data of magnetic variation stations. The device has small dimensions.

СОСТОЯНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 29 МАРТА 2006 ГОДА ПО ДАННЫМ ОБСЕРВАТОРИИ «АРТИ»

Бородин П. Б., Григорьева С. А., Кусонская Т. Я.

Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

borodin@arudaemon.gsras.ru

Влияние солнечного затмения на состояние геофизических полей и раньше волновало пытливые умы исследователей [1]. Сегодня мы очередной раз исследуем этот вопрос, -

опираясь на современную техническую базу, пытаемся выявить те особенности явления, что ускользнули из поля зрения наших предшественников.

Солнечное затмение 29 марта 2006 года началось в 07 часов 38 минут мирового времени (*UT*). Полную фазу затмения можно было наблюдать с 08:36 *UT* в Бразилии у восточной оконечности Южной Америки. Далее, лунная тень пересекла Атлантический океан и, пройдя над северной Африкой, вступила на территорию России в районе Карачаево - Черкесии. Последний раз полную фазу было видно на территории Монголии близ границы с Россией в 11:46 *UT*. В 12:45 *UT* лунная тень ушла с поверхности Земли. В Екатеринбурге кульминация затмения была в 11:32 *UT* с максимальной фазой 0.80 [2].

Обсерваторские наблюдения на геофизическом полигоне «Арти» в это время велись по обычной программе: запись состояния магнитного поля Земли (МПЗ), ионосферное зондирование и регистрация сейсмических событий. Отдельные, наиболее интересные результаты, связанные с прохождением лунной тени, приведены в настоящем обзоре.

1. Наблюдения геомагнитного поля

Для анализа возьмем графики суточных вариаций D , H , Z –компонент магнитного поля Земли, за вычетом кривой суточного хода, осредненной на 13 –дневном интервале. По всем компонентам были получены отклики МПЗ нахождение лунной тени. В качестве иллюстрации приведем график отклонения вертикальной составляющей МПЗ от среднего суточного хода - в день затмения, за предыдущие и последующие сутки (рис. 1). Характерные времена - начало, конец и полная фаза затмения, - обозначены сплошными вертикальными линиями.

Прежде всего, укажем на глобальный характер явления: ионосферные токи, определяющие характер суточного хода, привели к изменению магнитного поля в районе обсерватории задолго до прихода лунной тени.

Солнечный ветер, обдувающий планеты, имеет наибольшую плотность по контуру препятствия и зону разрежения в тени, поэтому Земля, входящая в лунную тень, сначала испытывает возрастающее давление солнечного ветра на ионосферу, - в это время (на графике с 5:00 *UT*) мы наблюдаем отклонение вертикальной компоненты МПЗ от осредненной суточной траектории. По мере продвижения в теневую (разреженную) область давление ослабевает, и минимум давления (максимум Z –компоненты) приходится ко времени начала полной фазы. Запаздывание реакции МПЗ на графике почти на 18 минут может быть обусловлено временем пролета частиц солнечного ветра от Луны до Земли.

Поскольку лунная тень по размеру существенно меньше поверхности Земли, можно было бы ожидать, что влияние затмения будет уменьшаться по мере продвижения тени к центру дневной поверхности, но на самом деле этого не происходит. Можно предположить, что в процессе перекрытия обдуваемых солнечным ветром поверхностей Луны и Земли устанавливается общий режим обтекания для системы двух тел. В этом случае спад импульса будет связан с нарушением осевой симметрии в системе Земля-Луна-Солнце. На графике Z –компонента начинает убывать спустя 18 минут от середины полного затмения.

Момент окончания полной фазы затмения, как и ее начало, должен быть сопряжен с локальным максимумом характеристики. На заднем фронте импульса в это время наблюдается небольшой выброс, - он существенно меньше того, что мы видели в начале, а сам задний фронт почти в два раза более пологий. Если в системе Луна – Земля во время затмения установился общий режим обтекания потоком заряженных частиц, то эффективный кулоновский потенциал системы увеличивается, а фактический потенциал Луны, определяемый зарядом, поглощенным из солнечного ветра, уменьшается. В этом случае, масштаб возмущения вносимого Луной в поток солнечных частиц изменится - лунный след в солнечном ветре станет сопоставим по размеру с Луной, приобретет резкие очертания и, как следствие, утратит свое прежнее влияние на источники ионосферных токов.

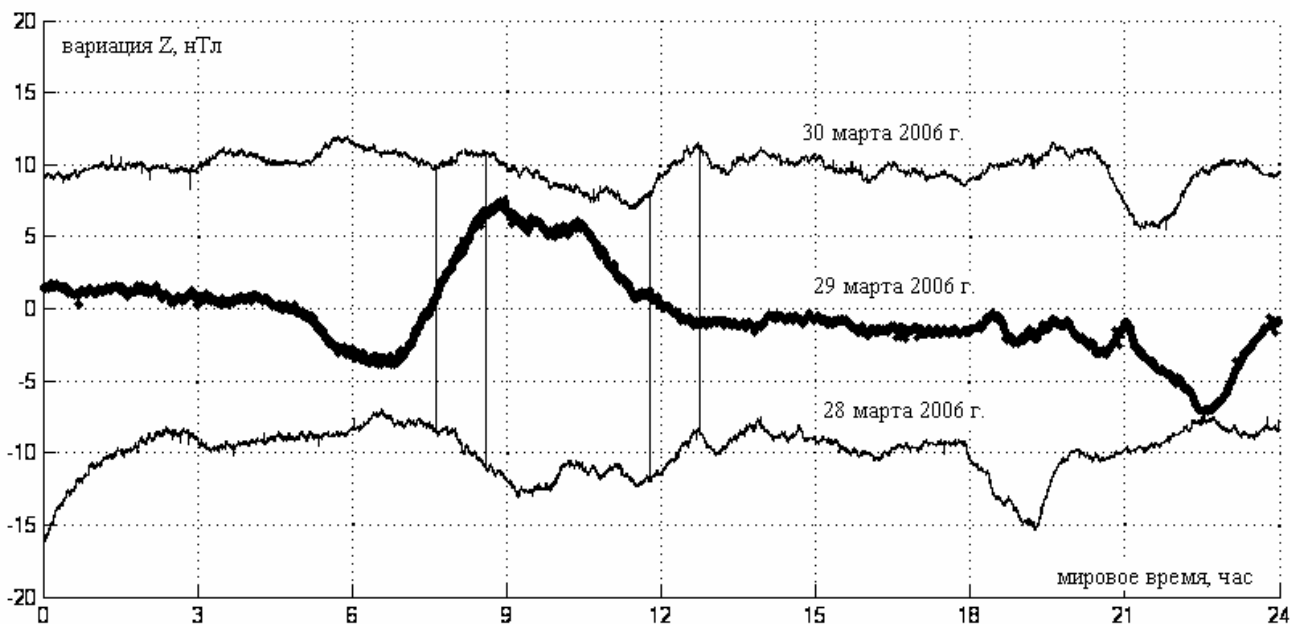


Рис.1. Отклонение вертикальной составляющей магнитного поля Земли от среднего суточного хода – в день затмения, за предыдущие и последующие сутки (графики смещены на 10 нТл вниз и вверх, соответственно)

После обобщения материалов, полученных другими обсерваториями и проведения необходимых численных оценок, можно будет сделать вывод о справедливости наших предположений относительно механизма влияния солнечного затмения на состояние магнитного поля Земли.

2. Наблюдения сейсмической станции

Поскольку во время затмения происходят резкие изменения плотности потока заряженных частиц обдувающего Землю, логично, в качестве возможного эффекта, искать проявления акустических волн от прохождения лунной тени по дневной поверхности планеты и импульсных шумов от резкого перепада плотности солнечного ветра в месте первого и последнего контактов лунной тени с ионосферой.

Эффект от затмения проявляется в слабой степени, но на сейсмограммах заметен на качественном уровне при анализе результатов наблюдений по нескольким станциям. Для примера приведем записи *EW*-канала на сеймостанциях «Кисловодск», «Арти» и «Обнинск» (рис.2). В местах расположения станций «Обнинск» и «Кисловодск» также наблюдалось затмение. В Кисловодске затмение было полным. В Обнинске затмение наблюдалось с 10:10 по 12:28, фаза 0.65; в Кисловодске – с 10:03 по 12:28, фаза 1.0; в Арти – с 10:28 по 12:33, фаза 0.8.

При сопоставлении графиков можно отметить изменение характера сейсмических шумов с 4:35 *UT* до 13:12 *UT*. Отмечаются сейсмические события на 7:53 и 12:04 *UT*, возможно, связанные с изменением режима обдувания планет солнечным ветром. Если иметь в виду 18 –минутную задержку реакции ионосферы на прохождение лунной тени, перестройка потоков обтекающих Луну и Землю приурочена к моменту вхождения Земли в лунную тень и окончанию полной фазы затмения (сползанию большей части лунной тени с дневной поверхности). Импульс, записанный обнинской станцией в 6:55 *UT* совпадает по времени с началом переднего фронта импульса на графике *Z* –компоненты МПЗ, и может быть вызван перепадом давления солнечного ветра на границе зоны разрежения за Луной. Импульс в 9:44 *UT* соответствует схлапыванию зоны разрежения. По-видимому, это чисто акустический эффект, и на магнитограммах он не выделяется.

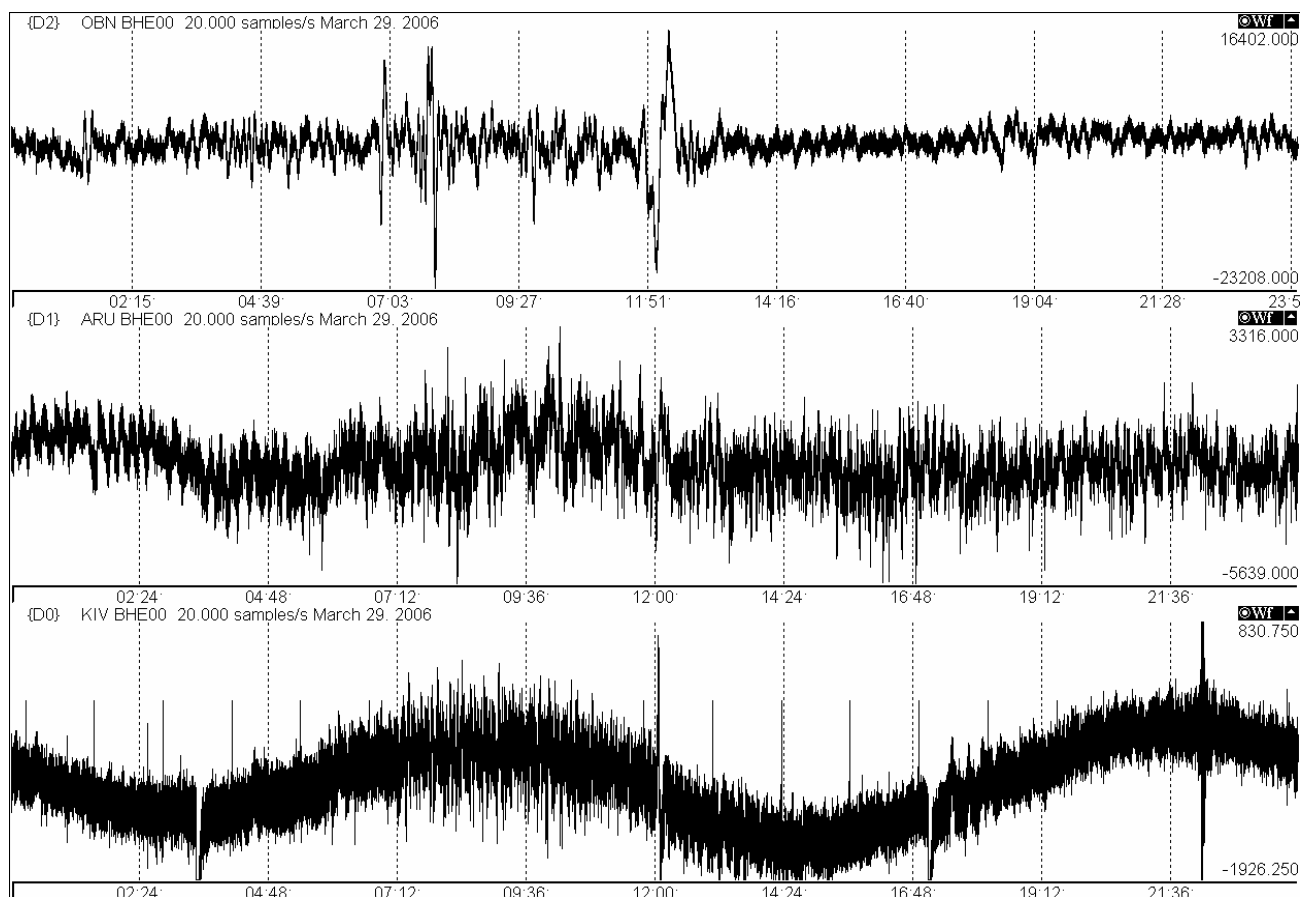


Рис. 2. Записи *EW*-канала на сейсмостанциях «Кисловодск» KIV, «Арти» ARU и «Обнинск» OBN (графики расположены по порядку снизу вверх)

На сейсмограмме станции «Кисловодск», где наблюдалось полное затмение, эффект в сейсмических шумах проявляется более заметно осложнением записей регулярными колебаниями большей амплитуды, которые начинают появляться около 6 часов и заканчиваются примерно в 15 часов (рис. 2).

Различный отклик геофизической среды на затмение, проявляемый в микросейсмических колебаниях можно объяснить различным геологическим строением земной коры в местах наблюдения, имеющей индивидуальные резонансные свойства [3].

3. Импульсное зондирование ионосферы

Зондирование ионосферы радиочастотными импульсами дает информацию о состоянии ионосферы непосредственно над местом наблюдения и носит локальный характер. Тем не менее, глобальные процессы могли оставить след на ионограммах и при детальном рассмотрении их можно выделить из общего шума, коррелируя по времени с геомагнитными и сейсмическими эффектами.

В интересующий нас день аппаратура ионосферной станции работала в 15-минутном режиме, а с 4:30 *UT* была переведена на 10-минутный режим работы. Приводится анализ графиков частотных характеристик следов отражений, видимых на ионограмме (рис. 3). К сожалению, в 16:30 *UT* регистрация ионосферных параметров была прекращена по техническим причинам.

Наиболее яркие изменения, отличные от характерного поведения ионосферы для этого времени суток, происходили в слоях *F1* и *F2*. Начиная с 7:30 *UT* - примерно за 4 часа до кульминации затмения в районе обсерватории, в слое *F2* наблюдалось неустойчивое состояние с колебаниями критических частот порядка 20 процентов. С момента 9:40 *UT* частота слоя *F2* постепенно спадает с 5.8 МГц до 4 МГц и, в 11:57 *UT*, наблюдается

локальный минимум характеристики, после чего происходит подъём почти до 5 МГц к 12:40 UT. После 13:30 UT ход критической частоты вновь соответствует ходу медианных значений для этого времени суток.

Критические частоты слоя $F1$ с 9:30 UT определены неточно вследствие неполного его развития. В 11:40 UT их значения спадают до 2.7 МГц, приближаясь к уровню слоя E нормального дня – здесь, как в предыдущем случае для слоя $F2$, наблюдается локальный минимум характеристики. К моменту 13:30 UT, слой $F1$ полностью исчезает.

Минимальная частота радиоволн, отраженных ионосферой в период с 11 до 12 часов UT, поднялась до 2.5 МГц, при обычном медианном значении для этого часа в 1.6 МГц. В остальное время суток параметр $fmin$ соответствовал значениям прошедших дней.

Слой E с 11:00 UT до 12:10 UT на ионограммах не регистрируется. Обычно он наблюдается в дневное время и его исчезновения в связи с затмением следовало ожидать. Укажем на замечательное совпадение: временной интервал с 6:50 до 7:50 UT, на котором происходит разрыв характеристики foE , особенно четко выделен на сейсмограмме обнинской станции (рис.2). В это же время начинается резкий подъем вертикальной компоненты магнитного поля Земли (рис.1). Причём, 29 марта в 8:00 UT, после восстановления на ионограммах слоя E , зафиксировано максимальное значение критической частоты для этого месяца, равное 3.2 МГц.

Перечисленные особенности поведения критической частоты для слоев $F1$ и $F2$ наблюдались во время затмений 15 февраля 1961 года и 22 сентября 1968 года.

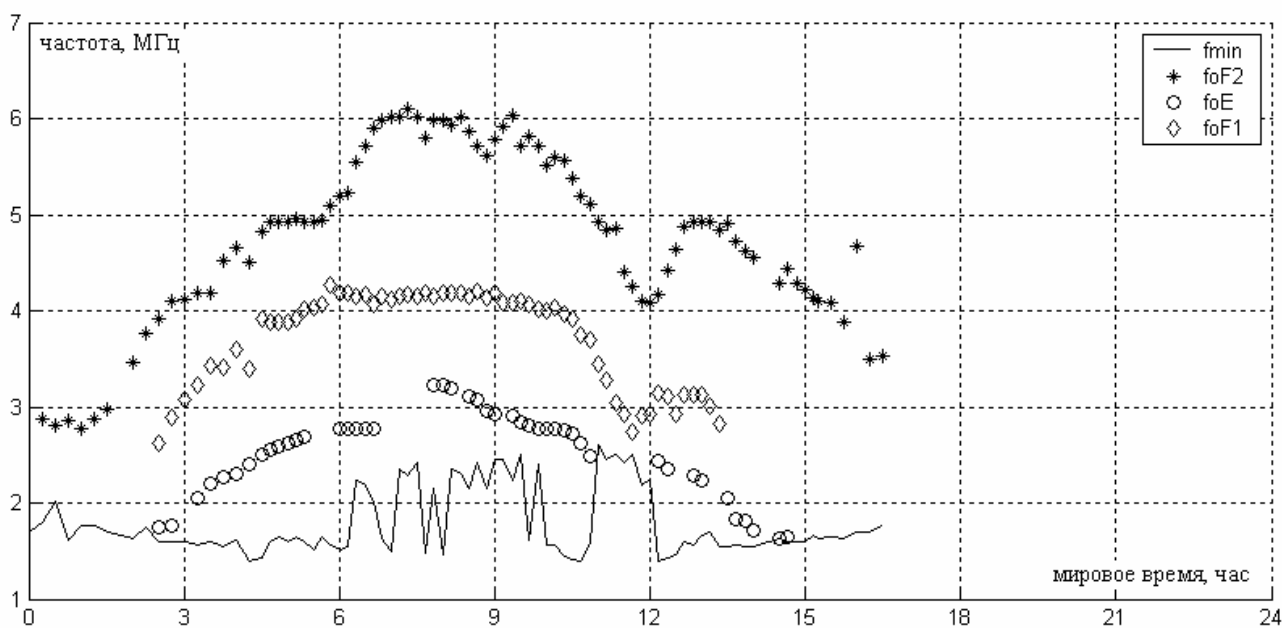


Рис.3. Графики критических частот «обыкновенной» волны, отраженной в слоях $F1$, $F2$, E . В районе 11:30 UT наблюдается локальный минимум характеристик $foF1$ и $foF2$ и разрыв характеристики foE - эффект затмения в районе обсерватории

В заключение обзора отметим, что перечисленные особенности поведения геофизических полей во время солнечного затмения нуждаются в обобщении с учетом данных с других обсерваторий и привлечения количественных методов анализа. В своей работе авторы пытались также понять механизм развития переходных процессов в ионосфере во время солнечного затмения. Помимо умозрительных рассуждений, было бы полезно привести количественные оценки и в рамках математического моделирования (на первом этапе) воссоздать процесс обтекания Луны солнечным ветром. В настоящий момент мы констатируем: проблема остается открытой и ждет своих исследователей.

Литература

1. Влияние полного солнечного затмения 22 сентября 1968 г. на магнитное поле Земли / Н. А. Иванов, З. И. Борисова, В. С. Вишнев, В. В. Кормильцев и др. // Геомагнетизм и аэрономия. Том 10, вып. 5, 1970. С. 931-934.
2. Интернет-ресурс <http://www.astrogalaxy.ru/443.html>
3. Кишкина С. Б., Спивак А. А. Проявления резонансных свойств земной коры в микросейсмических колебаниях // Доклады Академии наук. Том 392, № 4, 2003. С 543 – 545.

ЦИФРОВАЯ МАГНИТОВАРИАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ «КВАРЦ-4» ДЛЯ МАГНИТНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ

Бурцев Ю.А., Кириаков В.Х., Любимов В.В.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк
lyubimov@izmiran.ru*

Создание единой сети магнитных обсерваторий (**МО**) на территории России с единым центром координации и оперативного доступа к данным необходимо для решения научных и прикладных задач земного магнетизма при их совместном использовании с данными мировой сети **МО** и данными магнитометрических спутниковых съемок. Изучение магнитного поля по данным наземных и спутниковых наблюдений необходимо для решения фундаментальных проблем: 1) *физики*, - генерация магнитных полей в природе; 2) *геофизики*, - изучение строения и процессов в глубинных недрах Земли; 3) *солнечно-земной физики*, - изучение воздействия солнечных геоэффективных явлений на магнитосферу и ионосферу Земли; 4) *геологии*, - изучение строения литосферы Земли по данным аномального магнитного поля и индуцированных в земной коре электрических токов.

Существует целый ряд прикладных задач, решаемых с помощью данных о пространственной структуре и вариаций геомагнитного поля. Это, прежде всего, задачи навигации, задачи выделения аномальных полей для целей геологоразведки, задачи оценки влияния на технические системы, включая спутниковые, задачи влияния на биосистемы, прогноз геомагнитной активности.

В связи с обсуждаемыми международными научными проектами (*Международный геофизический год, Международный гелиофизический год, Международный полярный год и Электронный геофизический год*) проблема реорганизации системы геомагнитных обсерваторий России приобрела особую актуальность. Устаревшее оборудование, графическая запись, отсутствие телеметрии делают невозможным включение российских **МО** в мировую сеть и лишают российскую и мировую научную общественность практической возможности научного анализа геомагнитных данных во всем российском долготном секторе. В плане подготовки и проведения указанных Международных проектов ведущие институты России должны предпринимать определенные усилия по модернизации сети российских **МО**.

ИЗМИРАН является единственной организацией в России, разрабатывающей и изготавливающей высокоточную аппаратуру на основе кварцевых магнитных датчиков (**КМД**) для регистрации и исследования геомагнитных вариаций. Этой аппаратурой оснащены все **МО** России и многие зарубежные обсерватории. Наличие квалифицированных специалистов и имеющийся опыт, позволяет проводить дальнейшее совершенствование современных кварцевых вариационных станций, являющихся основой **МО**, на основе разработок *Боброва-Бурцева-Белова*, которые, как показал большой опыт их эксплуатации на ряде обсерваторий России и за рубежом, успешно используются в международных программах, включая **ИНТЕРМАГНЕТ** (*обсерватории «Иркутск», «Пекин», «Соданкюля»*). Одной из последних разработок в области создания приборов нового поколения для **МО** на основе **КМД** является цифровая магнитная вариационная станция (**ЦМВС**) «**КВАРЦ-4**».

ЦМВС «КВАРЦ-4», предназначена для непрерывного измерения и регистрации в цифровом виде вариаций составляющих вектора магнитной индукции (**ВМИ**) поля Земли на сети российских **МО**, а также в условиях необслуживаемых (**НО**) или редко обслуживаемых (**РО**) пунктов наблюдений. ЦМВС «КВАРЦ-4» измеряет и накапливает в твердотельную память в цифровом виде значения вариаций трех составляющих вектора магнитной индукции ВМИ поля Земли и значения температуры кварцевых магнитных измерительных преобразователей (**МИП**) в реальном времени.

ЦМВС «КВАРЦ-4» может применяться в экспедиционных условиях при проведении комплексных геофизических измерений и геологических изысканий. При использовании прибора в полевых экспедиционных условиях, в условиях **НО** или **РО** пунктов наблюдений предусмотрен сбор накопленных прибором (**МИП прибора**) данных оператором (*обслуживающим персоналом*) при помощи контрольно-установочного пульта (**КУП**) по последовательному каналу связи с последующей их перекачкой в компьютер. Ведутся работы по использованию новейших технологий по передаче накопленной станцией информации, включая использование Flash-накопителя и приемо-передатчиков информации на основе технологий Bluetooth и Infrared.

Ближайшим аналогом «КВАРЦ-4» является отечественный прибор ЦМВС «Кварц-ЗЕМ», разработанный в ИЗМИРАН [1, 2], который за более чем десятилетний срок эксплуатации в разных странах показал высокие метрологические характеристики, удовлетворяющие современным требованиям по точности и стабильности показаний [3].

Отличительной особенностью ЦМВС «КВАРЦ-4» является то, что она является высокостабильным, интеллектуальным и компьютеризованным прибором нового поколения с широкими возможностями программной установки и изменения различных параметров схемы, возможностью цифровой обработки и фильтрации данных в процессе проведения измерений, возможностью интеграции в международную систему сбора данных **ИНТЕРМАГНЕТ**.

Базовый комплект ЦМВС [4] состоит из следующих основных узлов: блока датчиков (**БД**), включающего юстировочную платформу (**ЮП**), блока электроники (**БЭ**), КУП, блока измерения и накопления информации (**БИН**), блока питания (**БП**), защитного кожуха (**ЗК**) или контейнера (**К**) и комплекта соединительных кабелей. БД включает в себя три вариометра, состоящих из КМД **D**, **H**, **Z** с градуировочными кольцами, катушками обратной связи, фотопреобразователями и элементами точной настройки на магнитное поле в точке измерений, а также датчик температуры. ЮП содержит элементы крепления КМД, жидкостные уровни и элементы юстировки платформы.

БЭ включает в себя плату аналоговую (усилители), плату цифровую (контроллер, АЦП, последовательный порт RS-232/485) и источник питания. БЭ обеспечивает передачу данных и обмен информацией с КУП (БИН) на расстоянии до **3...5 м**, имеет максимально немагнитное исполнение и располагается в непосредственной близости от БД.

БИН содержит плату микроконтроллера, таймер, память данных и программ, графический индикатор, плату интерфейсную и источник питания. На графическом дисплее БИН предусмотрена возможность вывода (*демонстрации*) графиков измеряемых вариаций ВМИ поля Земли в реальном времени, вывода графика измеренной температуры окружающей среды и построение трехчасового *K-индекса* магнитной активности. Предусмотрена возможность просмотра на дисплее графиков данных ранее записанных в память прибора, возможность масштабирования измеряемых данных по временной и амплитудной шкале, возможность *поканального* вывода данных с максимальной разрешающей способностью МИП, а также возможность визуализации процесса заполнения памяти прибора и контроль напряжения источника питания. Предусмотрено накопление данных в БИН или персональный компьютер (**ПК**) в непрерывном режиме в условиях **МО** при помощи последовательного канала связи со скоростью не менее **9600 бод**. Таймер, управляющий работой ЦМВС, имеет канал синхронизации с **GPS** и возможность коррекции хода часов реального времени. При использовании прибора в условиях **МО** предусмотрена

возможность наращивания системы путем увеличения числа измерительных каналов (например, подключение протонного магнитометра, наклономера или других датчиков).

КУП выполнен в виде компактного (*переносного*) прибора минимальных размеров и веса, питание которого осуществляется от встроенного автономного источника питания, и включает в себя плату микроконтроллера (контроллер, последовательный порт RS-232), таймер, память данных и программ, а также цифровой индикатор. Размер встроенной энергонезависимой памяти обеспечивает съем информации последовательно и одновременно от 3...4 ЦМВС, работающих в режиме **НО** автономно.

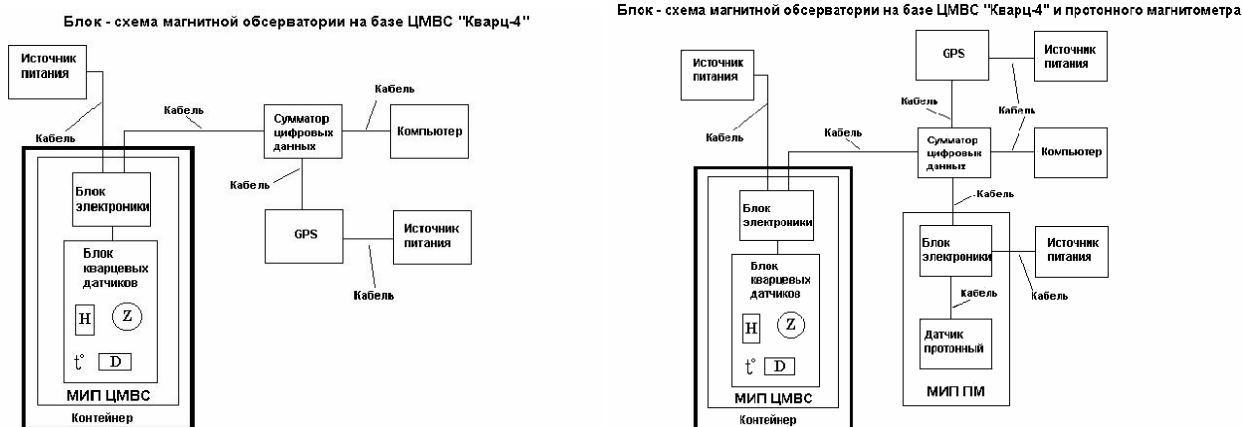
Программное обеспечение обеспечивает организацию базы данных ЦМВС, возможность обработки данных для использования их в формате, пригодном для участия в программе **ИНТЕРМАГNET**. Программное обеспечение предусматривает организацию на базе БИН «КВАРЦ-4» системы сбора информации путем подключения дополнительных измерительных каналов (*приборов*) при помощи последовательного канала связи.

Предусмотрены три основных варианта исполнения прибора, показанные в **Таблице**.

Таблица

Вариант исполнения	Назначение	Составные части изделия					
		МИП	БИН	БП	КУП	Кожух	Кабели
«Кварц-4»	МО	+	+	+	-	-	+
«Кварц-4-01»	РО	+	+	+	-	ЗК	+
«Кварц-4-02»	НО	+	-	+	+	К	+

Схема построения МИП для всех вариантов исполнения ЦМВС «КВАРЦ-4» является одинаковым функционально законченным узлом и включает в себя функциональные блоки: БД, ЮП (на *рисунке* не показана) и БЭ. Конструктивное исполнение МИП, указанных в **Таблице** вариантов исполнения прибора, определяется условиями его применения. На *рисунке* представлены блок-схемы двух возможных вариантов построения МО на базе ЦМВС «КВАРЦ-4».



Конструкция ЮП обеспечивает взаимную ортогональность базисных векторов КМД с точностью до **1 угл. мин.** и жесткую фиксацию относительно друг друга. Вариометры имеют оптическое приспособление для визуальной установки КМД по отношению к направлению горизонтальной составляющей **H** ВМИ поля Земли с погрешностью не более **5 угл. мин.** и жидкостной уровень с ценой деления **1 угл. мин.** Датчик температуры, установленный на ЮП имеет немагнитное исполнение и тепловой контакт с корпусом **Z**-вариометра.

Все металлические части БД, БЭ и КУП (БИН) прибора сделаны из немагнитных материалов, соединительные кабели имеют влагостойкую изоляцию.

ЦМВС «КВАРЦ-4» предназначена для непрерывной круглосуточной работы в полевых условиях или в условиях **МО**, с установкой БД и ЮП на немагнитном постаменте вариационного павильона.

МИП в варианте исполнения для **РО** имеет защитный кожух из немагнитного материала, на крышке которого обозначена "*реперная линия*" для азимутальной привязки блока. МИП в варианте исполнения **НО** устанавливается в немагнитный герметичный контейнер, на корпусе которого установлены приспособления для ориентации вертикальной оси контейнера относительно плоскости *магнитного меридиана*.

Схема построения станции обеспечивает ее работоспособность в полевых условиях (**НО**) при температуре окружающего воздуха в пределах от *минус 30 до + 40 °С*.

Основные технические характеристики ЦМВС «КВАРЦ-4».

- Измеряемые составляющие ВМИ поля Земли **D, H, Z.**
- Динамический диапазон измерения вариаций каждой из составляющих ВМИ поля Земли..... **± 2000 нТл** (*масштабируется программно*).
- Частота оцифровки измеряемых вариаций..... **от 0 до 10 Гц.**
- Цена единицы счета младшего разряда цифрового отсчетного устройства по каждому из измерительных каналов вариометров..... **0,1 нТл .**
- Цена единицы счета младшего разряда цифрового отсчетного устройства канала измерения температуры..... **0,1 °С .**
- Цикл автоматических измерений..... **0,1...3600 с** (*устанавливается программно*).
- Чувствительность к нивелировке датчиков, не более..... **1,5 нТл/угл.мин.**
- Основная систематическая погрешность измерений, не более..... **± 1 нТл.**
- Долговременная нестабильность нуля-пункта в условиях **МО**..... **0,25 нТл/месяц.**
- Температурный коэффициент каждого вариометра, не более..... **± 0,5 нТл/°С.**
- Напряжение питания от источника постоянного тока..... **12±3 В.**
- Потребляемая мощность, не более..... **5 Вт.**
- Срок автономной работы прибора в режиме **НО** с циклом измерения **1 мин**, не менее..... **180 суток.**

Предлагаемые сегодня ИЗМИРАН технические решения по оснащению **МО** современными ЦМВС и новыми интеллектуальными приборами (с системой дистанционного управления процессом измерений и передачей информации), позволят значительно автоматизировать процесс измерения, упростить получение требуемых научных данных и позволят существенно уменьшить затраты на строительство специальных павильонов, а также сократить численность обслуживающего их персонала, что приведет к экономии средств.

Литература

1. Высокостабильная 3-компонентная кварцевая магнитовариационная станция «Кварц-ЗЕМ». Проспект ИЗМИРАН. Троицк, 2004 г.
2. Burtsev Yu.A., Papitashvili V.O., Belov B.A., Lyubimov V.V. High stable 3-component digital quartz magnetic variometer system "Quartz-3D"// Workshop on geomagnetic observatories data acquisition and processing. Japan. 2004.
3. Liu ChangFa, Zang Ping, Liu Chujie, Wangjuyi and Zhang Weix. Geomagnetic digital recording system and observation at Beijing geomagnetic observatory center of China // Workshop on geomagnetic observatories data acquisition and processing. Paris. 1992.
4. Бурцев Ю.А., Кириаков В.Х., Любимов В.В. Цифровая магнитовариационная станция «КВАРЦ-4»//Датчики и системы. М.: Наука, 2006. №1. С.45-48.

DIGITAL MAGNETIC VARIATION STATION «QUARTZ-4» FOR MAGNETIC OBSERVATORIES

Burtsev Yu.A., Kiriakov V.Kh., Lyubimov V.V.

*Pushkov Institute of terrestrial magnetism, ionosphere and
radio wave propagation (IZMIRAN) of RAS, Troitsk
lyubimov@izmiran.ru*

The creation of a uniform network of magnetic observatories (**MO**) in territory of Russia with the uniform centre of coordination and operative access to the data is necessary for the decision of scientific and applied tasks of terrestrial magnetism at their sharing with the data of a global network MO and data of magnetometrical satellite shootings. The study of a magnetic field on the data of ground and satellite supervision is necessary for the decision of fundamental problems: 1) **physics**, - generation of magnetic fields in a nature; 2) **geophysics**, - study of a structure and processes in deep bowels of the Earth; 3) **solar-terrestrial physics**, - study of influence of the solar geoeffective phenomena on magnetosphere and ionosphere of the Earth; 4) **geology**, - study of a lithosphere structure of the Earth on the data of an abnormal magnetic field and of an electrical inductional currents in the Earth crust.

There is a lot of applied tasks solved with the help of the data on spatial structure and variations of a geomagnetic field. It, first of all, task of navigation, task of allocation of abnormal fields for the purposes of geological prospecting, task of an estimation of influence on technical systems, including satellite, task of influence on biosystems, forecast of geomagnetic activity.

In connection with the discussed international scientific projects (International Geophysical Year, International Gelio-geophysical Year, International Polar Year and Electronic Geophysical Year) the problem of reorganization of system geomagnetic observatories of Russia has got the special urgency. The out-of-date equipment, graphic record, absence of telemetry make to impossible inclusion Russian MO in a global network and deprive the Russian and world scientific public of a practical opportunity of the scientific analysis of the geomagnetic data in all Russian longitude sector. By way of preparation and realizations of the specified International projects the conducting institutes of Russia should undertake the certain efforts on modernization of a Russian MO network.

IZMIRAN is sole organization in Russia developing and making the precision equipment on the basis of quartz magnetic sensors (**QMS**) for registration and research of geomagnetic variations. With this equipment are equipped all MO of Russia and many foreign observatories. The presence of the qualified experts and possessed experience, allows to carry out further perfection of modern quartz variation stations being a MO basis, on the basis of development **Bobrov-Burtsev-Belov**, which, as the wide experience of their operation on a number of Russia observatories and abroad has shown, are successfully used in the international programs, switching INTERMAGNET (observatories «Irkutsk», «Beijing», «Sodankuly»). One of last development in the field of creation of devices of new generation for MO on a QMS basis is the digital magnetic variation station (**DMVS**) «QUARTZ-4».

DMVS «QUARTZ-4», is intended for continuous measurement and registration in a digital kind of a vector of the Earth magnetic field (**VEMF**) component variations on a network Russian MO, and also in conditions unattended (**UT**) or seldom served (**SS**) of items of supervision. DMVS «QUARTZ-4» measures and accumulates in solid-state memory in a digital kind of three components VEMF variations importance and of temperature meaning of quartz magnetic measuring converters (**MMC**) in real time.

DMVS «QUARTZ-4» can be applied in forwarding conditions at realization of complex geophysical measurements and geological researches. At use of the device in field forwarding conditions, in UT or SS conditions of items of supervision the tax saved by the device (MMC of the device) data by the operator is stipulated through the special control panel (**SCP**) on the consecutive channel of connection with their subsequent swapping in the computer.

The nearest analogue «QUARTZ-4» is the domestic device DMVS «QUARTZ-3EM», developed in IZMIRAN [1, 2], which for more than ten years' term of operation in the different countries has shown high metrological characteristics satisfying to the modern requirements on accuracy and stability of the indications. Distinctive feature DMVS «QUARTZ-4» is that it is high stable, intellectual device of new generation with ample opportunities of program installation and change of various parameters of the circuit, opportunity of digital processing and filtration of the measurements, given during realization, opportunity of integration in the international system of data gathering *INTERMAGNET*.

The base complete set DMVS consists of the following basic units: the block of sensors (**BS**), adjusting platform (**AP**), block of electronics (**BE**), special control panel (**SCP**), block of measurement and accumulation of the information (**BMA**), power unit (**PU**), protective casing (**PC**) or container (**CO**) and complete set of connecting cables. BS includes three variometers, consisting from QMS D, H, Z with graduate by rings, coils of a feedback, photo converters and elements of exact adjustment on a magnetic field in a point of measurements, and also temperature sensor. AP contains elements of fastening QMS, liquid levels and elements of a platform adjusting.

BE includes an analog amplifiers, controller, analog-digital converter (**ADC**), serial port RS-232/485 and power supply. BE provides transfer of the data and information interchange with SCP (or BMA) on distance up to 3 ... 5 m, has maximum unmagnetic performance and settles down in immediate proximity from BS.

BMA contains microcontroller, timer, memory of the data and programs, graphic indicator, interface and power supply. On the graphic display of BMA the opportunity of a conclusion (demonstration) of the diagrams of measuring variations of VEMF in real time, conclusion of the diagram of measured temperature of an environment and construction three-hour **K-index** magnetic activity is stipulated. The opportunity of viewing on the display of the diagrams given before written down in memory of the device, opportunity of scaling measuring data on a temporary and peak scale, opportunity of an every measuring channel registration of the data with the maximal resolution MMC, and also opportunity of visualization of process of filling of memory of the device and control of a voltage of the power supply is stipulated. The accumulation of the data in BMA or personal computer in a continuous mode in MO conditions is stipulated through the consecutive channel of connection with speed not less than 9600 Bod. The timer managing work DMVS, has the channel of synchronization with GPS and opportunity of correction of a course of hours of real time. At use of the device in MO conditions the opportunity of escalating of system is stipulated by increase of number of measuring channels (for example, connection proton magnetometer, inclination device or other sensors).

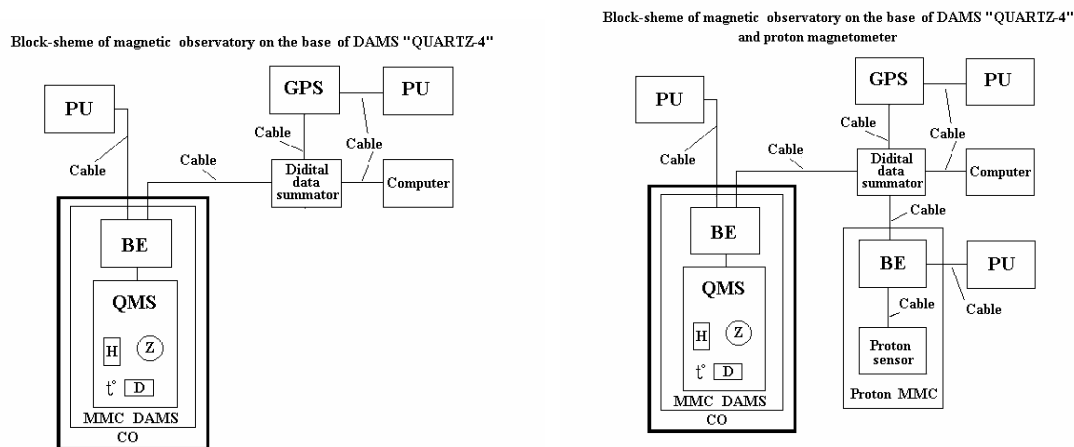
SCP is executed as the compact (portable) device of the minimal sizes and weight, which electro feeding is carried out from the built - in independent power supply, and includes a micro controller (controller, serial port RS-232), timer, memory of the data and programs, and also digital indicator. The size of the built - in non-volatile memory provides of the information output consistently and simultaneously from 3 ... 4 DMVS, working in a UT mode is independent.

The software provides organization of a database DMVS, opportunity of data processing for use them in a format, suitable for participation in the program *INTERMAGNET*. The software provides organization on DMVS «QUARTZ-4» base of system of the tax of the information by connection of additional measuring channels through the consecutive channel of communication. Three basic variants of performance of the device shown in the Table are stipulated.

Table

Variant of performance	Using	Components of a product						
		MMC	BMA	PU	SCP	Casing	Cable	Manual
«QUARTZ-4»	MO	+	+	+	-	-	+	+
«QUARTZ-4-01»	SS	+	+	+	-	PC	+	+
«QUARTZ-4-02»	UT	+	-	+	+	CO	+	+

The circuit of MMC construction for all variants of DMVS «QUARTZ-4» performance is identical functionally in completed unit and includes functional blocks: BS, AP (not demonstrate in *figure*) and BE. The MMC design, variants, specified in the *Table*, of performance of the device, is defined by conditions of its application. In *figure* the block diagrams of two possible variants of MO construction on DMVS «QUARTZ-4» base are submitted.



The AP design provides mutual orthogonality of QMS basic vectors to within 1 angular minute and rigid fixing rather each other. Variometers have the optical adaptation for QMS visual installation in relation to a direction of a VEMF horizontal component with an error no more than 5 angular minutes and liquid level with the accuracy of 1 angular minute. The temperature sensor established on AP has unmagnetic performance and thermal contact to the Z-variometer case.

All metal parts of BS, BE and SCP (BMA) of the device are made of unmagnetic materials, the connecting cables have water-resistant isolation.

DMVS «QUARTZ-4» is intended for continuous round-the-clock work in field conditions or in MO conditions, with BS and AP installation on unmagnetic pedestal of variational pavilion.

MMC in variant for SS performance has a protective casing from a unmagnetic material, on which cover the "bench-mark" line " for a binding of the block on azimuthal direction is designated. The MMC in UT variant of performance is established in the unmagnetic tight container, on which case the adaptations for orientation of a vertical axis of the container concerning a plane of a magnetic meridian are established. On the case of the container the tight socket for SCP connection is located. At work in UT conditions tight container with MMC it is supposed to dig in vertically in ground on depth more than 1 m, thus use elongate cable with hermetic socket for connection of the independent power supply and SCP is stipulated.

The circuit of construction of station provides its serviceability in field conditions (UT) at temperature of an air in limits from a minus 30 up to + 40°C. At work in conditions of an unmagnetic pavilion, for maintenance of high stability of measurements, temperature of an environment should be supported at a level (15±5)°C at incidental fluctuations in limits from 5 up to 30°C . At work in MO conditions temperature of an environment should be supported at a level (20±0,5)°C , the humidity of air should be supported in this case in limits from 55 up to 85%.

The basic characteristics of DAMS «QUARTZ-4».

- Measuring components of VEMF D, H, Z.
- Measuring dynamic range of variations on each component of VEMF ± 2000 nT (is scaled by programm).
- Frequency of data digitasing of variations from 0 up to 100 Hz.
- Sensitivity on each of measuring channels 0,1 nT.
- Sensitivity of the temperature measurement channel 0,1°C .
- Cycle of automatic measurements 0,1 ... 3600 s (is established by programm).
- Sensitivity to leveling of sensors, no more 1,5 nT/angular degree.

- The basic systematic error of measurements, no more ± 1 nT.
- Long-term instability zero - item in magnetic observatory conditions 0,25 nT/months.
- Range of working temperatures from a minus 30 up to + 40°C .
- Temperature factor everyone of variometers, no more $\pm 0,5$ nT/°C.
- Capacity of non-volatile memory of the data, not less 16 Mb.
- Voltage from a source of a constant current 12 ± 3 V.
- Consumed capacity, no more 5 W.
- Term of independent work of the device in UT mode with a 60 s cycle of measurement, not less ... 180 days.

Offered IZMIRAN today the technical decisions on equipment the MO modern DMVS and new intellectual devices (with system of remote control by process of measurements and transfer of the information), will allow considerably to automate process of measurement, to simplify reception of the demanded scientific data and will allow essentially to reduce expenses by construction of special pavilions, and also to reduce number of the personnel, serving them, that will result in economy of means.

Literature

1. High stable 3-component quartz magnetic variation station «Quartz-3EM». Prospect of IZMIRAN. Troitsk, 2004.
2. Burtsev Yu. A., Papitashvili V.O., Belov B.A., Lyubimov V.V. High stable 3-component digital quartz magnetic variometer system "Quartz-3D" // Workshop on geomagnetic observatories data acquisition and processing. Japan, 2004.
3. Liu ChangFa, Zang Ping, Liu Chujie, Wangjuyi and Zhang Weix. Geomagnetic digital recording system and observation at Beijing geomagnetic observatory center of China // Workshop on geomagnetic observatories data acquisition and processing. Paris, 1992.

ИСТОРИЯ МАГНИТНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В ИЗМИРАН: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, ...БУДУЩЕЕ???

Бурцев Ю.А., Головков В.П., Кузнецов В.Д., Любимов В.В.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк
lyubimov@izmiran.ru

Вся история института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (**ИЗМИРАН**) на протяжении многих лет была связана с созданием различных магнитометрических приборов и устройств для измерения постоянных и переменных магнитных полей. В ИЗМИРАН были разработаны и изготовлены серии цифровых магнитовариационных станций на основе кварцевых датчиков, трехкомпонентные феррозондовые магнитометры, а также другие модульные и компонентные магнитометры, предназначенные для проведения работ на обсерваториях, в полевых условиях, на море и в космосе. На территории России расположено четыре геомагнитных обсерваторий института. Это – Красная Пахра, Воейково (*одна из старейших в мире*), Красное озеро, Калининград. Сведения о среднегодовых значениях геомагнитного поля в этих обсерваториях наряду с данными свыше 20 других обсерваторий и 130 пунктов повторных наблюдений, позволяют раз в 5 лет строить карты изменений геомагнитного поля на территории России, которые широко используются в народном хозяйстве и в военном деле для магнитной картографии.

Период становления института в середине 50-х гг. прошлого столетия совпал с периодом обновления технических средств и методов исследования геомагнитного поля

(ГМП) во всем мире. В ИЗМИРАН этот процесс был представлен следующими направлениями деятельности: совершенствованием классических методов абсолютных измерений ГМП, совершенствованием вариационных приборов для магнитных обсерваторий (МО) в направлении увеличения их стабильности, созданием автономных станций для труднодоступных регионов с дистанционной визуализацией показаний, созданием средств измерения модуля и компонент поля с подвижных платформ (*корабль, самолет, ракета, спутник*), созданием метрологических средств поверки и определения параметров магнитометрических приборов. Создание магнитометров для измерения величины и направления поля в движении составило одну из основных работ института, в связи с задачами оснащения немагнитной шхуны «Заря» и создании приборов для измерения ГМП с ИСЗ и в дальнем космическом пространстве вблизи Луны, Венеры и Марса.

После окончания войны стали известны магнитометры, действие которых основано на разных эффектах, сопровождающих намагничивание ферромагнитного сердечника из материала с высокой магнитной проницаемостью одновременно переменным и постоянным магнитными полями. Они нашли применение в работах по размагничиванию кораблей и при поиске подводных лодок с самолетов. В ИЗМИРАН работа по созданию феррозондовых магнитометров (ФМ) была начата с исследования физики работы феррозондовых датчиков. Детальные исследования процессов в высокопроницаемом сердечнике, при одновременном его намагничивании переменным и постоянным полем, привели к заключению, что высокая стабильность при высокой чувствительности могут быть достигнуты при использовании датчиков типа второй гармоники. Приборы для измерения компонент магнитного поля с датчиками такого типа для немагнитной шхуны "Заря" были изготовлены в магнитной лаборатории института уже в 1956 г. При помощи этих приборов в течение более 40 лет проводились исследования компонент и модуля геомагнитного поля с немагнитной шхуны «Заря». За это время проведено изучение аномального геомагнитного поля вдоль маршрутов «Зари» в мировом океане. Измерения компонент и модуля поля над поверхностью суши и океана проводились со специально оборудованного самолета.

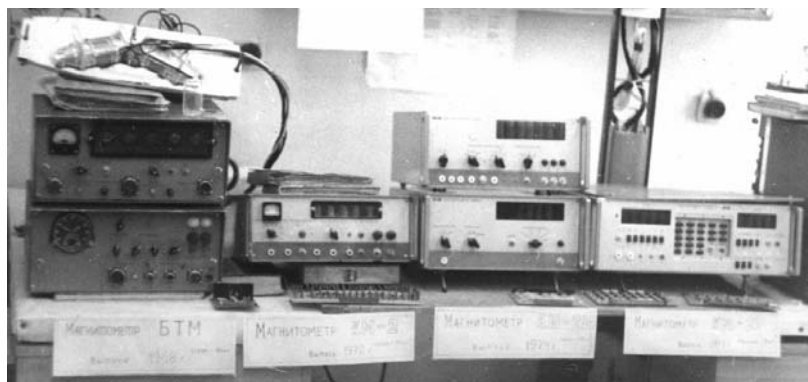
Описанный впервые *Паккардом* и *Варианом* абсолютный метод измерения ГМП основан на измерении частоты свободной прецессии суммарного магнитного момента ансамбля протонов в ГМП. Перспективность этого метода для геомагнитных исследований была очевидна, и им начали заниматься в институте и в ряде других организаций страны. Первый опытный образец протонного магнитометра (ПМ) под названием МПМ-1 был создан в ИЗМИРАН для установки на третьем ИСЗ, магнитометр МПМ-2 гетеродинного типа был установлен на шхуне "Заря". Для оснащения МО Советского Союза был разработан протонный магнитометр ПМ-1. На основе достижений современной полупроводниковой техники сотрудникам института удалось создать конструкцию малогабаритного протонного магнитометра ПМ-5, который был выпущен малой серией в 21 экземпляр в 1960-1961 гг.

В 1958 г. магнитологи ИЗМИРАН впервые в мире выполнили магнитные измерения с ИСЗ. Мировая магнитная съемка с ИСЗ начата в 1964 г. со спутника «Космос-49», оснащенного ПМ. Абсолютные значения модуля поля, измеренные на 75% поверхности Земли в то время, были использованы учеными разных стран для проверки и уточнения аналитических моделей геомагнитного поля тех эпох. Данные съемки принесли первые сведения о простирающихся до высот полета ИСЗ магнитных аномалий, источники которых локализуются в земной коре. Это положило начало новому методу в глобальной геофизике.

Во многом история ИЗМИРАН – это история исследования магнитных бурь и суббурь на поверхности Земли, в околоземном и межпланетном пространстве. Вначале с помощью сети наземных станций Советского Союза (30-40-е годы), затем с широким использованием магнитных измерений на ИСЗ и автоматических межпланетных станциях. В последние десятилетия прошлого века (80-90-е годы) большую роль приобрели исследования на полигонах в Арктике и Антарктике, оборудованных цифровыми магнитовариационными станциями, разработанными в ИЗМИРАН. Итогом этих работ явилось изучение общих закономерностей и особенностей магнитных бурь нескольких в период нескольких циклов солнечной активности, разработка детальной классификации магнитных возмущений,

исследование магнитосферно-ионосферных токов и межпланетных, ответственных за магнитные бури, МГД-возмущений, а также проведение их увязки с комплексом электромагнитных явлений в магнитосфере Земли, обнаружение связи магнитных возмущений со структурой межпланетного магнитного поля.

В 1958 г. в литературе появилось описание магнитометра, основанного на принципе оптической накачки и магнитного резонанса, получившего название – *квантовый магнитометр (КМ)*. КМ имеет преимущество перед ПМ из-за существенно меньшего энергопотребления на одно измерение, обладает более выгодным соотношением *сигнал/шум*, менее чувствителен к неоднородности поля, хотя уступает первому по точности. В 1967 г. в магнитной лаборатории института была разработана и создана конструкция и оптика двухкамерного датчика для КМ и выпущен первый квантовый магнитометр КЦМ-1, который был использован на ИСЗ "Космос-321. КЦМ-1 явился прототипом для созданных позднее в период с 1968 по 1985 гг. совместно с СКБ ФП целого ряда магнитометров для различных геофизических и прикладных задач, в том числе *для измерения на море*: БТМ, КМ-2, КМ-2М, КМ-2У, КМ-3, КМ-5, КМ-10; *для наземных измерений*: КМ-7, КМ-8; *для спутниковых измерений*: КМ-6.



Достижение высокой чувствительности КМ открыло возможность создания градиентометра с малой базой (порядка 5—6 см) для проведения измерений в несколько необычной области науки — *биомагнетизме*. Прибор был запатентован в ряде зарубежных стран. В 80-х гг. в институте совместно с биологами и медиками велись работы по измерению магнитных полей человека с использованием такого градиентометра на датчиках с оптической накачкой.

ГМП характеризуется величиной и направлением, модуль которого, измеряемый при помощи абсолютных приборов с высокой точностью, является не потенциальной функцией. Аналитические модели ГМП, построенные только по данным измерений модуля поля, плохо представляют ГМП, особенно в низких широтах. ФМ позволяют непосредственно измерять компоненты поля, если известна ориентация космического аппарата (*КА*) на малых высотах, при этом точность знания ориентации КА должна быть 10...20 угловых секунд для измерения компонент поля с точностью порядка 5...10 нТл. Для измерения поля с ИСЗ с точностью ориентации около 1 углового градуса был создан в 1982 г. трехкомпонентный магнитометр АМИ. В 1985-1987 гг. был разработан высокоточный трехкомпонентный феррозондовый магнитометр ФМ-2 с цифровой индикацией результатов измерений. Датчики магнитометра и весь блок электроники выполнены с применением новейших материалов и техники.

Дальнейшее совершенствование ФМ, ПМ и КМ потребовало создания измерительных средств высокой точности, аттестованных органами Госстандарта. Эта проблема была успешно решена в ИЗМИРАН совместно с СКБ ФП АН в 1982 г., когда были успешно завершены работы по созданию на территории института меры магнитной индукции (*ММИ*). Вся система создаваемых в ММИ и компенсируемых магнитных полей контролировалась при помощи КМ, а сверка и аттестация приборов проводилась при помощи эталонного ПМ.

Работы по созданию кварцевых магнитометров в ИЗМИРАН были начаты в 1948 г., когда была разработана первая конструкция полевого *Z-магнитометра* и универсальной крутильной кварцевой рамки. Основной вклад в развитие кварцевой магнитометрии внес **В.Н.Бобров**. Ему принадлежат самые удачные технические решения, защищенные более чем **30** авторскими свидетельствами, сделавшие кварцевый магнитный вариометр непревзойденным по основным метрологическим параметрам, необходимым для МО.

До шестидесятых годов прошлого столетия на МО нашей страны для регистрации вариаций магнитного поля Земли использовались вариационные приборы иностранного производства. Для регистрации вариаций вертикальной составляющей применялись – **магнитные весы** Эдельмана, Лакура, Шульца, Эшенгагена, Тепфера, для регистрации горизонтальной составляющей – ***H-вариометры*** тех же авторов, представляющие собой постоянный магнит с зеркалом, подвешенный на одной кварцевой нити (*унифиляре*) или двух нитях (*бифиляре*). Точность этих приборов была очень низка из-за влияния температуры, влажности и других факторов.

Уже более сорока лет на территории России, стран СНГ и бывших стран Варшавского договора для регистрации вариаций геомагнитного поля успешно используются кварцевые вариометры системы **В.Н.Боброва**. Эти вариометры легко вытеснили устаревшие зарубежные аналоги, так как измерительная часть приборов была выполнена целиком из кварца, температурный коэффициент линейного расширения которого составляет $1 \cdot 10^{-7}$, а температурный коэффициент магнитного момента магнитов, используемых для компенсации постоянной части измеряемого поля составляет $1 \cdot 10^{-6}$. Благодаря этому метрологические характеристики приборов обладают высокой стабильностью.

На основе универсального магниточувствительного элемента (**МЧЭ**) было создано около 10 тысяч кварцевых геомагнитных приборов для всей сети МО СССР, стран СЭВ и ряда капиталистических стран. С помощью СКБ ФП созданы полевые магнитовариационные станции (**МВС**), которые нашли широкое применение в геофизических исследованиях во всех частях земного шара, включая Арктику и Антарктику, где были использованы в период с 1976 по 1989 гг. одновременно от 5 до 12 автономных МВС «*Пингвин*». На основе астатического МЧЭ был разработан целый ряд новых геофизических приборов: астатический магнитометр, астатический гальванометр, гравиметр, наклономер, микробарограф и другие. Отличительной особенностью этих приборов является простота конструкции, малые габариты, высокая стабильность, малая зависимость от температуры, возможность дистанционного управления чувствительностью прибора и его амплитудно-частотными характеристиками путем воздействия на МЧЭ током обратной связи.

На большинстве обсерваторий России вариометры **В.Н.Боброва** еще используются в качестве контрольных приборов, - неприхотливых и безотказных в работе. Однако аналоговая форма регистрации вариаций на фотобумагу ограничивает возможности оперативного сбора, обработки и передачи информации о состоянии магнитного поля Земли. В результате в начале 80-х годов появились разработки цифровых вариационных станций, в которых в качестве чувствительных элементов использовались кварцевые датчики с фотоэлектрическими преобразователями.

В связи с обсуждаемыми в настоящее время научными проектами (*Международный геофизический год, Международный гелиофизический год, Международный полярный год и Электронный геофизический год*) перед ИЗМИРАН стоит проблема реорганизации системы собственных геомагнитных обсерваторий и обсерваторий России. Устаревшее оборудование, графическая аналоговая запись, отсутствие телеметрии делают невозможным сравнение результатов измерений, включение российских МО в мировую сеть и лишают научную общественность практической возможности научного анализа геомагнитных данных во всем российском долготном секторе. В плане подготовки и реализации указанных проектов ИЗМИРАН предпринимает определенные усилия прежде всего по модернизации сети российских МО.

ИЗМИРАН является единственной организацией в России, разрабатывающей и изготавливающей высокоточную аппаратуру для регистрации и исследования геомагнитных вариаций. Этой аппаратурой оснащены все отечественные МО. Разработанные в ИЗМИРАН магнитометры и МВС защищены более чем 50 авторскими свидетельствами РФ и патентами, в том числе и международными. Наличие квалифицированных специалистов и имеющийся опыт, позволяет проводить дальнейшее совершенствование современных кварцевых МВС, являющихся основой МО, которые, как показал большой опыт их эксплуатации на ряде обсерваторий России и за рубежом, успешно используются в международных программах, включая INTERMAGNET.

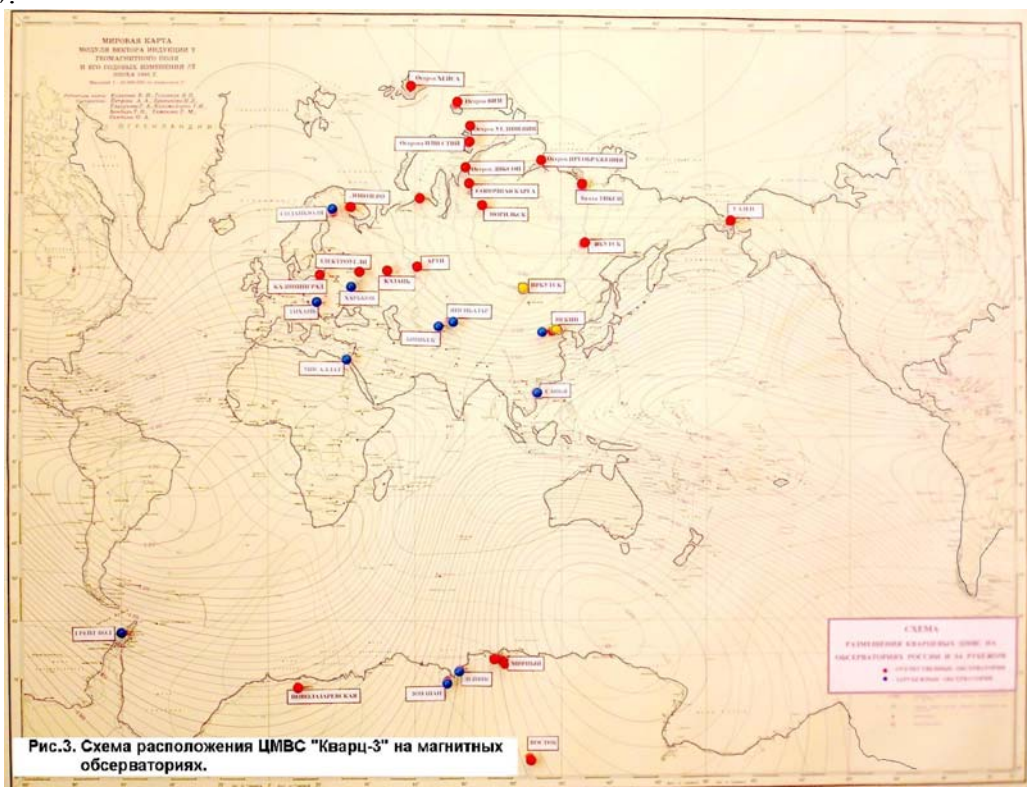
Создание современных магнитометрических приборов для научных исследований является сложной научно-технической задачей и для ее решения необходимо проведение ряда дополнительных исследований, разработка нового или приобретение необходимого современного отечественного и зарубежного оборудования и приборов, а также создание необходимого метрологического обеспечения работ на территории ИЗМИРАН. Для решения этой задачи в институте в настоящее время ведутся работы по реанимации метрологической базы и обеспечению условий проверки ранее и вновь выпускаемой уникальной научной магнитометрической аппаратуры.

Объединение усилий специалистов в создании магнитометрической аппаратуры нового поколения, новых способов и методов ее аттестации и поверки, создании оригинального программного продукта, в решении проблемы модернизации сети МО на территории РФ и организации единой системы сбора и обработки данных, совместимой с аналогичными системами мировой сети обсерваторий, позволит наилучшим образом помочь решению фундаментальных и прикладных задач в области земного магнетизма, солнечно-земной физики, а также для мониторинга в рамках программы "Космическая погода" и других прикладных задач. Вновь создаваемая в институте научная аппаратура является реальной реализацией его инновационной деятельности, выполненной на уровне мировых стандартов для обеспечения работ по различным международным проектам и демонстрации на специализированных выставках.

На базе вновь разрабатываемой магнитометрической аппаратуры различного типа для МО реализуется *новая концепция построения аппаратуры* такого класса, выраженная в «интеллектуализации» датчиков приборов, в максимальном приближении средств контроля и обработки получаемой информации к собственно измерительно-преобразовательной части приборов, улучшению эргономики и дизайна. Такой подход позволит реализовать идеи максимальной автоматизации измерений в МО и созданию автономных саморегулирующихся приборов, позволяющих максимально упростить труд оператора и значительно уменьшить количество обслуживающего персонала и использования необходимых для проведения исследований обсерваторских и специальных помещений.

Созданные в институте в 90-х гг. цифровые МВС (*ЦМВС*) серии «Кварц» обладают высокой стабильностью метрологических параметров, прежде всего стабильностью нуля, что очень важно для МО, тем более для автономных вариационных станций. Высокая стабильность нуля достигается благодаря тому, что в схеме фотоэлектрического преобразователя участвует фиксированное зеркало кварцевого МЧЭ. Для этого была выполнена разработка специального оптического преобразователя угла в электрический сигнал, исключающего механическое смещение фотоэлектрического преобразователя относительно кварцевого МЧЭ. Разработка и применение специальной оптической системы фотоэлектрического преобразователя угловых смещений в конструкции МВС, позволили максимально реализовать все достоинства кварцевого МЧЭ. В результате работ выпущена малая серия ЦМВС в количестве около 40 приборов под названием «Кварц-ЗЕМ», которые нашли широкое применение как в России, так и за рубежом (см. *фото*). Так, например, зона полярных сияний целиком перекрыта этими станциями от мыса Уэлен на крайнем востоке до обсерватории «Соданкюля» в Финляндии. В Антарктиде успешно работают 7 станций, из них две на китайских обсерваториях «Зон Шан» и «Грейт Вол», две станции на обсерватории

«Мирный», одна – на обсерватории «Новолазаревская» и две станции на обсерватории «Восток».



Приборы «Кварц-3Е» прошли презентацию и метрологическую проверку в Венгрии (1990 г.), в КНР и Финляндии (1991 г.) и презентацию во Франции (1992 г.). В настоящее время Центральная МО «Пекин» включена в международную программу ИНТЕРМАГНЕТ, МО «Иркутск» оснащенная таким же прибором «Кварц-3Е» также является участником проекта ИНТЕРМАГНЕТ. Все вариометры ЦМВС серии «Кварц-3Е», изготовленные в ИЗМИРАН для конкретных МО, обладают очень важным достоинством - малой зависимостью результатов измерений от наклонов постаментов.

В настоящее время в институте ведутся работы по созданию ЦМВС нового поколения на базе уже созданной, апробированной и хорошо зарекомендовавшей себя в работе ЦМВС серии «Кварц-3». Новый вариант ЦМВС под названием «Кварц-4» предназначен для



непрерывного измерения и регистрации в цифровом виде вариаций составляющих вектора ГМП на сети российских МО, а также в условиях необслуживаемых или редко обслуживаемых пунктов наблюдений. Отличительной особенностью ЦМВС «Кварц-4» является то, что она является высокостабильным, интеллектуальным и компьютеризованным прибором нового поколения с широкими возможностями программной установки и

изменения различных параметров схемы, возможностью цифровой обработки и фильтрации данных в процессе проведения измерений, возможностью интеграции в международную систему сбора данных ИНТЕРМАГНЕТ.

Вновь создаваемые в институте магнитометрические приборы на основе кварцевых, феррозондовых, протонных измерительных преобразователей нового поколения с использованием современной техники и технологий могут найти достаточно широкие области применения и использования в различных областях фундаментальной и прикладной науки и техники.

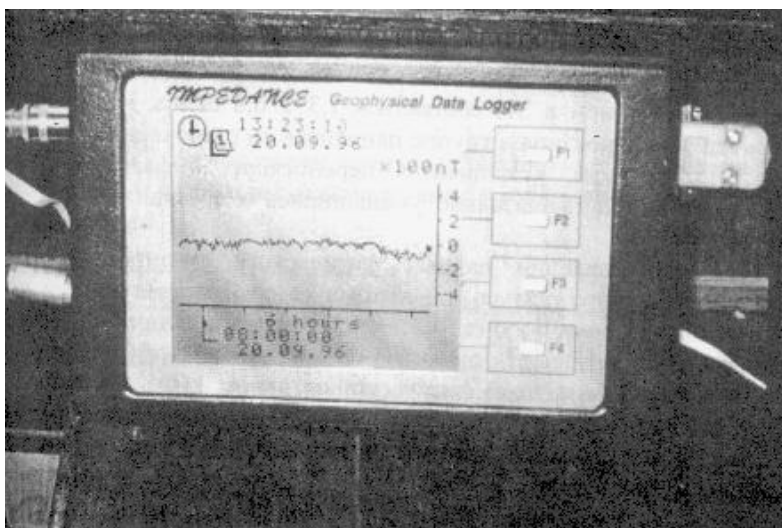
С начала 90-х гг. прошлого века по настоящее время сотрудниками ИЗМИРАН создано более 30 типов различных магнитометрических приборов, включающих в себя: ПМ и ФМ, кварцевые МВС, магнитометры переменного поля и другие приборы, предназначенные для проведения научно-исследовательских работ в области геофизики, медицины, магнитобиологии, для проведения электромагнитного мониторинга окружающей среды. Приборы использовались как в условиях МО, так и для проведения полевых геофизических работ. Особый класс диагностических магнитометров (*ДМ*), – *индикаторы магнитной бури*, впервые созданный для работы в условиях помещения, с успехом используется вот уже на протяжении многих лет в некоторых клиниках и медицинских учреждениях Москвы и других городов. Создано оригинальное программное обеспечение, позволяющее проводить работы в условиях города в локальных и гипогеомагнитных помещениях с повышенным уровнем искусственных электромагнитных шумов и помех.

Анализ научных публикаций последних лет, посвященных исследованию биологического действия электромагнитных полей (*ЭМП*) на органы и системы живого организма, показывает о наличии чувствительности к воздействиям ЭМП практически всех его основных физиологических систем. С появлением в начале 90-х гг. современных инструментов, позволяющих с высокой точностью контролировать процесс создания и параметры ЭМП при медико-биологических исследованиях и электромагнитном мониторинге (*ЭММ*) окружающей среды в помещениях, появилась реальная возможность систематизации проводимых работ, решения вопросов электромагнитной совместимости результатов исследований, их воспроизводимости и нормирования действия ЭМП на человека. Развитие современной бытовой техники и средств связи, когда реальное место проведения исследований может подвергаться влиянию нескольких различных типов источников ЭМП и излучений, ставит вопросы создания универсальных средств их обнаружения и инструментального контроля, позволяющих фиксировать спектральные характеристики ЭМП и его пространственный градиент в месте проведения эксперимента. На протяжении последних лет в ИЗМИРАН в этом направлении постоянно ведутся работы по созданию уникальных научных приборов, которые наряду с заданными специальными техническими параметрами должны обладать такими необходимыми характеристиками, как: *удобством применения в полевых и лабораторных условиях, надежностью, простотой в обращении и низкой стоимостью*. Активным толчком к разработке анализаторов спектра ЭМП послужили не только бурное развитие и внедрение компьютерной и офисной техники на рабочих местах, но и проводимые в институте научные исследования о влиянии естественных магнитных полей (*МП*) на организм человека. В период с 1990 г по настоящее время в институте создано несколько моделей новых приборов, позволяющих проводить измерение постоянных и переменных МП, осуществлять спектральный анализ и изучать их пространственные характеристики. В их число входят переносные магнитометры серии «*MAGIC*» и интеллектуальные магнитометры серии «*IMPEDANCE*».

Традиционным направлением в институте остается создание различных типов ДМ для проведения ЭММ и экологических исследований, в том числе для изучения естественных ЭМП. Так, в последние годы ведется разработка новых моделей *индикаторов магнитной бури (ИМБ)* и *регистраторов магнитной активности (РМА)* на базе цифровых систем сбора и накопления информации типа «*IDL*», позволяющих кроме магнитометрических подключать и другие датчики физических полей. Создан ряд новых ФМ

и ПМ для измерения и изучения градиента МП в пространстве и в различных средах. Приборы позволяют проводить измерение градиента МП как в статическом положении «измерительной базы», так и при ее перемещении в пространстве. При этом измерительная база может быть фиксированной («жесткой») или переменной длины.

Началом активного проведения исследовательских работ по изучению *биотропного* влияния естественных и искусственных электромагнитных полей на человека послужило создание опытного образца РМА IDL-04. Прибор предназначен для работы в помещениях любого типа и размера, с марта 1996 года используется для проведения мониторинговых работ и регистрации магнитных бурь в условиях города Москвы в Центральной клинической больнице №3 МПС. С его помощью организована непрерывная служба слежения за окружающей электромагнитной обстановкой в реальном масштабе времени, что позволяет



иметь постоянно данные о текущей возмущенности МП и своевременно проводить терапию магнитозависимых больных при начале магнитной бури. Созданный пакет оригинальных компьютерных программ, позволяет производить цифровую фильтрацию получаемых данных в условиях, где уровень техногенных помех в несколько раз превышает уровень реального сигнала. Использование РМА позволило в клинике на основе персонального компьютера создать собственный банк данных по мониторингу окружающей среды и регистрируемым магнитным бурям в условиях города, который постоянно пополняется новыми данными. ***Слежение за окружающей электромагнитной обстановкой в реальном времени помогает практической медицине в оказании своевременной помощи людям, подверженным повышенной чувствительности к изменениям магнитного поля в период геомагнитосферных возмущений и бурь.***

В последнее время у медиков все больший интерес вызывает проблема здоровья и защиты людей, по роду своей работы или деятельности длительное время находящихся в экранирующих естественные ЭМП герметически закрытых тонко- и толстостенных помещениях (например, в самолетах, в космических аппаратах, в морских судах, в закрытой военной технике, в подземных сооружениях, в метро и т.д.). При этом на организм человека воздействует "гипогеомагнитное поле" (ГГМП), - ***ослабленное ГМП***. С этой проблемой каждый житель большого города сталкивается постоянно. Оказывается, степень отрицательного воздействия, например, МП на живой организм, прямо пропорциональна длительности его пребывания в экранированном помещении и коэффициенту ослабления МП. Длительное воздействие ГГМП на человека приводит к снижению его работоспособности, негативному действию на его здоровье.

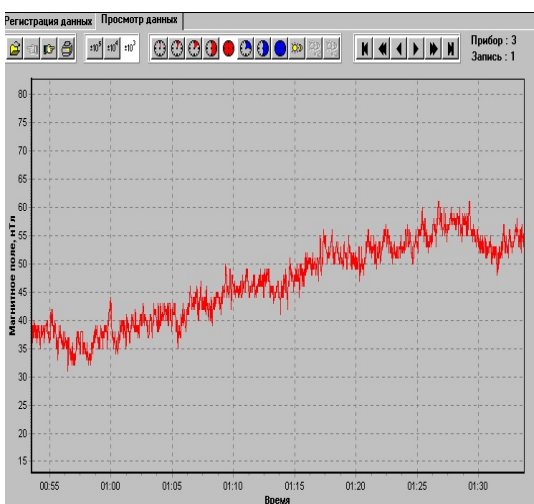
Еще в 1990 г. в ИЗМИРАН начались первые попытки по созданию инструментария, способного проводить работы по исследованию МП в локальных помещениях. Был создан целый ряд различных ДМ для визуализации МБ и анализаторов возмущенности МП, которые

прошли апробацию в различных научных экспедициях и исследовательских центрах. Один из созданных приборов МАГИК МФ-03-М вошел в «Перечень средств измерений...», рекомендуемых в «Приложении Г» к ГОСТ Р 51724-2001 как один из инструментов для контроля ГМП. Сотрудниками института постоянно ведутся инициативные работы по созданию на основе современной микропроцессорной техники интеллектуальных магнитометров (*ИМ*) для оценки гипер- и гипوماгнитных полей.

Последние достижения в области интегральной и микропроцессорной техники позволили перейти к созданию нового поколения научно-исследовательской аппаратуры, отличающейся не только улучшенными техническими характеристиками, но и позволяющей получать качественно новую информацию о процессах, происходящих в Земной коре, в воздушной и водной окружающей среде. Новое поколение микропроцессорной измерительно-вычислительной техники существенно расширило функции приборов и заметно улучшило их технические характеристики. В течение последних лет в ИЗМИРАН активно проводились инициативные работы в нескольких направлениях по созданию интеллектуальных переносных малогабаритных приборов на основе современных достижений микропроцессорной техники и на современной элементной базе. Так в начале 2003 г. был разработан опытный образец и на его основе выпущена малая серия переносных ФМ *MAGIC МФ-03-Р*, позволяющих решать большой круг научно-исследовательских задач в области геофизики, медицины и магнитобиологии, использовать их для проведения электромагнитного мониторинга окружающей среды в локальных помещениях и для общеобразовательных целей. ДМ «МАГИК МФ-03-РМ» является новой современной разработкой и усовершенствованием ранее выпускаемых ИЗМИРАН моделей. Эти приборы хорошо зарекомендовали себя в различных условиях применения, в том числе для проведения научных, метрологических, медико-биологических, мониторинговых исследований в различных экспедициях РАН на территории России и за рубежом.

Первая модель носимого феррозондового градиентометра «ГРАДИМАГ GF-01» была разработана в 2002 г. Прибор получился достаточно компактным, состоящим из двух соединяющихся между собой блоков, и позволяет проводить исследования аномалий МП как в движении, так и в статике. Прибор вместе с ДМ «МФ-03-РМ» был представлен в 2003 г. в качестве достижений института в Выставочном центре РАН.

В настоящее время в ИЗМИРАН закончены работы по созданию нового варианта интеллектуального магнитометра-градиентометра под названием «GF-02» на основе феррозондовых датчиков нового типа, созданных на основе измерительных преобразователей поле-частота, и позволяющих увеличить измерительную базу. Создано новое оригинальное программное обеспечение, позволяющее максимально упростить и автоматизировать процесс измерения, процесс вычисления расстояния до исследуемого объекта и визуализацию получаемых результатов.



Вновь создаваемые в институте магнитометрические приборы на основе кварцевых, феррозондовых, протонных измерительных преобразователей нового поколения с использованием современной техники и технологий могут найти достаточно широкое применение в различных областях фундаментальной и прикладной науки и техники, использоваться для специальных и поисковых работ, а также для общеобразовательных целей. Более подробно с основными техническими и эксплуатационными характеристиками выпускаемых в институте в настоящее время магнитометрических приборов можно ознакомиться в прилагаемой литературе и на сайте: <http://www.pribory-magic.narod.ru>.



HISTORY OF MAGNETIC INSTRUMENT MAKING IN IZMIRAN: THE PAST, PRESENT, ... FUTURE???

Burtsev Yu.A., Golovkov V.P., Kusnetsov V.D., Lyubimov V.V.

*Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere
and radio wave propagation (IZMIRAN) of RAS, Troitsk
lyubimov@izmiran.ru*

All history of institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation (IZMIRAN) during many years was connected to creation various of magnetometrical instruments and devices for measurement of constant and variable magnetic fields. In IZMIRAN were developed and series digital of magnetic variation stations are made on the basis of quartz sensors, three component fluxgate magnetometers, and also others modular and component magnetometers, intended for realization of works on observatories, in field conditions, by the sea and in space. In territory of Russia four are located geomagnetic observatories of institute. It are named "Krasnaya Pahra", "Voeikovo" (one of oldest in the world), "Krasnoe Ozero" and "Kaliningrad". The items of information about middle years meanings of a geomagnetic field in these observatories alongside with the data more than others 20 observatories and 130 items of repeated supervision, allow of time per 5 years to build cards of changes of a geomagnetic field in territory of Russia, which are widely used in a national economy and in military business for magnetic cartography.

In paper the history of development of magnetic instrument making in institute in the period since 1957 till the present time is shown, the stages of creation of a various type of the magnetometrical equipment intended for realization of scientific geophysical researches in various conditions and environments are submitted. The created equipment used now in magnetic observatories and the research centers, and also new toolkit developed recently for needs of a science and medicine is shown.

THE MATHEMATICIAN J.H. LAMBERT AND THE BEGINNINGS OF THE SOCIETAS METEOROLOGICA PALATINA

Peter Winkler

*Meteorological Observatory Hohenpeissenberg
Albin Schwaiger Weg 10, D-82383 Hohenpeissenberg, Germany
pu_winkler@t-online.de*

When the Munich Academy of Sciences was founded in 1759 one of the founding members was the mechanist Brander from the neighbor-city Augsburg. He was in close contact with the mathematician Johann Heinrich Lambert ((1728–1777, Fig. 1) who lived in Augsburg at that time also. In 1760 Lambert was asked to become a member of the Academy of Science also and he obtained an honorary of 800 fl¹ per year. For this money he had to write three scientific articles per year. In 1761 he wrote a paper entitled „Entwurf des akademischen Systems in seinen Theilen, und deren Verbindungen; dann eines dreyfachen Tagregisters, vom Prof. Lambert 1761“ (in translation: *Concept of an academic system in its parts, and their interconnections, in addition a threefold daily register*). This article was only printed in Westenrieders History of The Academy of Science (1784). Therefore it is almost not known, but it can be concluded from many parallelisms to the observing scheme of the Societas Meteorologica Palatina that it was well known and that it has been used when the society was organized.

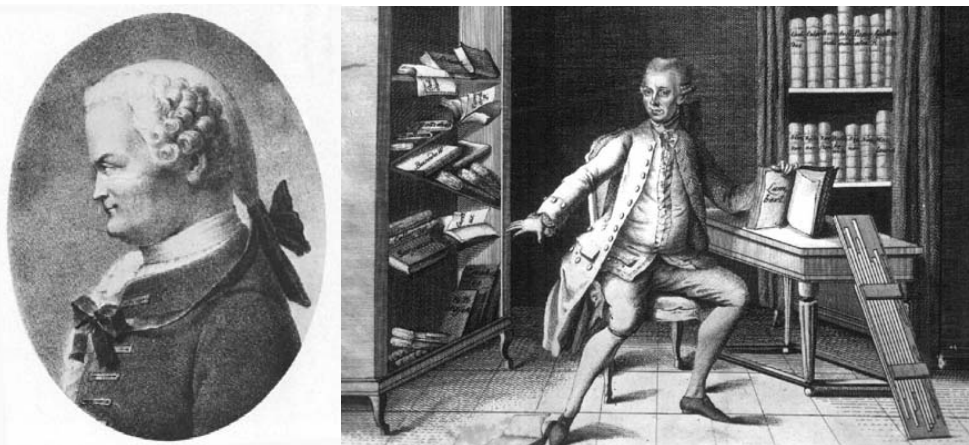


Fig. 1 Johann Heinrich Lambert (1728-1778)

Lamberts paper “Concept of an academic system...” was not intended to organize the Academy of Sciences rather than to give advice to the members of the academy how to perform useful work for progress in important fields of public interest. In the first paragraphs he pointed out that the Academy has two tasks: 1) to expand knowledge in all fields of science and 2) to apply and spread the knowledge in the country. Lambert was disappointed insofar, as nobody seemed to take notice of his ideas. He even was angry about the Academy that the head did not express any thanks for the delivery of his concept and that nobody excused for possibly having overlooked his work. As a consequence he asked for suspension from his commitments in 1762, which was approved, but the academy tried to take advantage of his huge knowledge for the benefit of the academy by paying a reduced sum of money. Lambert went to Berlin in 1764 at the recommendation of his friends Leonhard Euler and Johann Bernoulli. Originally, Lambert had planned to settle in St. Petersburg where he expected to obtain a position according to his capabilities. The reason, why he did not realize this plan, is not known. Instead, Euler became member of the Russian Academy of Science in St. Petersburg in 1766.

Lambert was a quaint man in many regards. His quaintness was so large, that lads run after him when he visited the Swiss city of Zurich in 1759. When he thought about physical or

¹ fl = florins

mathematical problems, he could forget where he was. People called him therefore “the man of the moon”. In some anecdotes it is reported that in an exclusive coffee house in Berlin he could enter, pull his epee and fight for half an hour before a mirror without realizing, where he was. He observed and thought about that what he did. When he finished he greeted the other attendees and left for going home and writing a scientific treatise. His knowledge of the German language was estimated to be poor or even full of idiotism (Laas, 1883).

In his above mentioned paper postulated long-term daily observations in three areas:

agriculture, including meteorology
economy
medicine

His intention was, that progress in these fields could be reached by three observations per day. With the growing number of data he expected to be able to recognize interrelations in these complex fields of public interest. Here, it is of importance to look into his ideas in more detail with respect to meteorology. His hope was even to become able to do weather forecasts once enough observations were available.

Lambert postulated to measure the following meteorological parameters three times per day, i.e. in the morning, noon and evening:

- barometer
- thermometer, (during bright weather, Lambert postulated to read the instrument every hour in the sun and in the shadow)
- evaporation
- begin, end and amount of precipitation
- begin and end of sunshine
- soil temperature in ½, 1, 2, 3, 4 feet depth
- soil coverage by snow and duration
- current state of soil: moist or dry
- to read a gauge at the border of rivers
- to notice the appearance of the heaven (cloudiness), wind direction (eight classes) and force, and he recommended to use the following symbols:

- I. ☉ totally clear,
☽ mostly clear,
- II. ☁ changing, more clouds,
☁ overcast
- III. ☔ rain,
❄ snow,
⚡ thunderstorm,
♂ wind

Once meteorological instruments were installed and observed he recommended observing also magnetic instruments.

Lambert did not only describe the parameters to be observed, he also spend a large section of the paper to describe a method how to measure the atmospheric humidity and how to calibrate instruments. This is of importance because he officially published his paper on hygrometry only much later and not until 1774.

In addition, he pointed out how to evaluate the data: The data should be averaged monthly to obtain yearly cycles. Much later he gave examples how he expected to present the data in graphs (Fig. 2). These techniques were described in his book on pyrometry published in 1779. This book was outlined already in 1756 but he completed it not before friends did urge him in 1778/79. His method of data evaluation could be appropriate to describe the climate of a certain location. In order to find out whether the moon would have an influence on weather, he recommend to average the

observations for those days when the moon was standing in various sections of the eclipse or for the four phases of the moon.

1735	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Jun.						1		4	8	9	4	4					
Jul.												21	7	3			
Aug.												9	10	5	1		
Sept.											1	15	8	5			
Oct.										1	6	16	7	1			
Nov.					1	9	3	1	6	7	3						
Dec.				5	14	12											
1736																	
Jan.		3	4	12	10	2											
Febr.	1	4	8	11	4	1											
Mart.			1	5	17	5	3										
Apr.				1	5	7	10	5	2								
May						1	2	5		13	3	7					
Jun.										1	6	18	2	3			
Jul.												4	4	7	7	8	1
Aug.												1	7	14	8		1
Sept.											3	5	11	8	3		
Oct.					5	3	6	16	8	6	5	7	2				
Nov.																	

Fig. 2: Graph of the frequency of given temperatures, reached at a number of days during a month for the years 1735 and (from Lambert, 1779, figure 35.). This technique depicts the yearly cycle of the temperature as well as the extremes.

Yearly averages should be calculated also. He recommended comparing various parameters, for example soil temperature and amount of precipitation or snow. This should help to understand the complex interactions between atmosphere and soil, which is important for the influence of weather on agriculture.

From these examples it becomes clear that Hemmer, the founder of the Societas Meteorologica Palatina, must have known Lamberts ideas and that he accepted many of Lamberts recommendations, which he incorporated in the daily observation scheme of the stations. Thus, Lamberts intentions became known in the whole station network of the Societas Meteorologica Palatina.

Lamberts influence on the development of instruments

The central station Mannheim of the Societas Palatina or the network stations bought many instruments from the Augsburgian mechanist Georg Friedrich Brander (1713-1783). As mentioned above, Lambert had close contact to this famous mechanist Brander, when he lived in Augsburg. For many of the instruments, which Brander built, Lambert had provided the theoretical basis. Both scientists corresponded also, after Lambert had left Augsburg to go for Berlin in 1764. One of Branders specialities were micrometers, which he could manufacture very precisely with a distance on 1/100 mm. Brander also developed a glass nonius divided into 10 sections and he defended against the Lamberts reproach that glass would be fragile. Nevertheless, Lambert was impressed by the accuracy of Branders micrometers and he wrote a relevant paper (Lambert, 1768). Other examples, where Brander used Lamberts theory, are a proportional pair of compasses, hygrometers, quadrants and balances (Brachner, 1983). Some, but not all of the stations of the Palatina Society used Brander/Lamberts hygrometer, e.g. Kremsmünster in Austria.

Whether Brander had delivered astronomical or meteorological instruments to Russian stations is not known. However, he was talented enough to obtain two invitations in 1753 and 1754

(Cantor, 1876) to go to Petersburg and he obtained a monetary gratification from his city Augsburg for staying in his home city.

Conclusions

The Societas Meteorologica Palatina made use of Lamberts recommendations with regard to meteorological observations and data evaluation. Due to Lamberts friendship with Euler it is not wrong to assume that many of his ideas had also an influence on the development of the Russian Academy of Sciences in St. Petersburg.

Literature:

1. Brachner, A. (Hrsg.): G. F. Brander, 1713 - 1783, wissenschaftliche Instrumente aus seiner Werkstatt, München, Deutsches Museum, 1983.
2. Cantor, M.: Georg Friedrich Brander 1713-1783. In: Allgemeine Deutsche Biographie, Vol. 3, pp. 240-241, Dunker und Humblot, Leipzig, 1876.
3. Laas, E.: Lambert, Johann Heinrich, 1728 bis 1777 In: Allgemeine Deutsche Biographie, Vol. 17, pp. 552-556, Dunker und Humblot, Leipzig, 1883.
4. Lambert J.H., „Entwurf des akademischen Systems in seinen Theilen, und deren Verbindungen; dann eines dreyfachen Tagregisters, vom Prof. Lambert 1761“ In: L. Westenrieder, Geschichte der baierischen Akademie der Wissenschaften, Teil 1, S. 482 – 531, 1784.
5. Lambert, J. H. : Lamberts Anmerkungen über die Branderschen Mikrometer von Glase. Verlag E. Kletts sel. Wittib, Augsburg, 1769
6. Lambert, J. H. Essai d'hygrométrie ou sur la mesure de l'humidité : Verlag E. Kletts sel. Wittib, Augsburg, 1774
7. Lambert, J. H.: Pyrometrie oder vom Maaße des Feuers und der Wärme. Berlin, 1779.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ В ЭПИЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Гвоздарев А.Ю., Дмитриев А.Н. *, Шитов А.В.

Горно-Алтайский государственный университет

**Институт геологии СО РАН*

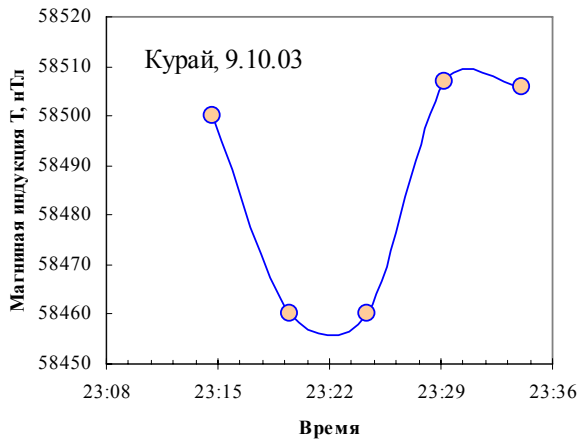
В настоящее время в связи с поиском предвестников землетрясений продолжается развитие исследований аномальных геомагнитных вариаций в эпицентральных зонах землетрясений. На наличие магнитных вариаций в зонах землетрясений указывали многие исследователи [1-4]. Подобные вариации были обнаружены и в случае Алтайского землетрясения. Результаты их исследования в экспедициях 2003-2004 гг., проведенных Горно-Алтайским госуниверситетом (ГАГУ), приводятся в данной работе.

Вариации магнитного поля в районе землетрясения в 2003 г.

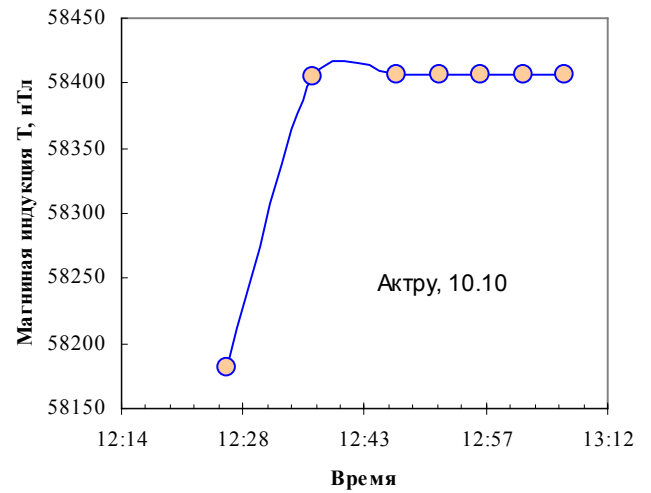
Впервые вариации магнитного поля амплитудой до 200 нТл, по всей видимости, связанные с сейсмическим процессом, были зарегистрированы нами в экспедиции в эпицентральной зоне в октябре 2003 г., спустя две недели после землетрясения [1]. Измерения полного вектора индукции магнитного поля проводились при помощи квантового магнитометра ММП-303. В пяти пунктах измерялись вариации магнитного поля, обычно в течение часа. При этом измерения проводились раз в 10, 5 или 1 минуту. В четырех случаях были обнаружены вариации магнитного поля в виде всплесков, (см. рис.1). Амплитуда вариаций, видимо, зависела от расстояния до эпицентра, и так как во время экспедиции толчки происходили в районе Актру, здесь и зарегистрированы наиболее сильные вариации (во время измерений с гор сходили лавины, вызванные толчками). Вечерние вариации наблюдались на фоне понижения магнитного поля со скоростью около 8 нТл/час, начинающегося около 20:45 и, видимо, связанного с суточной вариацией (показано пунктиром на рис 1в) Интересно, что знак вариаций по разную сторону от Северо-Чуйского хребта, где располагался эпицентр, менялся на противоположный: в Курае и Актру поле убывало, а в Бельтире росло. Это свойство, если оно подтвердится, при достаточно частой магнитометрической сети может позволить локализовать источник вариации. Пока неясно, связаны ли вариации с моментами толчков или предшествуют им: для этого слишком мало информации.

Исследование вариаций магнитного поля в 2004 г.

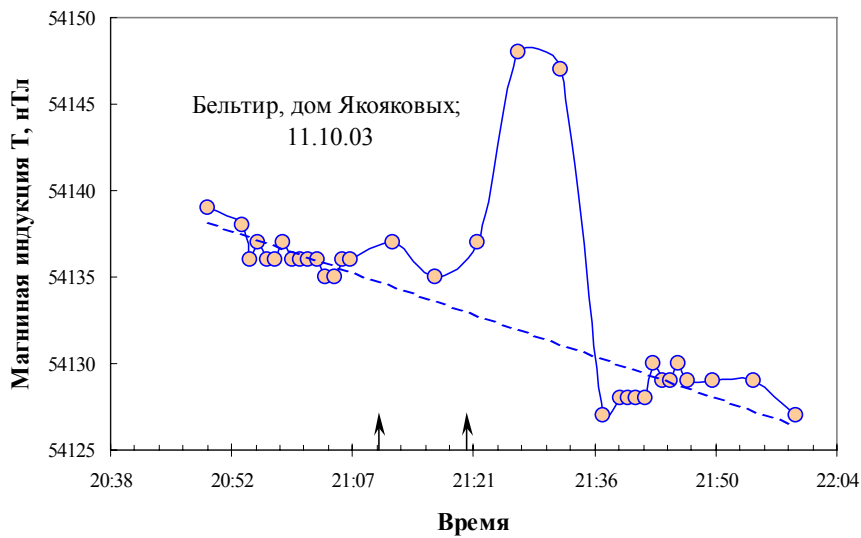
Летом и осенью 2004 г. экспедицией ГАГУ проводились геофизические исследования в эпицентральной зоне Алтайского (Чуйского) землетрясения. Измерения проводились при помощи квантового магнитометра ММП-303 с чувствительностью 0.1 нТл и дискретизацией по времени 1 мин. Результаты измерений сравнивались с данными обсерватории «Ключи» в Новосибирске, которые были любезно предоставлены нам Хомутовым С.Ю., и результатами измерений в Акташе, предоставленными П.Г. Дядьковым (Институт геофизики СО РАН), которому нам также приятно высказать свою благодарность. Сравнение показало, что как в спокойных, так и в возмущенных условиях магнитное поле в Новосибирске и на Алтае меняется по-разному. Например, в случае измерений вблизи лагеря экспедиции на р. Бар-Бургазы в спокойных геомагнитных условиях (изменение поля на р. Бар-Бургазы представляло собой гладкую кривую с квазисинусоидальными колебаниями поля около нее амплитудой около 0.5 нТл и периодом около 6 минут), ход изменения поля на Бар-Бургазы и в Новосибирске имел разный знак: в Новосибирске поле в это время уменьшалось, а на Бар-Бургазы росло. Была заметна и большая амплитуда квазисинусоидальных колебаний в Новосибирске, и их менее регулярный характер. Таким образом, подтвердился вывод С.Ю. Хомутова [5] о том, что измерения новосибирской обсерватории не могут являться базовыми для Горного Алтая. Здесь необходима своя обсерватория.



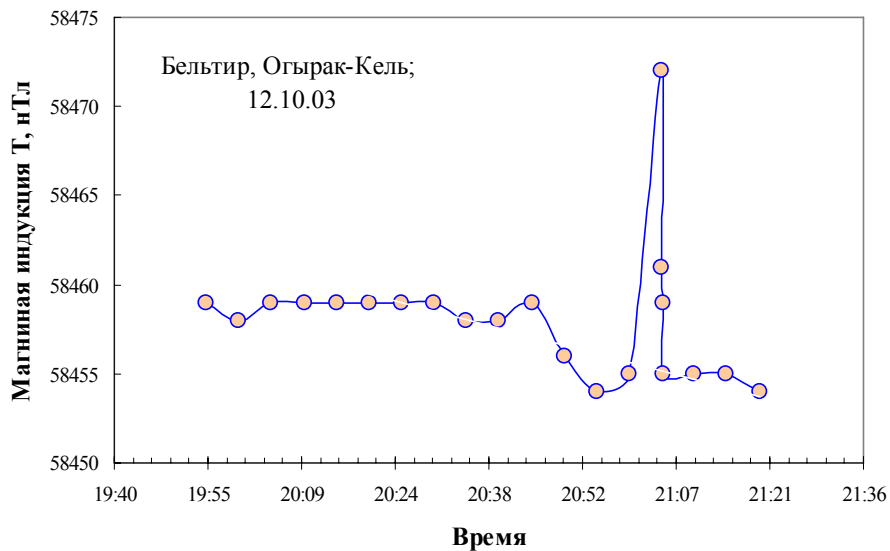
а



б



в



г

Рис. 1. Вариации магнитного поля, зарегистрированные в районе землетрясения. Вечерние вариации наблюдались на фоне понижения магнитного поля со скоростью около 8 нТл/час, начинающегося в 20:45 и, видимо, связанного с суточной вариацией (показано пунктиром на рис 1в). Стрелочками на рис.1в показаны моменты ощутимых толчков.

Пример измерений в возмущенных геомагнитных условиях приведен на рис. 2 (они проводились ночью 25-26 июля в окрестностях Бельтира, у сейсмооползня, и проходили на фоне магнитной бури). В целом бросается в глаза схожий характер изменения поля вблизи оползня и в Новосибирске в начале (до 23:00) и в конце кривых (после 2:00), что, видимо, связано с влиянием крупномасштабных источников поля в магнитосфере и полярной ионосфере Земли. Характерно, что изменение поля в Бельтире характеризуется гораздо меньшей амплитудой (около 40 нТл за время измерений, в Новосибирске – около 100 нТл), что связано с большей удаленностью Алтая от полярной зоны, где находятся основные источники вариаций поля во время магнитной бури. Заметим, что такое же соотношение сохраняется и после вычета из кривых линейного тренда.

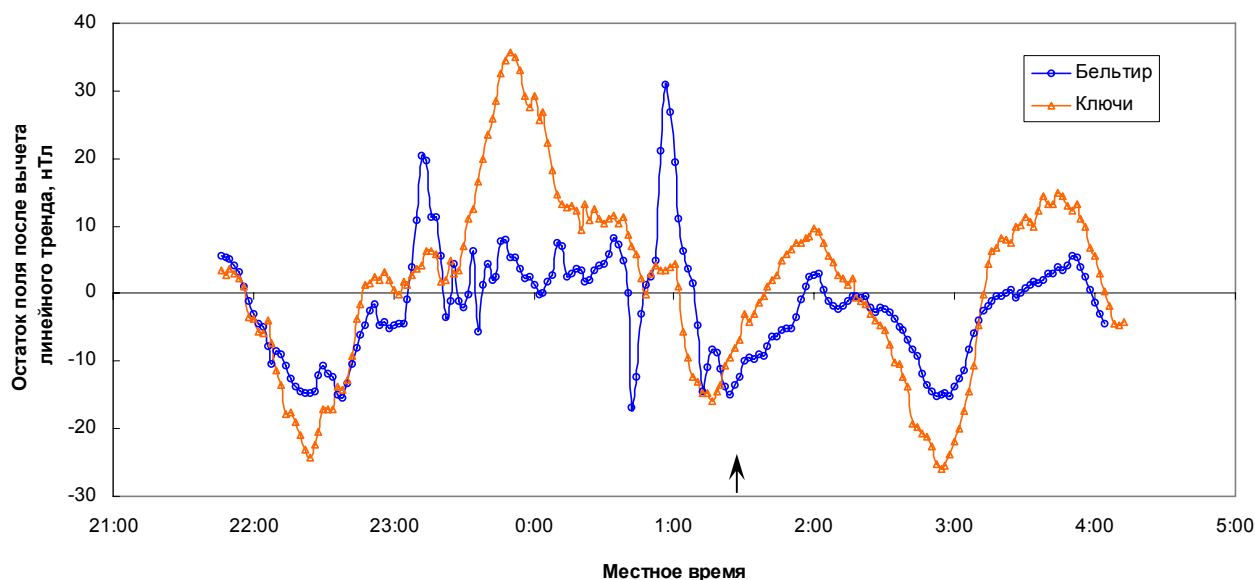


Рис. 2. Изменение магнитного поля у подножия оползня в долине р. Галтуры в ночь с 25.07 на 26.07.2004: на графиках приведен остаток полного вектора поля после вычета линейного тренда. Стрелкой показан момент ночного обвала на оползне.

С другой стороны, наблюдается сильное отличие характера вариаций с 23:00 до 1:00 по местному времени. Такое отличие можно рассматривать как результат влияния местного источника поля ионосферного или литосферного происхождения. Также заметна большая изрезанность кривой, полученной в эпицентральной зоне, что также указывает на наличие локальных источников поля. Интересно, что амплитуда всплесков около 23:00 и около 1:00 местного времени (см. рис. 2) выше на Алтае, чем в Новосибирске, что позволяет предположить местное расположение источников поля (в данных по Новосибирску эти всплески прослеживаются только в северной компоненте). Заметим, что после этого, около 1:30 слышался подземный гул, удары и на оползне произошел большой обвал. Исследование динамических спектров вариаций показало, что перед этим, как в Бельтире, так и в Акташе наблюдалось снижение амплитуды поля на высоких частотах, а непосредственно перед толчком (около 1:00) произошло широкополосное возмущение колебаний. Интересно, что в спектрах магнитных вариаций в Бельтире наблюдаются максимумы на частотах около 0.005, 0.006, 0.0073 Гц (в данных из Акташа эти максимумы четко не проявлены).

Действительно, по литературным данным известны локальные ионосферные возмущения, связанные с очагами землетрясений. В работах [6-7] сообщалось о повышении потока электронов и температуры плазмы на спутниковых орбитах над активными разломами в период сейсмической активизации. Таким образом, существование локальных магнитных источников в сейсмической зоне вполне возможно.

Всплески поля, подобные зарегистрированным нами в 2003 году (см.рис.1), в этот раз удалось обнаружить лишь один раз в результате достаточно длительных (15 часов) наблюдений на р. Актру, «на перевалке» – в 3:13 и 9:35 местного времени 22.09.2004 г. Таким образом, налицо уменьшение частоты встречаемости и амплитуды этих импульсов по сравнению с прошлым годом. Согласно сведениям местных жителей, за несколько дней до этого произошел заметный толчок, так что возможно, что замеченные нами всплески поля имеют сейсмогенную природу. Отметим, что толчков в момент регистрации не ощущалось.

В работе [5] было высказано мнение, что эти измерения вызваны реакцией магнитометра на сейсмический сигнал, а не на магнитное поле. Однако в [1] каждое измерение, как правило, дублировалось, и при этом получалось одинаковое отклонение от спокойного поля. Таким образом, можно предположить, что наряду с работой «в режиме сеймоприемника» существует и реальный магнитный эффект. Поэтому необходимо сопоставлять магнитные измерения с сейсмическими данными для контроля, что и планируется осуществить на следующем этапе работ.

Выводы

1. Изучение локальных геомагнитных вариаций на территории Горного Алтая является информативным методом получения сведений о геоактивных процессах.
2. Результаты измерений геомагнитных вариаций свидетельствуют о наличии локальных источников магнитного поля литосферного или ионосферного происхождения в эпицентральной зоне землетрясения.
3. Необходимо расширить сеть измерений геомагнитного поля и его вариаций на территорию Горного Алтая, опираясь на обсерватория «Ключи» в Новосибирске.

Литература

1. *Гвоздарев А.Ю., Драчев С.С., Трифанова С.В., Шитов А.В.* Результаты исследований геофизических полей в эпицентральной зоне Алтайского землетрясения экспедицией ГАГУ // Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики, последствия: Материалы науч.-практ. конф. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2004. – С. 127-133.
2. *Гульельми А.В., Левшенко В.Т.* Электромагнитный сигнал из очага землетрясения // Физика Земли. – 1997.- № 9. – С. 22-30.
3. *Копытенко Ю.А., Матиашвили Т.Г., Воронов П.М., Копытенко Е.А.* Эффекты в ультранизкочастотном диапазоне переменного магнитного поля, связанного с его афтершоковой активностью // Российский геофиз. журнал. – 1998. - № 11/12. – С. 73 – 77.
4. *Левшенко В.Т.* Результаты и перспективы исследований сверхнизкочастотных литосферных электромагнитных сигналов // Физика Земли – 1998. - № 11. – С. 82 – 85.
5. *Кузнецов В.В., Хомутов С.Ю.* Результаты наблюдений атмосферного электричества, геомагнитного поля и инфразвука в период афтершоковой активности Чуйского землетрясения (Алтай, 27.09.2003) // Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики, последствия: Материалы науч.-практ. конф. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2004. – С. 66-81.
6. *Ларкина В.И., Мигулин В.В., Сергеева Н.Г., Сенин Б.В.* Электромагнитное излучение над глубинными разломами по измерениям на спутнике // ДАН. – 1998. – Т. 360, №6. – С.814-818.
7. *Мигулин В.В., Ларкина В.И., Сергеева Н.Г., Сенин Б.В.* Отражение региональных структур литосферы в спутниковых наблюдениях // ДАН. – 1997. – Т. 357, №2. – С.252-254.

ГЕОМАГНИТНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ОБСЕРВАТОРИИ ЯКУТСК И НА ЯКУТСКОЙ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ЦЕПОЧКЕ

Данилов А.А., Соловьев С.И., Баишев Д.Г., Макаров Г.А.

Институт космических исследований и аэронавтики им.Ю.Г.Шафера СО РАН
baishev@ikfia.ysn.ru

Магнитные наблюдения в Якутии начались с 1932 г., когда во время 2-го Международного полярного года была создана магнитная станция в Якутске. Она участвовала в проведении Генеральной магнитной съемки на территории СССР. В то время сеть магнитных станций СССР была весьма редкой и станции располагались в основном в европейской части страны. Поэтому организация геомагнитных наблюдений в Якутске была очень важна для различных предприятий геофизического и геологического профиля, действующих на территории Якутии.

В 1960 г. станция была передана в ведение ИКФИА (в то время лаборатории физико-технических проблем). Для решения задач по усовершенствованию магнитного оборудования, устранению промышленных помех и проведению научных исследований была организована научно-исследовательская лаборатория и построена новая магнитная станция. Руководителем лаборатории был назначен А.А.Данилов.

Магнитная обсерватория была построена в 1964 г. на новом месте, южнее Якутска на 10 км (Рис.1). Магнитные приборы были полностью заменены на новые, отвечающие требованиям



Рис.1. Магнитная обсерватория Якутск.

того времени. В этом деле большую помощь оказал заместитель директора ИЗМИРАН д.ф.-м.н. Ю.Д.Калинин. Новые вариометры обладали хорошими статическими и динамическими характеристиками, а протонный магнитометр позволял измерять абсолютный уровень геомагнитного поля с высокой точностью. В результате принятых мер ранее отсталая магнитная станция, работавшая на уровне экспедиционных измерений поля, превратилась в опорный пункт наблюдений векового хода и вошла в число пяти лучших магнитных обсерваторий СССР.

В период строительства новой обсерватории была начата подготовка по созданию экспериментальной базы для регистрации короткопериодных колебаний (КПК) геомагнитного поля с периодами от 0,5 до сотен секунд, в дальнейшем получивших название геомагнитных пульсаций. Регистрация геомагнитных пульсаций требует на 1-2 порядка более чувствительной аппаратуры по сравнению с кварцевыми вариометрами и значительно большей временной развертки записи. В те годы наблюдения КПК геомагнитного поля выполнялись с помощью установки (станции) земных токов - УЗТ. В 1964 г. такие станции были запущены в Якутске А.В.Соболевым и Тикси С.И.Соловьевым.

Первые наблюдения вариаций геомагнитного поля и КПК на меридиональной цепочке станций о. Котельный - Тикси - Жиганск - Якутск с помощью вариационных станций и УЗТ были проведены в 1969 г. во время высокоширотной комплексной геофизической экспедиции, организованной по инициативе Ю.Г.Шафера и Е.А.Пономарева. В 1971 г.

установки земных токов были заменены на индукционные магнитометры, разработанные в ИФЗ. Индукционные магнитометры были приобретены и освоены при активном содействии проф. В.А.Троицкой.

С 1973 г. начаты регулярные экспедиционные измерения вариаций магнитного поля в широком диапазоне частот на территории Якутии, которые проводились в течение нескольких зимних сезонов. Были выполнены наблюдения на цепочке станций, вытянутой вдоль меридиана (о. Котельный, о. Столбовой, б. Тикси, Казачий, Кюсюр, Намы, Жиганск, Якутск, Тополовка) и вдоль авроральной зоны (Тикси, Чокурдах, Черский, м. Шмидта). Установку научного оборудования и наблюдения приходилось организовывать в сложных условиях на островах Северного Ледовитого океана и в Заполярье при отсутствии специальных помещений для аппаратуры. Часто приборы устанавливались в неотапливаемых помещениях или прямо на улице в “снежных домиках” при температуре -40° . Несмотря на тяжелые условия, были получены уникальные данные о вариациях геомагнитного поля на крестообразной цепочке станций, составившие экспериментальную базу для дальнейшего научного анализа.

В Тикси, наряду с экспедиционными измерениями, продолжались стационарные наблюдения вариаций геомагнитного поля. С 1977 г. начаты измерения магнитного поля в Жиганске на базе комплексного геофизического полигона ИКФИА.

Начало перестройки в стране и появившаяся возможность иностранных инвестиций дали толчок к дальнейшему развитию в исследовании вариаций геомагнитного поля на территории Якутии. В 1992 г. по предложению профессора К.Юмото из Нагойского университета (Япония) лаборатория геомагнетизма под руководством С.И.Соловьева активно включилась в проведение геомагнитных измерений по международному проекту

“Глобальные наблюдения вдоль 210° магнитного меридиана”. Благодаря накопленному опыту экспедиционных работ и поддержке директора института академика РАН Г.Ф.Крымского, в 1992-1995 гг. были установлены японские цифровые магнитометрические системы с получением информации с односекундным разрешением в Тикси, Чокурдахе, на о.Котельный, Зырянке и японские цифровые ТВ камеры всего неба для регистрации полярных сияний с 4-секундным разрешением в Тикси и Жиганске (Рис.2).

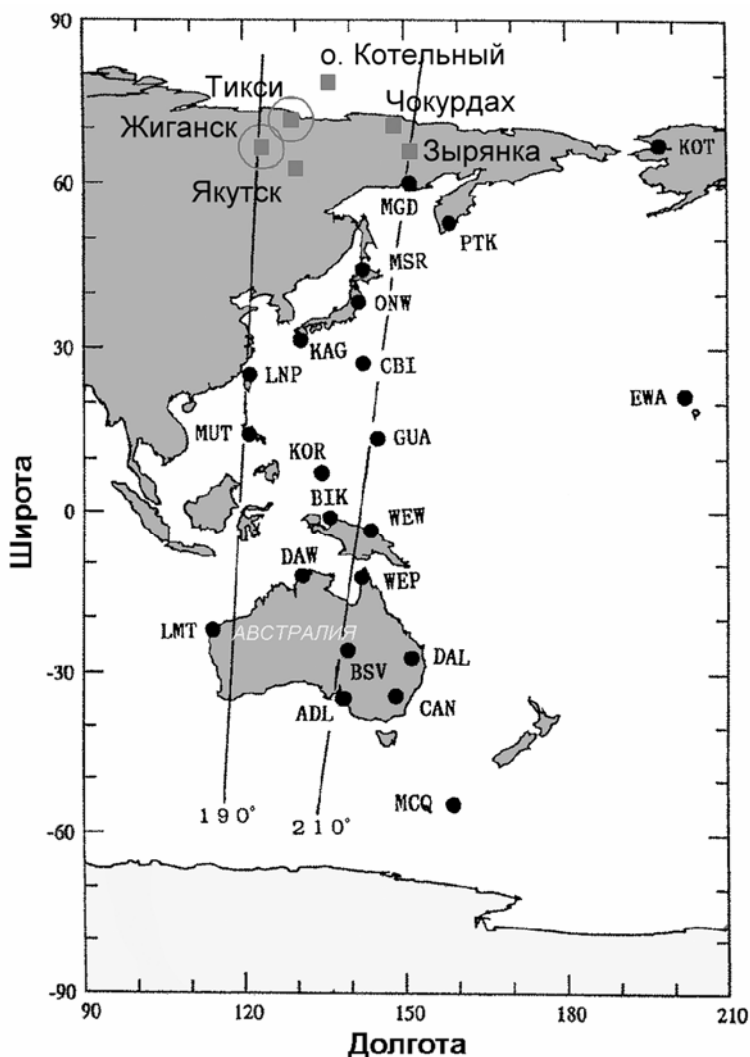


Рис.2. Карта расположения магнитных станций, оснащенных цифровыми магнитометрами, на магнитных меридианах $190-210^{\circ}$ (кружки и прямоугольники), включая шесть станций на территории Якутии (прямоугольники). Круги - обзор телевизионных камер для регистрации полярных сияний.

В 2004-2005 гг. были запущены магнитометры германского производства для регистрации вариаций магнитного поля с 1-секундным разрешением в Жиганске и Якутске.

Шесть магнитометрических станций на территории Якутии являются наиболее высокоширотной частью международной цепочки станций, вытянутой от авроральной зоны (Котельный, Тикси, Чокурдах) до экватора и включающей в себя также сопряженные станции южного полушария (см. Рис.2). По географической протяженности эта цепочка не имеет аналогов в мире. Наблюдения на этой цепочке выполняются в рамках международного проекта CPMN (Circum-pan Pacific Magnetometer Network) под руководством проф. К.Юмото (Университет Кюсю, Япония). Цель проекта – исследование процессов передачи энергии солнечного ветра в магнитосферу Земли.

В итоге написано более 200 научных статей, одна монография, защищено 2 докторские диссертации и 8 кандидатских диссертаций.

Научные исследования в лаборатории геомагнетизма ведутся, в основном, в двух направлениях: изучение медленных вариаций геомагнитного поля и анализ пространственно-временных характеристик геомагнитных пульсаций и нестационарных структур аврорального свечения в периоды возмущений.

GEOMAGNETIC OBSERVATIONS IN THE YAKUTSK OBSERVATORY AND YAKUT MERIDIONAL NETWORK

Danilov A.A., Solovyev S.I., Baishev D.G., Makarov G.A.

Yu.G.Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy SB RAS
baishev@ikfia.ysn.ru

The main stages of formation of the Yakutsk magnetic observatory and Yakut meridional chain are briefly stated. The supply of magnetic stations with instruments is considered from a historical point of view. The exclusiveness of the Yakut chain being a high-latitude part of international array of the CPMN (Circum-pan Pacific Magnetometer Network) project is noted.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ГЕОТЕРМИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ИСТОРИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ДАННЫМИ МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ НА УРАЛЕ

Демежко Д.Ю.¹, Голованова И.В.², Рывкин Д.Г.¹

1- Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

2- Институт геологии УНЦ РАН, Уфа

ddem54@inbox.ru

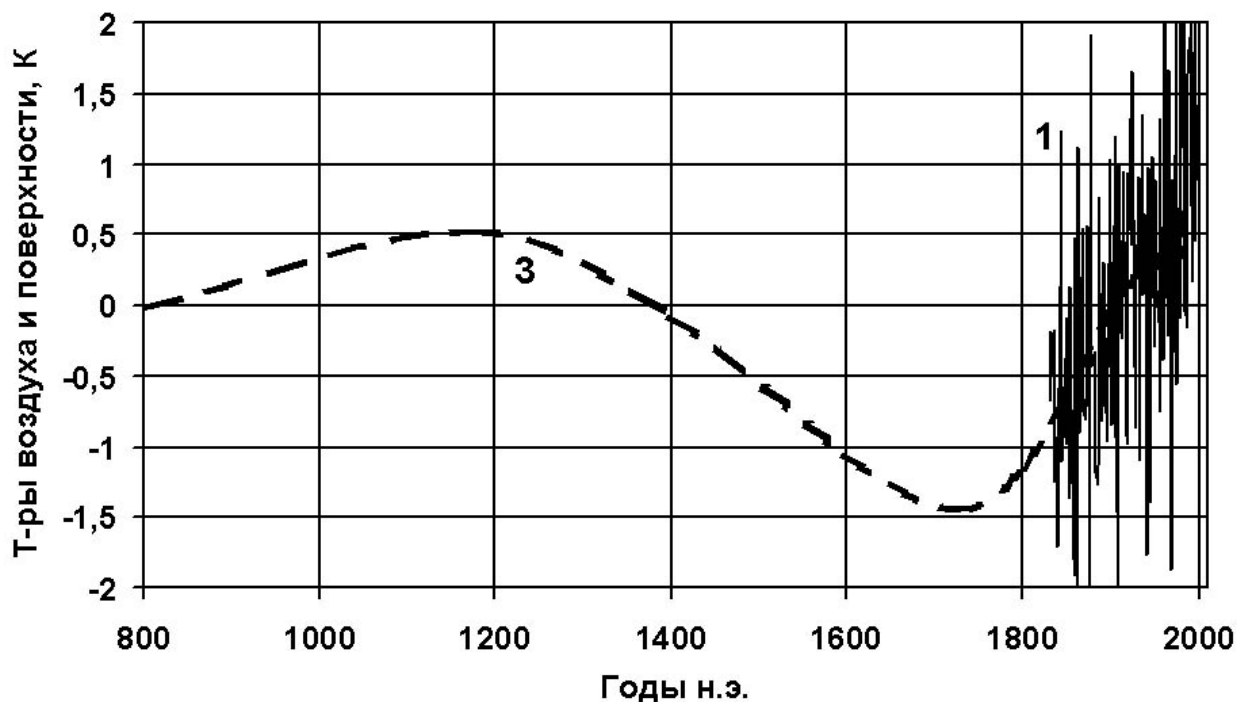
Целью исследований является оценка характеристик региональной изменчивости климата Среднего и Южного Урала за последнее тысячелетие. Метод исследований состоит в совместной интерпретации метеоданных и реконструкций температурных историй земной поверхности, полученных по геотермическим данным (измерения температуры в геологоразведочных скважинах). Метеоданные – наиболее объективный источник. На Среднем и Южном Урале существует достаточно плотная сеть метеостанций. Однако большая часть из них проводит измерения, начиная с 30-х годов XX века. Лишь несколько метеостанций функционирует с XIX века. Информацию за существенно более длительные периоды предоставляют так называемые *косвенные* палеоклиматические свидетельства (древесно-кольцевые, споро-пыльцевые данные, соотношение изотопов кислорода в ледяных и океанических кернах). Но и они имеют ряд недостатков, главный из которых – ненадежность экстраполяций в прошлое корреляционных зависимостей между измеряемыми и реконструируемыми параметрами, полученных путем сопоставления с современными

метеоданными Перечисленных недостатков, в основном, лишены геотермические палеоклиматические свидетельства. Палеоинформация «записана» в современном вертикальном распределении температуры горных пород, и ее «извлечение» не требует калибровки по метеоданным. Таким образом, геотермические свидетельства являются **прямыми и независимыми** по отношению к метеоданным [1], что позволяет непосредственно сопоставлять их с метеоданными и оценивать достоверность геотермических реконструкций.

Для реконструкции обобщенной температурной истории земной поверхности за последнее тысячелетие (GSTH - ground surface temperature history) были использованы данные о распределении нестационарного температурного поля в 47 скважинах на территории Южного и Среднего Урала (51-59° с.ш., 58-61° в.д.) и алгоритмы реконструкции, разработанные в Институте геофизики УрО РАН [1-3].

Оценка изменений среднегодовой температуры приземного воздуха проводилась на основе анализа температурных рядов, полученных на 43 метеостанциях, расположенных в непосредственной близости от скважин, в которых регистрировалась геотермическая информация. Большая часть температурных рядов начинается с конца 30-х гг. XX века, и лишь немногие (Екатеринбург, Оренбург, Бисер, Уфа, Ирбит) охватывают часть XIX века. Усреднение рядов метеоданных, имеющих различную длительность, проводилось по методике [5,8], обеспечивающей минимальную межрядовую изменчивость.

Анализ хода кривой GSTH за последнее тысячелетие показывает, что температура поверхности в максимуме Средневекового теплого периода (СТП) в 1100-1200 гг была на 0,38 К выше средней температуры XX века (1900-1980). Затем последовало похолодание Малого ледникового периода (МЛП), достигшее кульминации примерно в 1720 г, когда средняя температура поверхности на 1,58 К опустилась ниже современной. Отметим, что две фазы МЛП – похолодание и потепление - не были симметричными: похолодание происходило более медленными темпами. Подобная закономерность отмечается и для более масштабных (порядка 100 тыс. лет) явлений, таких как смена оледенений и межледниковий четвертичного периода. Возможно, это указывает и на общность физических механизмов



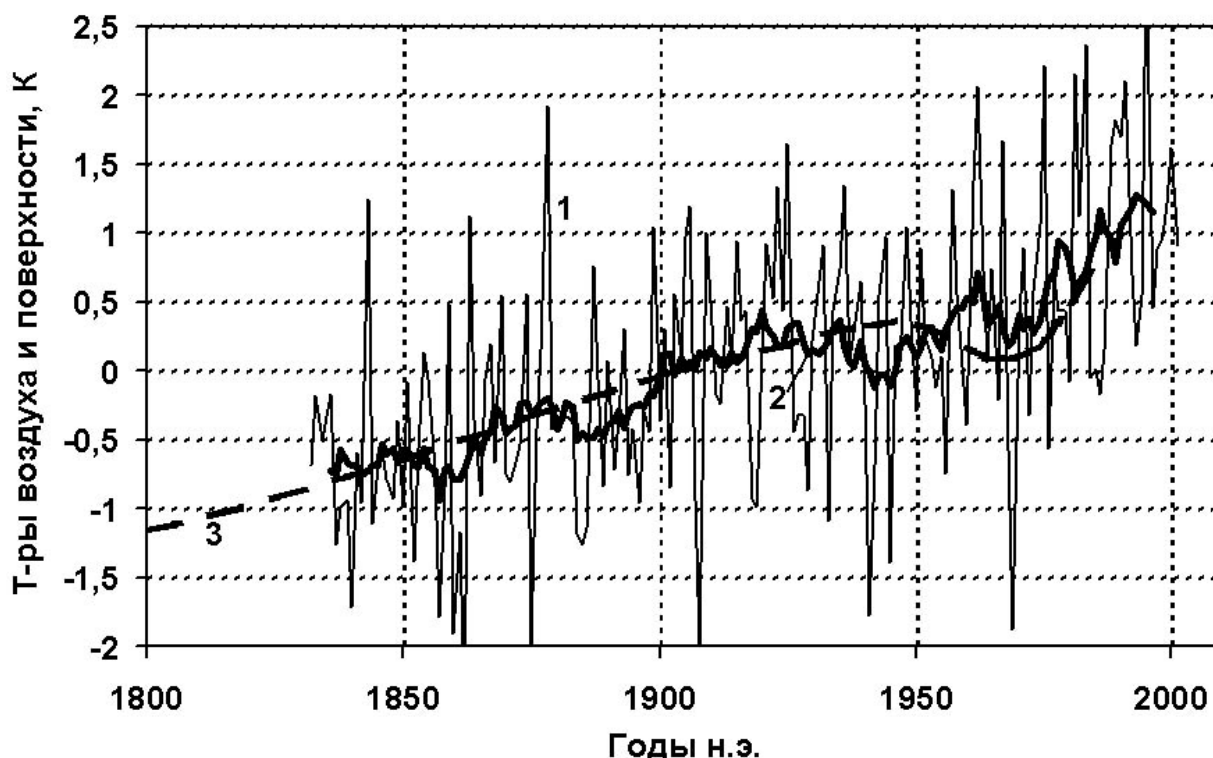


Рис1. Сопоставление реконструированной температурной истории поверхности (GSTH) с метеоданными. 1 – усредненный редуцированный ряд среднегодовых температур воздуха; 2 – тот же ряд, сглаженный в скользящем 11-летнем окне; 3 – реконструированные температуры земной поверхности (GSTH). Кривая GSTH несколько сдвинута по оси ординат для удобства сопоставления.

столь разномасштабных климатических колебаний. Анализируя кривую GSTH, необходимо также иметь ввиду, что геотермическая информация дает возможность оценивать палеотемпературы, усредненные за периоды, прогрессивно увеличивающиеся по мере удаления в прошлое. Любая точка на кривой GSTH (t , л.н.) представляет температуру, усредненную за период $t \pm t/3$ л.н. [1]. Таким образом, реальный ход похолодания мог быть более сложным и неоднократно прерываться временными потеплениями. Потепление, начавшееся после прохождения температурного минимума в 1720 г, также происходило неравномерно. Его скорость в XVIII веке в среднем составила $+0,25$ K/100 лет, в XIX - $+1,15$ K/100 лет, но уже в первые 80 лет XX века - $+0,75$ K/100 лет. Можно сделать вывод, что рост температур в XX веке является заключительным этапом глобального и естественного потепления после окончания аномально холодного МЛП. При дальнейшем (естественном) ходе температур в первой половине XXI должны быть достигнуты показатели тысячелетней давности (СТП), а затем наступит длительный (не менее столетия) стационарный теплый период.

На перекрывающемся интервале (1832-1985 гг.) кривую GSTH можно уже непосредственно сопоставлять с метеоданными. Средние скорости роста температур поверхности и воздуха за этот период примерно равны и составляют 0,8 и 0,9 K/100 лет. Достаточно хорошо реконструирован и более быстрый рост температуры в 1970-1985 гг. Средняя скорость изменения температуры воздуха за весь период метеонаблюдений (1832-2001 гг.) составила $+1,1$ K/100 лет, а за период, наиболее полно обеспеченный метеоданными (1930-2001), - $+1,6$ K/100. Интересно, что средняя скорость, вычисленная для метеостанций, расположенных вблизи крупных городов (Н.Тагил, Екатеринбург, Челябинск, Уфа, Магнитогорск, Оренбург), практически не отличается от средней по всей выборке данных. Таким образом, городские острова тепла на Урале пока имеют незначительное пространственное распространение. Подобный вывод был сделан и по другим регионам [6].

Еще одна любопытная особенность проявилась в оценках средних скоростей для различных широтных зон. В направлении с юга на север скорости потепления немного уменьшаются, следовательно, широтный температурный градиент возрастает. Косвенные палеоклиматические свидетельства и результаты моделирования климата, однако, показывают, что наибольшие широтные температурные градиенты связаны с ледниковыми периодами, а наименьшие – с периодами максимальных потеплений. Эта характерная особенность подтверждается и результатами анализа современных метеоданных (усредненных по широтным зонам 30-35 с.ш. и 50-55 с.ш. – [4]) и данными моделирования антропогенно обусловленного парникового потепления [7]. Выявление на Урале на фоне несомненного потепления противоположной тенденции в изменениях широтного градиента говорит лишь о том, что современные климатические изменения не столь однозначны, как утверждают приверженцы «антропогенной» идеи.

На фоне вековых изменений более резкое потепление последнего тридцатилетия, особенно хорошо заметное на метеоданных, выглядит аномальным. Анализ регрессий температур воздуха в скользящих окнах различной ширины (11, 21, 31-летних), однако, показывает, что это скорее кажущаяся аномальность. Наиболее быстрое потепление происходило в 11-летие 1860-1870 гг (+15,2 К/100лет). Ближайший к нам подобный период - 1985-1995 (+15,0 К/100лет), после которого скорость потепления упала, а затем сменилась похолоданием. Среди более длительных периодов самыми аномальными являются 21-летия 1963-1983 гг (+6,1 К/100лет), 1860-1880 гг (+5,7 К/100лет) и еще шесть интервалов, когда скорости потепления были лишь немногим ниже. Наиболее аномальными 31-летиями были 1968-1998 гг. (+4,5 К/100лет) и 1965-1995 (+4,5 К/100лет). В этом случае отличие от предыдущих аномалий, когда скорости потепления не превышали +2,6-+3,4 К/100лет, более существенно. Тем не менее эти различия не являются статистически значимыми при 95% уровне доверия. Таким образом, регрессионный анализ ряда температур приземного воздуха не дает оснований считать, что в последние десятилетия XX века на Урале проявилось неестественное, предположительно антропогенное, потепление.

Спектральному анализу был подвергнут обобщенный ряд температур воздуха с исключенным линейным трендом. Полученный график спектральной плотности сглаживался окном Хемминга. В спектре колебаний наиболее четко выделялись пики, соответствующие 5-ти и 11 - тилетним циклам. Одиннадцатилетняя периодичность отмечается во многих регионах мира и совпадает с колебаниями солнечной активности. Прямое сопоставление усредненного ряда температур воздуха с количеством солнечных пятен (данные World Data Center – ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_data) тем не менее, не обнаружило значимой статистической связи. Теплые периоды наблюдались как при положительных, так и отрицательных аномалиях солнечной активности. При этом, начиная с 20-х годов прошлого века, колебания температуры происходили либо синфазно, либо противофазно с изменениями солнечной активности – об этом свидетельствует коэффициент линейной корреляции в скользящих 5-летних окнах, принимающий значения, близкие к +1 или -1. Смена фазы происходила в течение короткого периода через каждые 22-25 лет. На основе выявленных закономерностей был сделан прогноз изменения среднегодовой температуры воздуха на Урале до 2030 года. Согласно этому прогнозу, наиболее теплыми будут 2007-2009, 2018-2029 годы, и сравнительно прохладными 2012-2016 годы.

Исследования поддержаны грантами РФФИ №№ 05-05-64141, 06-05-64084.

Литература

1. Демежко Д.Ю. Геотермический метод реконструкции палеоклимата (на примере Урала). Екатеринбург: УрО РАН, Екатеринбург, 2001, 144 с.
2. Демежко Д.Ю., Голованова И.В. Интервальные оценки палеоклимата последнего тысячелетия по геотермическим данным. /Уральский геофизический вестник №4, 2002, с.4-9.
3. Демежко Д.Ю., Уткин В.И., Щапов В.А., Голованова И.В. Изменения температуры земной

поверхности на Урале за последнее тысячелетие по геотермическим данным. // Доклады Академии наук, 2005, т. 402, № 6, 815-817.

4. Gitelman A.I., Risbey J.S., Kass R.E., Rosen R.D. Trends in the surface meridional temperature gradient. / Geoph. Res. Letters, 1997, v.24, No 10, p.1243-1246.

5. Hansen, J. and Lebedeff, S. Global Trends of Measured Air-Surface Temperature. / J. Geophys. Res., 1987, 92, 13,345-13,372.

6. Peterson T.C., Gallo K.P., Lawrimore J., Owen T.W., Huang A., McKittrick D.A. Global rural temperature trends. / Geoph. Res. Letters, 1999, v.26, No 3, p.329-332

7. Schlesinger M, Mitchell J. Climate model simulations of the equilibrium climatic response to increased carbon dioxide. / Rev. Geoph., 1987, 25, p.760-798.

8. Stulc, P., Golovanova, I.V. and Selezniova, G.V. Climate Change in the Urals, Russia, inferred from borehole temperature data. / Studia geoph. and geod., 1997, 41: 225-246.

COMPARATIVE STUDY OF GEOTHERMAL RECONSTRUCTION OF GROUND SURFACE TEMPERATURE HISTORY AND METEOROLOGICAL DATA IN THE URALS

Demezhko D.Yu.¹, Golovanova I.V.², Ryvkin D.G.¹

1 – Institute of Geophysics, Ural Branch, RAS, Ekaterinburg

2 – Institute of Geology, Ufa Science Centre, RAS, Ufa

ddem54@inbox.ru

Abstract

The method of investigation bases on comparative study of paleoclimate reconstruction (ground surface temperature history) in the Urals since 800 A.D. and meteorological data for the last 170 years. Temperature anomalies measured in 47 boreholes in the Middle and South Urals (51-59° N, 58-61°E) were used for the ground surface paleotemperatures reconstruction. Namely reconstructions were obtained by the algorithms developed in the Institute of Geophysics UB RAS. A good agreement between long-term components of two kinds of paleotemperature sources allow us to treat geothermal reconstructions as reliable estimations of pre-instrumental paleoclimate.

Joint analysis of geothermal reconstructions and meteorological data come us to the following conclusions. First. Ground surface temperature in the Medieval maximum in 1100-1200 was 0.38 K higher than the 20-th century mean temperature (1900-1980). The Little Ice Age cooling was culminated in 1720 when surface mean temperature was 1.58 K below than the 20-th century mean temperature. Second. Contemporary warming had began approximately a century early than the first instrumental measurements in the Urals were performed. This warming occurred uneven. The rate of warming was +0.25K/100years in the 18-th century, +1.15 K/100years in the 19-th and +0.75 K/100years in the first 80 years of the 20-th. One can conclude the temperature rise in the 20-th century is the final stage of the global and natural process of warming upon termination of the anomalous cold Little Ice Age. In the first half of the 21-st century during the subsequent temperature trend (natural as it is) the temperatures are to be achieved identical to those we find a thousand years before. Than a stable warm period will follow no less than a hundred years long. Third. The mean rate of temperature warming increasing in last decades of 20-th. An analysis of linear regression coefficient in the running intervals having 11, 21 and 31 years width shows that there were the periods of warming with almost the same rates occurred repeatedly in the past, including the 19-th century.

Thus, there are no signs of anthropogenic influence in temperature changes in the Urals in 20-th century.

ГЕОМАГНИТНЫЙ ПОЛИГОН ОБСЕРВАТОРИИ АРТИ

Доломанский Ю.К., Муравьев Л.А.

Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург
mlev@mail.ru

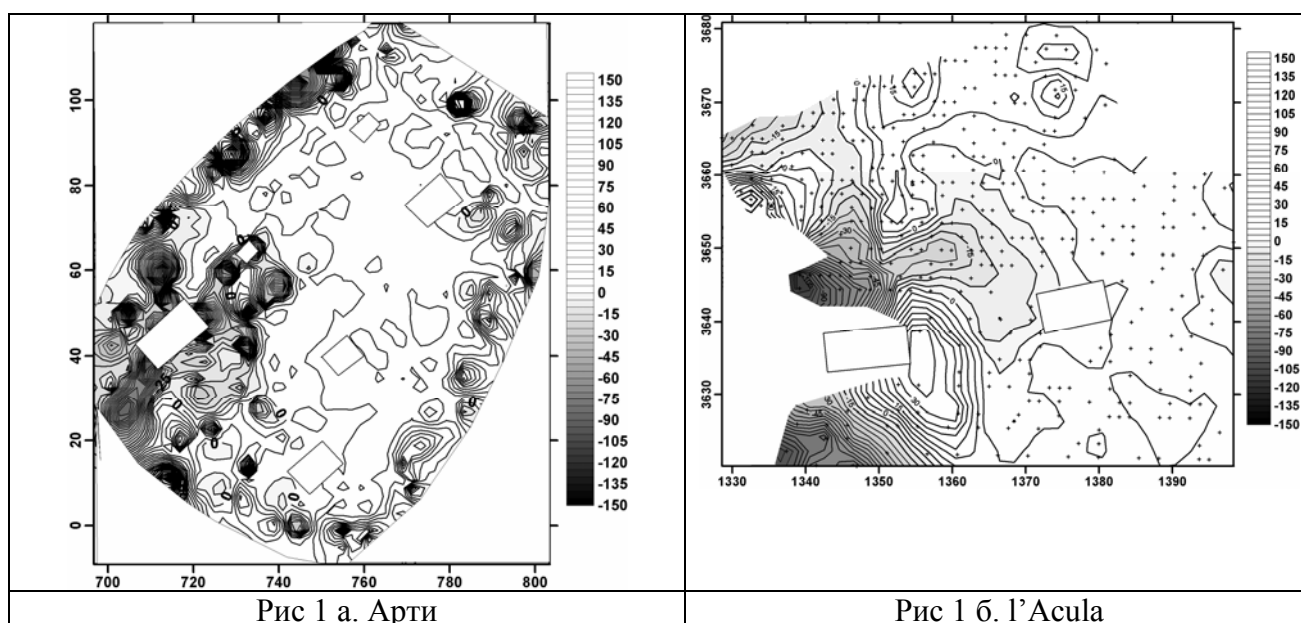
Тектонические процессы в земной коре дают отклик в различных физических полях. Для регистрации этих процессов в геомагнитном поле существует мировая сеть постоянно действующих обсерваторий, которая позволяет регистрировать изменения магнитного поля как в ионосфере, так и ниже земной поверхности [1].

Кроме того, обсерватории необходимы для осуществления учета вариации магнитного поля, в качестве опорной сети при проведении площадного геомагнитного картирования [2].

На Урале геомагнитные наблюдения начались в 19 веке. Первая обсерватория находилась на территории г. Екатеринбурга на метеогорке.

Основным критерием выбора места расположения обсерватории является отсутствие техногенных помех (железные дороги, мощные линии электропередач). До определенного времени расположение обсерватории на метеогорке удовлетворяло этому критерию, однако, расширение города и увеличение промышленных помех вынудило перенести наблюдения сначала в В.Дубраву, а затем и в Арти.

На рисунке 1 а приведена топология геомагнитного поля на территории магнитных павильонов обсерватории Арти. Для сравнения, на рис. 1 б. приведена карта магнитного поля территории обсерватории l'Acula (Италия). Съемка осуществлялась магнитометрами POS [3] с учетом вариации геомагнитного поля и со спутниковой топопривязкой.



Для исключения приповерхностных геомагнитных эффектов в настоящее время используется регистрация общеземного магнитного поля с помощью спутниковой системы MAGSAT. Тем не менее, долговременные обсерваторские измерения позволяют учитывать эффекты, связанные с электрокинетическими процессами, перетоками флюида и другими возможными изменениями, происходящими в верхней части разреза при режимных наблюдениях.

Для этой цели на территории экспериментальной геофизической обсерватории Арти был организован полигон. Систематические повторные съемки геомагнитного поля, позволяет разделить влияние различных приповерхностных и глубинных эффектов на изменение поля.

Для примера на рис 2. приведены результаты измерений модуля магнитного поля на площадке, расположенной в 400 м от территории геомагнитных павильонов.

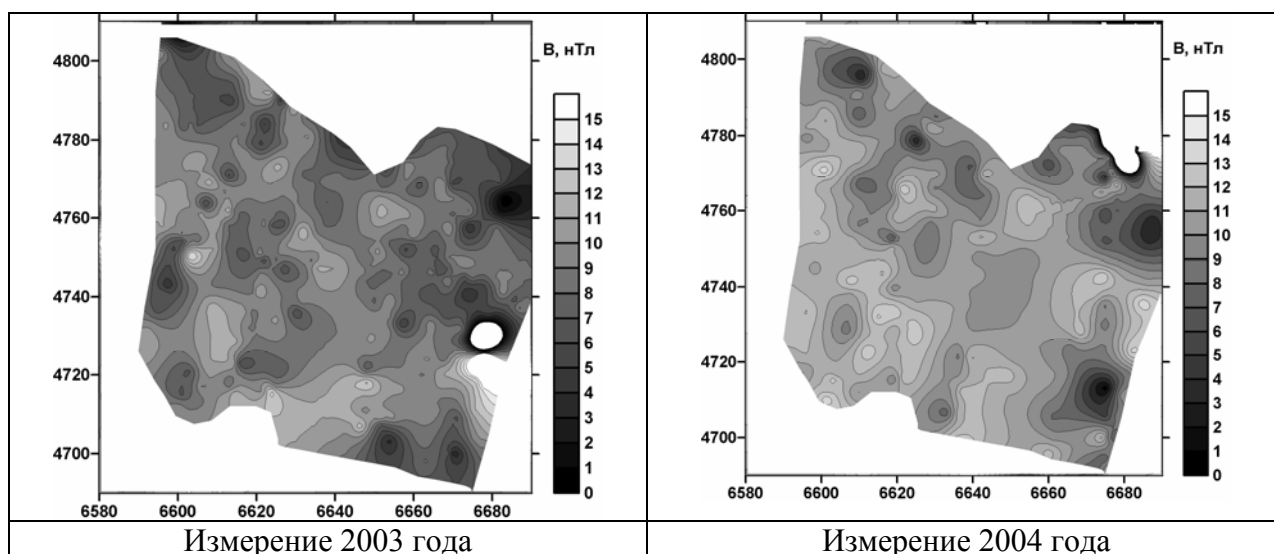


Рис. 1. Карты модуля магнитного поля полигона.

Микромагнитные аномалии амплитудами в единицы нТл обусловлены почвенными эффектами [4]. Их динамика обусловлена, возможно перетоками приповерхностных вод.

Анализ полученных результатов показывает, что необходимо ввести новую методику обработки режимных наблюдений для выявления кратковременных и медленных процессов.

Таким образом, условия обсерватории Арти позволяют не только вести мониторинг геомагнитного поля в одной точке, но и моделировать ситуационные приповерхностные явления. На этом полигоне выполняются режимные измерения и другими геофизическими методами.

Список источников

1. Яновский Б.М. Земной магнетизм. Л., ЛГУ, 1978.
2. Гордин В.М. Очерки по истории геомагнитных измерений.
3. Сапунов В.А. Денисов А.Ю. Савельев Д.В. Филатов А.И. Современные оверхаузеровские магнетометры. Конференция «Современные методы и средства океанологических исследований» 4 международная научно-техническая конференция. Тезисы докладов. М., 1998 г.
4. Ревякин П.С. Бродовой В.В. Ревякин Э.А. Высокоточная магниторазведка. М.: Недра. 1986

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Калинин Н.А., Ветров А.Л., Заморин И.С., Смирнова А.А.

Пермский государственный университет, Пермь
meteo@psu.ru

Опасными метеорологическими явлениями (ОЯ) называют природные процессы и явления в атмосфере, которые по своей продолжительности, интенсивности и масштабу распространения могут оказывать поражающее воздействие на людей, животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду [8]. В последние годы специалистами

Росгидромета отмечается рост таких явлений на территории России. Несмотря на локальность воздействия ОЯ ежегодно наносят многомиллионный ущерб экономике всей страны и отдельных регионов. Поскольку зачастую возникновение ОЯ происходит под влиянием мезомасштабных атмосферных процессов, то для анализа и прогноза их наступления необходимо производить восстановление метеорологической информации на территориях, не оснащенных метеостанциями. Такое восстановление для задач локального анализа и сверхкраткосрочного прогноза погоды требует комплексного подхода. Комплексность заключается в учете взаимного влияния метеовеличин и влияния, оказываемого на атмосферу подстилающей поверхностью, использовании всего объема поступающих метеорологических данных, программных инструментов обработки и представления информации.

Необходимость оперативного принятия решения о развитии мезомасштабных атмосферных процессов обуславливает привлечение к анализу атмосферных явлений геоинформационных систем (ГИС). Это позволяет повысить качество диагноза и сверхкраткосрочного прогноза погоды на региональном уровне, поскольку такая ГИС оптимально сочетает стандартные процедуры обработки синоптических карт и возможности пространственного анализа. При оценке физического состояния атмосферы с помощью полей пространственного распределения температуры, давления, ветра, влажности, облачности, осадков и т.д. геоинформационная система позволяет учитывать влияние подстилающей поверхности, анализировать в оперативном режиме возможность развития мезомасштабных явлений над интересующим объектом (городом, аграрной территорией, водным объектом, авто- или железной дорогой), производить мониторинг экологического состояния окружающей среды. С помощью модулей пространственного анализа и анализа поверхностей ГИС пользователь может производить анализ пространственных объектов в их взаимосвязи с учетом динамики их развития и моделировать трехмерные объекты. Встроенные языки программирования дают возможность адаптировать для решения конкретной проблемы существующие модели анализа данных или разрабатывать и подключать свои модели.

При проведении анализа атмосферных процессов необходимо использовать весь возможный объем данных, получаемых с помощью различных наблюдательных и измерительных систем, поскольку комплексирование разной информации, характеризующей одну и ту же величину, с учетом достоинств каждой системы получения информации и минимизации их ошибок, позволяет повысить качество анализа метеорологической величины. Полученные в соответствии с изложенными требованиями поля пространственного распределения метеорологических величин позволяют получать уточненный анализ условий погоды на конкретной территории, производить сверхкраткосрочный прогноз погоды, использовать их в качестве мезомасштабного сигнала в глобальных и региональных моделях прогноза погоды.

На кафедре метеорологии и охраны атмосферы Пермского госуниверситета ведется работа по созданию геоинформационных технологий оперативной оценки опасных природных метеорологических явлений на базе программного пакета ArcGIS 8.3 (ESRI, США) [4, 7]. Прогнозирование осуществляется на период времени до 12 ч методом линейной экстраполяции. Геомоделирование выполняется с учетом физико-географических особенностей выбранной территории. Разработка методики геомоделирования производится на тестовом полигоне размером 412×412 км (Средний Урал), для которого используется сетка 4×4 км. Такая сетка хорошо отображает орографические и топографические особенности территории. Вертикальной координатой при моделировании служит высота точки над подстилающей поверхностью. Модель позволяет получать распределение метеорологических величин в пограничном слое атмосферы, ветра, облаков и осадков — во всем слое тропосферы [1–3, 5, 6]. Процедура геомоделирования содержит следующие стандартные этапы: препроцессинг, моделирование, постпроцессинг. Препроцессинг включает в себя сбор первичной оперативной метеорологической информации, приведение

разнородных данных к одному виду, контроль грубых ошибок данных. В процессе моделирования производится программная обработка первичных данных, реализация процедур расчета и комплексирования метеорологических данных, полученных с различных измерительных и наблюдательных систем, корректирование метеорологической информации с учетом влияния, оказываемого на нее орографией и топографией территории, геоинформационное моделирование с помощью инструментов пространственного анализа ArcGIS. Постпроцессинг позволяет экспортировать полученные результаты расчетов в удобный пользовательский формат, позволяющий визуализировать информацию на экране компьютера в виде цветных полей, изолиний или значений, вывести данные на экран или периферийное печатающее устройство в виде таблицы или отчеты. На каждом этапе работы пользователь может посмотреть информацию и внести поправки в поля метеорологических величин. Внесение поправок осуществляется с помощью инструментов геообработки и языка запросов SQL. При этом можно осуществлять замену значений в таблицах или ячейках раstra (во всем поле или в конкретной ячейке), сглаживать значения, копировать значения из другого поля, производить математические действия с двумя и более полями.

Таким образом, предложенная технология позволяет произвести детальный учет физико-географических особенностей территории при построении диагностических полей метеовеличин, что повышает качество сверхкраткосрочного прогноза опасных метеорологических явлений.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 04–05–97503) и Ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы».

Литература

1. Ветров А.Л., Заморин И.С., Русаков В.С., Смирнова А.А. Комплекс программ расчета приземной температуры воздуха на основе совместного использования данных наземных метеорологических и аэрологических наблюдений Land_Temp // М.: НТВИЦ, 2005. № 4742.
2. Ветров А.Л., Калинин Н.А., Пенский О.Г., Русаков В.С., Смирнова А.А. Комплекс программ расчета приземной температуры точки росы на основе совместного использования данных наземных метеорологических и аэрологических наблюдений («Dew_Point») // М.: НТВИЦ, 2005. № 5489.
3. Ветров А.Л., Калинин Н.А., Пенский О.Г., Русаков С.В., Смирнова А.А. Программа преобразования и извлечения данных наземных метеорологических наблюдений (Recod 2) // М.: НТВИЦ, 2005. № 5490.
4. Ветров А.Л., Калинин Н.А., Смирнова А.А. ГИС–технология оперативного анализа и сверхкраткосрочного прогноза погоды в области мезомасштаба // Вестник Удмуртского университета. Науки о Земле. 2005. № 11. С. 175–182.
5. Заморин И.С., Пенский О.Г., Смирнова А.А. Recod (программа преобразования и извлечения данных радиолокационных наблюдений АМРК МРЛ–5 «Метеоячейка») // М.: НТВИЦ, 2005. № 4287.
6. Калинин Н.А., Русаков В.С., Смирнова А.А. Программа восстановления количества жидкой воды в облаке (Clouds liquid-water contend) // М.: НТВИЦ, 2006. № 5577.
7. Калинин Н.А., Смирнова А.А., Ветров А.Л., Заморин И.С., Пенский О.Г., Толмачева Н.И. Разработка геоинформационной технологии сверхкраткосрочного прогноза погоды с учетом физико-географических особенностей территории // Университетская география: Мат. Юб. научн. конф. М.: Географический факультет, 2005. С. 89–94.
8. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. РД 52.88.629 – 2002. СПб.: Гидрометеиздат, 2002. 42 с.

**GEOINFORMATION TECHNOLOGY OF AN OPERATING ESTIMATION
DANGEROUS NATURAL METEOROLOGIC PHENOMENA
ON THE BASIS OF A COMPLEX METEOROLOGICAL
AND GEOGRAPHIC THE INFORMATIONS**

N.A. Kalinin, A.L. Vetrov, I.S. Zamorin, A.A. Smirnova

Perm state university, Perm
meteo@psu.ru

As dangerous meteorological phenomena call natural processes and phenomena in atmosphere, which one on the duration, of intensity and scale of distribution can render striking effect on the people, animal and plant, objects of economics and ambient environment. Last years the specialists Rushydromet mark increase of such phenomena in territory of Russia. Despite of a localization of effect of dangerous meteorological phenomena annually put million-strong injury to economics of all country and separate locales. As frequently originating of dangerous meteorological phenomena takes place under influencing of mesoscale atmospheric processes, it is necessary to make for the analysis and forecast of their approach recovery of meteorological data in territories not equipped by meteorological stations. Such recovery for problems of the local analysis and short forecast of a weather demands a comprehensive approach. The integrated approach is encompass byed the registration of interaction interference meteorological ranges and influencing rendered on atmosphere by a underlying surface, usage of all volume of an going weather data, software tools of processing and representation of the information.

The necessity of operating decision marking about development of mesoscale atmospheric processes causes engaging to the analysis of atmospheric phenomena of intelligence systems (hybrid module). It allows to improve the quality of the diagnosis and short forecast of a weather at a regional level, as such a hybrid module optimally combines standard procedures of processing of synoptic maps and capability of the spatial analysis. The hybrid module allows at an estimation of physical condition of atmosphere with the help of fields of a spatial distribution of temperature, pressure, wind, damp etc. to allow for influencing a underlying surface, to analyze in an operating mode a capability of development of mesoscale phenomena above interesting object (city, agrarian territory, water object, highway or railway), to make of monitoring of an ecological state of the environment. With the help of modules of the spatial analysis and analysis of surfaces a hybrid module the user can make the analysis of spatial objects in their intercoupling in view of dynamics of their development and model three-dimensional objects. The built-in programming languages enable to adapt for the solution of a particular problem present models of a data analysis or to design and to hook up the models.

At realization of the analysis of atmospheric processes it is necessary to use all possible data volume received with different observation and measuring systems, as the integration of the miscellaneous information describing same value, in view of advantages of each system of obtaining of the information and minimization of their errors, allows to improve the quality of the analysis of meteorological value. The fields, obtained pursuant to the set up requirements, of a spatial distribution of meteorological values allow to receive the updated analysis of weather conditions in particular territory, to make a short forecast of a weather, to use them as a mesoscale signal in global and regional forecasting models of a weather.

On faculty of meteorology and guards of atmosphere Perm госуниверситета the activity on creation of geoinformation technology of an operating estimation of dangerous natural meteorological phenomena is conducted on the basis of a software package ArcGIS 8.3 (ESRI, USA). The forecasting(prediction) implements on period of time up to 12 hours a method of a linear extrapolation. The geosimulation is executed in view of physic-geographic features of selected territory. The mining of a technique of geosimulation is made on test polygon by the size 412×412 km (Mean Ural), for which one will be used a grid 4×4 km. Such grid well images orographic and topographic features of territory. Vertical coordinate at simulation is served by an altitude of a point

above a relief. The model allows to receive distribution of meteorological values in a boundary layer of atmosphere, wind, of clouds and precipitations – in all layer of a troposphere. The procedure of geosimulation contains following standard stages: pre-processing, simulation, post-processing. Pre-processing includes the assembly of primary operating meteorological data, reduction of the heterogeneous data to one kind, control of appreciable errors of the data. During simulation the programmatic processing of the primary data, implementation of procedures of calculation and integration of a weather data obtained from different measuring and observation systems, correcting of meteorological data is made in view of influencing rendered on it by orography and topography to territory, geoinformation simulation with the help of tools of the spatial analysis ArcGIS. The postprocessing allows to export the obtained outcomes of calculations to the friend user's format permitting визуализировать the information on a screen of the computer in a kind of colour fields, isolines or values, to remove the data on a screen or circumferential typer as the table or reports. At each stage of activity the user can look the information and make amendments to fields of meteorological values. The rectification implements with the help of tools of geoprocessing and query language SQL, thus it is possible to execute replacement of values in the tables or cells of a bitmap (in all fields or in a particular cell), to cushion values, to replicate values from other field, to make mathematical operatings with two and more fields.

Thus, the offered technology allows to make the steep registration of physico-geographic features of territory in diagnostic fields of meteorological ranges, that improve the quality very-short-range of the forecast of dangerous meteorological phenomena.

The activity is executed at support RFBR (project 04-05-97503) and Departmental target program of support of a higher School.

АДОЛЬФ КУПФЕР, ИССЛЕДОВАТЕЛИ НОВОГО СВЕТА И УРАЛ: ИСТОРИКО-НАУЧНЫЕ ВОПРОСЫ

Каменская С.П., Литовский В.В., Поручикова С.С.

*Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС), Екатеринбург,
VLitovsky@econ.usurt.ru*

Известно, что начало академических исследований на Урале и в Русской Америке было положено Второй Камчатской экспедицией В.Беринга. При этом, если в Екатеринбурге ею были начаты метеорологические наблюдения, то у берегов Америки (о.Кадьяк и пр.) исследовалось и магнитное склонение [1, с.13; 2]. Примечательно также, что в число первых исследователей Америки вошли организаторы исследований в Екатеринбурге, а первый товарообмен, вероятно, включал уральские изделия [3, с.225]. Известно также, что в 1761 году, когда впервые после Беринга следующими на землю Аляски ступили охотники на бобров [4, с.216], французский аббат Ж.Шапп д'Отрош выполнил известные измерения магнитного склонения в Екатеринбурге, а в 1769 году он же выполнил такие измерения в Калифорнии [5-6]. Отметим, что тогда же были развернуты геомагнитные исследования и в России, в том числе на Урале [7], а в 1785-1793 годах экспедицией Иосифа Биллингса и Гавриила Сарычева такие исследования выполнялись не только в Сибири, но и в Русской Америке на Алеутских островах [8-9]. Путь их экспедиции проходил и через Екатеринбург, но специального исследования о том, какие экспедицией здесь решались задачи и, решались ли они, до сих пор нет.

В 1775 году купец Григорий Иванович Шелихов (1747-1795) создал компанию для пушного и зверобойного промысла на северных островах Тихого океана и Аляске, где основал первые русские поселения. Им же были начаты первые географические исследования в так называемой Русской Америке и подготовлен труд “Именитого Гражданина Григория Шелихова Первого Странствования с 1783 по 1787 год из Охотска по Восточному Океану к Американским Берегам”. В 1790 году на Аляске он оставил фактически в качестве Правителя

русских поселений в Америке своего сподвижника, Александра Андреевича Баранова (1746-1819) [1; с.232], который также решал описательные задачи. Так, после того как на острове Ситка в 1797 году началось строительство города Новоархангельск [4, с. 245], он с 1799 года занялся не только укреплением крепости, но и составлением топографического описания Кадьяка, Кенайского и Чугацкого заливов, описал залежи угля и железных руд, собрал коллекцию “игрушек”, используемых воинами племени Ситка (Ворона) для плясок [4, с. 246]. В 1793 году Екатериной II был издан указ о колонизации Русской Америки [2, с.365], а в 1799 году [2, с.365] зять Шелихова, Обер-Секретарь Сената Николай Петрович Резанов (1764-1807), создал Российско-Американскую компанию (РАК). Ее директором стал другой зять Шелихова - купец из Великого Устюга Михаил Матвеевич Булдаков. Таким образом, Компания оказалась семейной, что примечательно в контексте данного исследования. За стратегию увеличения ее прибыльности членами РАК было принято расширение торговых связей Русской Америки с ближайшими соседями по тихоокеанскому региону, оптимизация торговых схем и транспортных издержек, эффективное использование рынков Сибири и европейской России. Для детализации стратегии была предпринята первая русская кругосветная экспедиция (1803-1805 гг.), в которой как представитель Компании и руководитель посольства в Японию участвовал Н.П.Резанов, а в качестве морских офицеров и командиров кораблей И.Крузенштерн и Ю.Лисянский. Известно, что экспедиция стимулировала развитие отношений Русской Америки с Калифорнией, Гавайскими островами и Китаем, позволила укрепить товарообмен с Сибирью, решить ряд естественнонаучных задач. Очевидно, что Урал (Екатеринбург и Ирбит) в плане развития таких связей представлял интерес. Но были ли такие контакты, затрагивались в их ходе, поставленные Академией, научные проблемы? Ведь в то время на Урале Главным начальником Екатеринбургского горного ведомства был Иван Филиппович (Бенедикт Франц Иоганн фон) Герман, человек широких устремлений, крупный ученый – экономист, член-корреспондент Санкт-Петербургской академии наук, специалист в области метеорологии и горного дела, большой знаток Урала, который, несомненно, мог быть полезен Компании. О том, что в миссии Резанова в Русской Америке присутствовало намерение использовать для торговых связей Урал говорят следующие факты. В "Донесении Н.П.Резанова министру коммерции графу Н.П.Румянцеву о плавании в Калифорнию и положении в русских колониях" от 17 июня 1806 года из Новоархангельска, он писал: "Сукна, ..., фламское полотно, ...иголки, булавки, ножницы, бритвы, железо, котлы чугунные, разные железные инструменты, ... гвозди, есть то, чем Россия изобилует, а Калифорния нуждается. Можно возить к ним с великой выгодой часы, серьги, кольца, пряжки...Чтоб показать выгоды, оставляю я транспорт морем и возьму теперь многотрудной Сибирью провоз масштабом своим. Полотно фламское получают они из Мексики кусок за 31 пиастр и 3 реала. Полагая кусок фламского полотна покупкою в Ирбити -20 рублей, провозу от Ирбити до Охотска с пуда по 11 рублей, весу в куске 25 фунтов – 7рублей, на комиссионеров расходы и провоз до Америки полагая с куска – 3 рубля. Обойдется кусок 30 рублей или 16 (2/3) пиастров. Фламское полотно купили у нас в Калифорнии за 31 пиастр или 55 рублей 80 копеек, следовательно, на чистые деньги барыша 25 рублей 80 копеек" [8, с.135-136] и т.д. Из этого следует, что контакты с Уралом были очень выгодны.

О научной составляющей в миссии Резанова в Русской Америке свидетельствуют естественнонаучные инструкции, переданные ему Академией Наук. В них ему предписывалось из путешествия привести породы камней, земель, окаменелостей, солей, металлов, растений и т.д. и, что важно для предмета исследования, "не обходить вниманием метеорологические наблюдения, термометрами и барометрами определяемые, а также описание северных сияний и прочих достойных явлений природы" [10, с.26 –27]. Для чего были приданы также ученые: астроном И.К.Горнер и два естествоиспытателя В.Тилезиус фон Тиленау и Г.И.Лангсдорф. Для культурной миссии в Америке от Академии и частных лиц ему также были переданы книги, приборы, карты и т.п. Отметим, что среди них были и основательные труды по Уралу [10, с.15]. К сожалению, из-за преждевременной смерти

Резанова его замыслы остались нереализованными, а связь РАК с Уралом и соответствующие архивы практически не изучались. Это тем более досадно, что в состав РАК входил еще один Резанов, а именно: известный екатеринбургский купец Яким Меркурьевич Резанов, который, как отмечается в [9, с. 45] «имел богатые рыбные ловли и принимал *значительное* участие в делах Российско-Американской компании. Последний факт наводит на мысль о родстве екатеринбургских Резановых с родом Н.П. Резанова». В этом аспекте еще раз отметим, что самим Резановым Уралу в деле развития российско-американских отношений придавалось большое значение.

Известно, что позже РАК стал оплотом декабристов, которые планировали присоединить Калифорнию к России и сделать ее эталоном гражданских свобод, используя идеи побывавшего там Д.Завалишина (1804-1892) и предпринявшего попытку осуществить это, создав "Орден восстановления" [4, с. 267]. В период с 1822 по 1823 гг. Д.Завалишин и М.Кюхельбекер побывали в Русской Америке, причем последний принял непосредственное участие в описи западного побережья острова Королевы Шарлотты [4, с.265]. Однако этого не случилось, и свои научные задатки они вынуждены были реализовывать в Сибири.

В 1824 году в Ново-Архангельске с экспедицией О.Коцебу побывали Э.Х.Ленц (1804–1865) и будущий выдающийся исследователь Урала Эрнст Карлович Гофман (1801-1871) [11, с.38; 12-13], Экспедиция также побывала в самой южной точке русских владений в Америке – форте Росс [11, с.35 – 36] в Северной Калифорнии, а затем на Гавайских островах. Так, Э.К.Гофман изучал берега обширного залива Сан-Франциско – вплоть до устья крупнейшей реки этих мест – Сакраменто с географической и геологической точки зрения, а Э.Х.Ленц, как известно, измерил три элемента земного магнетизма – склонение, наклонение и относительную степень магнитной силы. Позже Э.Х.Ленц обработал эти результаты измерений трех элементов земного магнетизма, совместно с результатами, полученными в кругосветной экспедиции Ф.П.Литке (1826-1829 гг.) на шлюпе "Сенявин", включая комплексные геомагнитные, метеорологические и гравиметрические наблюдения на острове Ситка (1827 г.) [4, с.278]. Не случайно, встретившись с ними в России, Гумбольдт живо интересовался их американскими результатами. Позже Э.Ленц был привлечен А.Купфером к измерениям на Эльбрусе, где Ленц установил факт убывания с высотой магнитного поля, повлияли на уральские планы Купфера и первоначально он решает разместить магнитно-метеорологическую обсерваторию в высокогорье (г.Златоуст).

Следует отметить (см. [14, с.155]), что в своих записках о климате Ситки Ф.П.Литке ссылается на наблюдения уроженца Кунгура К.Т. Хлебникова, управляющего Новоархангельской конторой РАК (1818-1832), директора РАК и, впоследствии, члена-корреспондента РАН [8, с.735]. Хлебниковым были показаны преимущества климата Ситки перед климатом о. Кадьяк. Из чего следует, что первые систематические метеорологические измерения в Русской Америке выполнил уралец Кирилл Трофимович Хлебников (1776–1838) [15-16]. В его «Записках о Америке» [15] можно найти упоминание и о имевшихся в его распоряжении приборах: «...при музее в Ситхе имеется много математических, физических и других инструментов богатой *английской* работы. Кроме того, чем снабжены все суда (секстантами, октанами, трубами, хронометрами и полухронометрами) хранятся здесь для берегового употребления теодолит и окружной инструмент работы Троттона; астролябия, пендуль очень верный Юргенсонов, телескопы, хорошие трубы, микроскоп большой, электрическая машина, натуральные и искусственные магниты, барометры, термометры, чертежи, карты, атласы и прочее». Известно [17, с.66-67], что на о. Ситка (в Новоархангельске) первая метеорологическая станция начала функционировать 20 октября 1820 г., на о. Атва - с 1822 г., на о. Св.Георгия - с 1823 г., на о. Св.Павла – 1 сентября 1824 г., на о. Уналашке (пос. Илелюлюк) – 19 октября 1827 г. и т.д.

Укажем, что обнаружение факта увеличения относительной магнитной силы к полюсам в морских исследованиях, в том числе и в Русской Америке, очевидно, повлияли на активизацию экспедиционной деятельности во внутренних районах Евразии, включая Урал и Сибирь. Решить эту проблему была призвана экспедиция Кристофера Ганстеена и Адольфа

Эрмана [17-18] а также А.Купфера [19], с которым на Урале ученые провели совместные исследования. В контексте данного исследования, отметим, что измерения Ганстеена и А.Эрмана, побывавших в широтах от северного полярного круга (Обдорск-Салехард) до 50° с.ш. (Иркутск), и последующее путешествие А.Эрмана к берегам Америки, позволили выявить геомагнитную картину от Урала до Аляски и создали основу для теоретических обобщений К.Гаусса. Кроме того, она подготовила фундамент для формирования отечественной сети метеорологических и геомагнитных станций в азиатской части России, включая Урал, стимулировало российские геомагнитные исследования на юге Урала (А.фон Гумбольдт, 1829) и в Китае (Г.Фусс, 1830-1832) [21]. Екатеринбург стал важным реперным пунктом. Контакты А.Эрмана с декабристами, а также ходатайства за них А.фон Гумбольдта, привело к тому, что декабристы стали пересылать результаты своих метеорологических наблюдений в Германию². Именно связи с декабристами побудили начальника штаба Корпуса Горных инженеров К.В.Чевкина поддержать идею А.Я. Купфера о развертывании в России магнитно-метеорологических станций и содействовать ему в создании обсерваторий под началом Горного ведомства. В этом он, вероятно, увидел возможность морально поддержать ссыльных декабристов, в числе которых были его друзья и родственники.

Отметим, что помимо Екатеринбурга, Златоуста и Богословска в 1830 г. были начаты наблюдения в Ялуторовске³. Так, в 1836 году там начинает вести наблюдения декабрист Иван Дмитриевич Якушкин. По его заказу местный умелец сделал ему “пружинный термометр”, рекомендованный к использованию Академией, а также ветромер. Сила ветра в нем определялась по пройденному пути специальной стрелки, перемещавшейся по циферблату и связанной с флюгером системой колес. Этот ветромер, исправно работавший все двадцать лет пребывания Якушкина в Ялуторовске, был также сделан согласно наставлениям академика Купфера. Согласно К.С.Веселовскому [22 с.53-54], в Туринске наблюдения осуществлял штатный смотритель местных училищ В.Столов. Однако, ему могли помогать в том декабристы Василий Петрович Ивашев и Иван Иванович Пуцин. Последний там находился с октября 1839 по июль 1843 года.

На крайнем юге Урала (в Оренбурге) первые метеорологические наблюдения были начаты в 1828 году. Вероятно, они были стимулированы предстоящим визитом на Урал А. фон Гумбольдта. Самому же А.фон Гумбольдту в Оренбурге принадлежит честь определения магнитных элементов. В период с 1844 по 1854 г., согласно [22, с.247], гидрометеорологические исследования в Оренбурге проводил наблюдатель Аничков. Метеостанция же там была создана только в 1883 году.

В мае 1834 г. начались обсерваторские метеорологические измерения в Златоусте. Непосредственно организацией обсерватории здесь занимался горный начальник Златоустовских заводов П. П. Аносов. Первым заведующим обсерваторией был назначен горный инженер Я. К. Нестеровский - помощник управителя Оружейной фабрики, а наблюдения вели заводские служащие Ширяев и Чехомов. В первом отчете были представлены данные о температуре воздуха, состоянии неба, атмосферных явлениях. Наблюдения велись три раза в день (в 8 часов, в полдень, в 19 часов). Первоначально станция размещалась в здании бывшей позолотной мастерской оружейной фабрики, а затем перемещена на гору, поблизости от Трёхсвятительской церкви (примерно в 800 метрах от центра Златоуста) на возвышенное и открытое со всех сторон место. К концу 1836 г. там на высоте 450 метров над уровнем моря по проекту архитектора Ф. А. Тележникова было

² В частности, Петр Иванович Борисов, проводивший такие наблюдения в Читинском остроге 12 лет с октября 1827 года до августа 1839 года, по воспоминаниям Д. Завалишина пересылал их в Берлинскую академию, а Александр Бестужев-Марлинский Эрману [10]. с которым он встречается в начале 1829 года в Якутске и обсуждал проблему “влияния северного сияния на магнитную стрелку”. Тогда же он передал последнему метеорологическую таблицу для сравнения высот мест. К сожалению, судьба этой и других таблиц с термометрическими и барометрическими данными, посланных им Эрману в Пруссию до сих пор нам неизвестна и требует поисков совместно с немецкими коллегами в Русском архиве (Archiv für Wissenschaften Kunde von Russland), который возглавлял Эрман.

³ Ялуторовск находится в месте впадения Исети в Тобол, а Екатеринбург в верховьях Исети.

построено здание обсерватории, в которой с 10 декабря 1836 г. были начаты барометрические, термометрические, гигрометрические, а также наблюдения над направлением ветра, над количеством воды, выпавшей в виде дождя и снега. С тех пор данные Златоустовской обсерватории по климатическим показателям за каждый день месяца регулярно печатались в свободном "Журнале магнитных и метеорологических наблюдений" в Петербурге, выходившем под редакцией А. Я. Купфера. В журналы наблюдений заносились все полученные данные, делались рисунки природных явлений. Ныне известны также акварельные зарисовки полярных сияний, наблюдавшихся в Златоусте 6 февраля, 6 октября и 3 ноября 1837 г., 5 октября 1838 г.[23].

Метеорологическая станция в Перми была основана Ф.М.Панаевым на свои собственные средства в 1881 г. [24, с.110].

Отметим, что в период пребывания Гумбольдта на Урале главный правитель Русских колоний в Америке (1830-1835 гг.) и замечательный полярный исследователь Фердинанд Петрович Врангель, принял на себя организацию там магнитно-метеорологических наблюдений⁴. Это было тем более важно, что в период с 1820 по 1824 годы он и П.Ф. Анжу провели магнитные съемки в высоких широтах у северо-восточных берегов Сибири между устьями рек Оленек, Индигирка и Колыма, а также на Новосибирских и Медвежьих островах. Известно, что к месту своего назначения в 1829 году он проезжал через Казань и, надо полагать, через Екатеринбург, однако, на это факт уральцами должного внимания не обращалось. Особую ценность для выявления поведения геомагнитных элементов на долготе Урала представляли исследования Ф.П.Литке, выполненные в первой половине 1820 гг. в проливе Маточкин Шар - проливе, разделяющем северный и южный острова Новой Земли. Позже, когда в 1840-1849 гг. Врангель возглавил РАК, он организовал Ситхинскую магнитно-метеорологическую обсерваторию, расположенную по соседству с о.Ситкой на о.Японском. Она функционировала с 26 февраля 1842 года по 21 октября 1867 г. Таким образом, комбинированные сухопутно-морские долготные уральские и северо-американские геомагнитные наблюдения, давали возможность вскрыть проявления локального материкового магнетизма, обусловленного, в частности, собственным магнетизмом горных пород. В последней четверти XIX века эту задачу на Урале блестяще выполнили И.Н.Смирнов и Г.Ф.Абельс. Стоит отметить, что Урал и Калифорния, географически расположенные почти антиподально представляли большой интерес не только для экспериментального сравнения, но и для фундаментального описания геомагнитного поля в рамках дипольных моделей. Не случайно, поэтому первые решения данной задачи появились в России (И.М.Симонов, 1835 [26-27]), а затем в Западной Европе (К.Ф.Гаусс, 1838 [28]).

Еще один исследователь Русской Америки, связи которого с Уралом требуют изучения, это Лаврентий Алексеевич Загоскин (1808-1890). Известно, что в 1842-1844 годах он провел обширные исследования материковых районов Северной Америки, определил широты и долготы большого числа географических пунктов, а также собрал о них ценные метеорологические сведения. Совершая свое путешествие из Петербурга на Аляску, предпринятое в декабре 1838 года, Загоскин побывал в Екатеринбурге, где останавливался на 9 дней⁵. Можно предположить, что здесь он решал не только хозяйственные задачи, но и поручения Купфера по изучению дел в ЕММО. Данный вопрос остается открытым.

Последний вопрос: к 1860 гг. в Новоархангельске был собран богатый архив, в

⁴ В частности, из [20, с.66-67] известно, что метеорологические наблюдения им проводились с 23 ноября 1831 г. по 30 июня 1835 г. После двухмесячного перерыва их продолжил священник Иннокентий Вениаминов, который вел их до 31 марта 1839 г., а до того 8 лет вел наблюдения на о.Уналашка (п. Илелюлок). Далее, до 20 августа 1840 г. их вел штабной врач Блашке и, наконец, до 30 апреля 1845 г. пастор Цигнеус.

⁵ В Екатеринбург Загоскин прибыл в 4 часа после полудня 20 февраля 1839 года и помимо обсерватории посетил ВИЗ, Монетный двор, гранильную фабрику, судя по всему встречался с представителем РАКа Я.М.Рязановым, и только 28 февраля 1839 года покинул город [25, с.332]. Примечательно, что при дальнейшем движении по Сибири он встречался с декабристами, для которых вез письма и вещи. В Новоархангельск он прибылоказывается только 6 октября 1839 года.

котором хранились обширные и сведения по Русской Америке, карты, словари, дневники путешествий. Однако, после 18 октября 1867 года, когда Новоархангельск перешел под юрисдикцию США, завершила свою деятельность и геомагнитная обсерватория.

Как сложилась судьба ее материалов и приборов? Как отмечается в [4, с.343], библиотека И.Вениаминова еще некоторое время хранилась на колокольне Ситхинского православного собора архистратига Михаила. Не исключено, что часть оборудования и материалов, если они были отправлены в Россию, могли по пути в Петербург осесть в Сибири и даже в ЕММО. Такое предположение небесспорно, так как: а) сеть обсерваторий только в 1866 году перешла от Горного ведомства к Академии наук и первое могло воспользоваться своим правом на данные материалы; и б) в 1870 году Академия приступила к коренной реформе методов метеорологических наблюдений и несоответствующие международным стандартам методики, приборы и материалы утрачивали для нее какое-либо значение. Таким образом, часть научного наследия Русской Америки может оказаться и в Екатеринбурге.

Интересными могут оказаться и находки в личном фонде выдающегося деятеля Русской Америки, чл.-корр. СПбАН К.Т.Хлебникова, в Кунгурском музее. Эта загадочная область еще ждет своих исследователей. Много в раскрытии истории урало-американских исследований могут принести помимо архивов США и Мексики немецкие и эстонские архивы, так как ученые этих стран приняли в этих исследованиях самое активное участие.

Литература

1. Гордин В.М. Очерки по истории геомагнитных измерений. М.: ИФЗ РАН, 2004. 162 с.
2. Schott Ch.Y. On the magnetic observations made during Bering's first voyage to the coast Kamtschatka and Eastern Asia. 1725-1730 // Rep.U.S. Coast and Geodet. Survey for 1891. N.-Y., 1892. Part 2. P.269-273
3. Русские экспедиции по изучению северной части Тихого океана в первой половине XVIII в. Сборник документов. М.: Наука, 1984. 320 с.
4. Марков С.Н. Юконский ворон. Летопись Аляски Тула: Изд-во "Пересвет"-II. 1994. 366 с.
5. Chappe d'Auteroche J. Voyage en Siberia, fait par Ordre du Roi en 1761. P., 1768. V.1-2
6. Chappe d'Auteroche J. Voyage en Californie pour l'observation du passage de Venus sur le disque du Soleil. P., 1772.
7. Hansteen Ch. Untersuchungen uber Magnetismus der Erde. Christiania: Lehman und Grondolf, 1819. 502 p.
8. Россия в Калифорнии: русские документы о колонии Росс и российско-калифорнийских связях, 1803-1850. М.: Наука, 2005. Т.1. 2004
9. Агеев С.С., Микитюк В.П. Рязановы – купцы екатеринбургские. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 191 с.
10. Авдюков Ю.П., Ольхова Н.С., Сурник А.П. Командор. Красноярск: КПИК "Офсет", 1995. 703 с.
11. Архипова Н.П. Непроторенными путями. Э.К.Гофман – геолог, географ, путешественник. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 136 с.
12. Hofmann E. Geognostische Beobachtungen angestellt auf einer Reise um die Welt, in den Jahren 1823 bis 1826, unter dem Befehl des Russisch Kaiser. Flott-Capitaines und Ritters, Herrn Otto von Kotzebue. Berlin: G.Reimer, 1829. 79 s.
13. Ленц Э.Х. Наблюдения над наклоном и степенью магнитной силы магнитной стрелки, произведенные в плавании вокруг света на шлюпе Сенявин в 1826, 27,28 и 29 годах, флота капитана Литке. СПб., 1836.
14. Материалы для истории русских заселений по берегам Восточного океана. СПб: Тип. Морского министерства. 1861. Вып.4. С. 185
15. Вишневский Б.Н. Путешественник Кирилл Хлебников. Пермь: Пермское кн. изд-во, 1957. 60 с.

16. Русская Америка в неопубликованных записках К.Т. Хлебникова. М.: Наука, 1979. 280 с.
17. Hansteen Ch., Due C. Resultate magnetischer, astronomischer und meteorologischer Beobachtungen auf einer Reise nach dem ostlichen Sibirien in den Jahren 1828 bis 1830, nebst Angang enthaltend magnetische Beobachtungen auf vetschiedenen Land- und Seereisen von dem Verfasser und seinen Landsleuten. Christiania, 1863.
18. Erman A. Reise um die Erde durch Nord-Asian und die beide Oceans in den Jahren 29 und 30. Berlin, 1841.
19. Kupffer A.Th. Voyage dans l'Oural entrepris en 1828. P., 1833. 428 p.
20. Нездюрлов Д.Ф. Очерки развития метеорологических наблюдений в России. Л.: Гидрометеоздат, 1969. 225 с.
21. Фусс Г. Географические, магнитные и гипсометрические наблюдения по маршруту из Сибири в Китай, выполненные в 1830-1832 гг. // Зап. Имп. акад.наук. Сер.6. 1838. Т.6.Ч.1.
22. Веселовский К.С. О климате России. СПб.: Имп. Акад.наук, 1857. 326 с.
23. Козлов А.В. Златоустовская метеорологическая станция. 170 лет с начала работы. Интернет-публикация.
24. Бедрицкий А.И., Борисенков Е.П., Коровченко А.С., Пасецкий В.М. Очерки по истории гидрометеорологической службы в России. СПб.: Гидрометеоздат, 1997. 344 с.
25. Путешествия и исследования лейтенанта Лаврентия Загоскина в Русской Америке в 1842-1844 гг. М.: ГИГЛ, 1956. 456 с.
26. Симонов И.М. Астрономические и физические наблюдения, сделанные во время путешествия около света. СПб., 1828. Ч.1.
27. Симонов И.М. Опыт математической теории земного магнетизма // Уч.зап. Казанского ун-та. Казань. 1835. Кн.3. С.49-68.
28. Гаусс К.Ф. Избранные труды по земному магнетизму. М.: Изд-во АН СССР, 1952. 350 с.

ADOLF KUPFER, EXPLORERS OF THE NEW WOLRD AND THE URALS: HISTORICAL-SCIENTIFIC ISSUES.

Kamenskaya S.P., Litovskiy V.V., Poruchikova S.S.

Ural State University of Railway Transport (USURT), Yekaterinburg
VLitovsky@econ.usurt.ru

It is known that the beginning of the academic researches in the Urals and in Russian America was initiated by V. Bering's Second Kamchatka expedition. Thus, if in Yekaterinburg the meteorological observations have been begun, at coast of America (Kadiak Island and others) there also magnetic declination was investigated [1, p.13; 2]. It also is remarkable that the number of the leading researchers of America included organizers of researches in Yekaterinburg and the first barter probably included the Ural products [3, p.225]. It is also known that in 1761 when first after Bering the beaver hunters set foot on land of Alaska [4, p.216], French abbot J.Chappe d'Auteroche took measurements of magnetic declination in Yekaterinburg and later in California in 1769 [5-6]. It is significant that at the same time geomagnetic investigations were expanded in Russia including the Urals [7] and from 1785 to 1793 such investigations were made by Joseph Billings and Gavriil Sarychev's expedition not only in Siberia but also in the Russian America on the Aleutian Islands [8-9]. Their way also passed through Yekaterinburg but there is still no special survey concerning problems that were solved by the expedition or whether they were solved at all.

In 1775 a merchant Grigory Ivanovich Shelihov (1747-1795) founded the company for trade and sealing in Alaska and the northern islands of the Pacific Ocean where he based the first Russian settlements. He also started the first geographical researches in so-called Russian America and wrote a work "The First Travelling of Eminent Citizen Grigory Shelihov from 1783 to 1787 from Okhotsk (the East Ocean) to the American Coast". In 1790 he actually left the Governor of Russian

settlements in America (in Alaska), his associate Alexander Andreevich Baranov (1746-1819) [1; p.232] who also solved descriptive problems. So, after the construction of the city of Novoarhangelsk had begun on island Sitka in 1797 [4, p. 245], since 1799 he engaged in not only fortification of a fortress, but also drawing up the topographical description of Kadiak, Kenai and Chugack gulfs, described the deposits of coal and iron ores, gathered a collection of the "toys" used by soldiers of a tribe Sitka (raven) for dancing [4, p. 246]. In 1793 Ekaterina II had been published the decree about colonization of Russian America [2, p.365], and in 1799 [2, p.365] Shelihov's son-in-law the chief secretary of the Senate Nikolay Petrovich Rezanov (1764-1807), has created the Russian-American company (RAC). There was other Shelihov's son-in-law - a merchant from Veliky Ustug Michael Matveevich Buldakov who became its director. Thus, the Company has appeared family that is remarkable in a context of the given research. As for strategy of profit increase, members of the RAC accepted the following: expansion of trading connections of Russian America with the nearest neighbours in the Pacific region, optimization of trading schemes and transport costs, an effective use of the markets of Siberia and European Russia. For detailed elaboration of strategy the first Russian round-the-world expedition (1803-1805) has been undertaken, in which N.P.Rezanov participated as the representative of the Company and the head of Embassy in Japan, and J.Krusenstern and Ju.Lisjansky were as naval officers and commanders of the ships. It is known that expedition stimulated the development of connections of Russian America with California, Hawaiian Islands and China, allowed to strengthen barter with Siberia, to solve a number of natural-science problems. It is obvious, that the Urals (Yekaterinburg and Irbit) according to plan of such a development were of interest. But whether there were such contacts and scientific problems brought up by the Academy were touched upon in their course? In fact at that time Ivan Filippovich (Benedict Franz Johann von) Hermann was the Main chief of the Yekaterinburg mountain department in the Urals, the person of numerous aspirations, a great scientist-economist, a correspondent of the St.-Petersburg academy of sciences, an expert in the field of meteorology and mining, a great expert of the Urals who, undoubtedly, could be useful for the Company. Some facts verify that as a part of Rezanov's mission in Russian America was an intention to use the Urals for trading connections. In "N.P.Rezanov's Report to minister of commerce, the earl N.P.Rumjantsev about navigation to California and situation in Russian colonies" of June 17, 1806 from Novoarkhangelsk, he wrote: "Cloth, ..., Flamic cloth, ..., needles, pins, scissors, razors, iron, pig-iron boilers, different iron tools, ... nails, are with what Russia abounds, and California requires. It is profitable to carry for them watches, earrings, rings, buckles... In order to show benefits, I shall leave transport by sea and I shall take now formidable Siberia transportation on my scale. They receive Flamic cloth from Mexico: a piece for 31 piaster and 3 reals. Assumed that a piece of Flamic cloth from Irbit -20 roubles, transportation from Irbit to Okhotsk (a pood - 11 roubles), a piece weights 25 pounds – 7 roubles, 3 roubles for a piece on commission charges and transportation up to America. So the piece of it costs 30 roubles or 16 (2/3) piasters. In California Flamic cloth have bought for 31 piaster or 55 roubles 80 copecks, hence, 25 roubles of 80 copecks is to clear" [8, p.135-136], etc. it follows that contacts with the Urals were very profitable.

The natural-science instructions from the Academy of sciences testify to a scientific component in Rezanov's mission in Russian America. He was ordered to bring breeds of stones, the grounds, fossils, salts, metals, plants, etc. from his travel and, that is important for an object of research, " not to pass over without attention meteorological supervision, defined by thermometers and barometers, and also the description of the polar lights and other worthy natural phenomena " [10, p.26-27]. For that purpose an astronomer I.K.Gorner and two scientists V.Tilesius von Tilenau and G.I.Langsdorf were also given. The Academy and private persons gave some books, devices, cards, etc. for cultural mission in America. We have to say that there were also thorough works of the Urals among them [10, p.15]. Unfortunately, because of premature death of Rezanov his plans have remained non-realized, and connection the RAC with the Urals and corresponding archives practically were not studied. It is especially disappointing that there was one more Rezanov, namely, a known Yekaterinburg merchant Jakim Merkurevich Ryazanov, a member of the RAC who as it is marked in [9, p. 45] «had rich fishing and took significant part in affairs of the Russian-American

company. Last fact suggests about relationship of Yekaterinburg Ryazanovs with the origin of N.P.Rezanov». In this aspect we would like to notice once again that Rezanov gave the great value to the Urals in development of the Russian-American contacts.

It is known that later the RAC became a stronghold of the Decembrists who planned to join California to Russia and make it a standard of civil freedom, using D.Zavalishin's ideas who has visited there (1804-1892) and made an attempt to carry out it by creation of "The Order of Restoration" [4, p. 267]. During the period from 1822 to 1823 D.Zavalishin and M.Kjuhelbeker visited Russian America, and the latter took a direct part in the inventory of the western coast of Queen Charlotte islands [4, p.265]. However, it didn't happen and they had to realize their scientific perspectives in Siberia.

In 1824 H.F.E.Lentz (1804-1865) and future outstanding researcher of the Urals Ernest Karlovich Hofmann (1801-1871) visited Novoarkhangelsk with O. von Kotzebue's expedition [11, p.38; 12-13]. The expedition also visited the most southern point of Russian territory in America - Fort Ross [11, p.35 - 36] in Northern California and then Hawaiian islands. So, E.Hofmann studied coasts of a vast San Francisco Gulf - down to a mouth of the largest river of these places - Sacramento from the geographical and geological point of view, and H.F.E.Lentz measured three elements of terrestrial magnetism - declination, an inclination and a relative degree of magnetic force. Later H.F.E.Lentz processed the results of these measurements together with the results received during the round-the-world expedition by F.B.Lütke (1826-1829) on the sailing boat "Senjavin" ("Сенявин"), including complex geomagnetic, meteorological and gravimetric observations on Sitka Island (1827) [4, p.278]. Not casually, having met them in Russia, Humboldt was vividly interested in their American results. Later H.F.E.Lentz has been involved by A.Kupffer in Elbrus measurements where Lents established the fact of a magnetic field decrease because of height, and in its turn influenced on Kupffer's plans and originally he decided to place a magnetic-meteorological observatory at a great height in the mountains (Zlatoust Town).

It is necessary to say (see [14, p.155]) that in his notes about Sitka's climate F.B.Lütke refers to observations of K.T.Hlebnikov who was originally from Kungur was managing the Novoarkhangelsk office of the RAC (1818-1832), the RAC director and, subsequently, a correspondenting member of the Russian Academy of Science [8, p.735]. Hlebnikov showed the advantages of Sitka's climate over Kadiak's climate. So, it follows that the first systematical meteorological measurements in Russian America were made by Kirill Trofimovich Hlebnikov (1776) [15-16]. In his «Notes about America» [15] it is even possible to find a mention of some available devices: « ... there are many mathematical, physical and other tools of rich *English* work in Sitka's museum. Besides the devices with which all vessels are fitted (sextants, oktants, pipes, chronometers and semichronometers) there are also theodolite and the Trouton's peripheral instriment for the land use are stored here; an astrolabe, a pendulum, telescopes, good pipes, a big microscope, the electric machine, natural and artificial magnets, barometers, thermometers, drawings, maps, atlases and others». It is known [17, p.66-67] the first meteorological station started to function on October 20, 1820 in Sitka Island (in Novoarkhangelsk), in Atkha Island - from 1822, in St. George Island - from 1823, in St. Paul Island - on September 1, 1824, in Unalashka Island - on October 19, 1827, etc.

It is obvious that detection of the fact that relative magnetic power increases towards poles in sea researches, including ones in Russian America, influenced on activation of expedition activity in internal areas of Eurasia, including the Urals and Siberia. Christopher Hansteen and Adolf Erman's expedition [17-18] and A.Kupffer [19] with whom the scientists carried out joint researches were called to solve this problem in the Urals. It should be also mentioned that Hansteen and Erman's measurements and A.Erman's further travel America allowed to reveal a geomagnetic picture from the Urals up to Alaska and created a basis for K.Gauss's theoretical generalizations. Besides, it prepared the base for formation of a domestic network of meteorological and geomagnetic stations in the Asian part of Russia, including the Urals, stimulated the Russian geomagnetic researches in the south of the Urals (A. von Humboldt, 1829) and in China (G.Fuss, 1830-1832) [21]. Yekaterinburg became an important bench-mark. A.Erman's contacts with

Decembrists and also Humboldt's intercessions led to that Decembrists began to send results of the meteorological observations to Germany⁶. It was relationship with Decembrists that induced the chief of the Office of Mountain Engineers, K.V.Chevkin to support A.Kupffer's idea about the expansion of magnate-meteorological stations in Russia and to promote in establishment of observatories under supervision of Mountain department. It was possibly an opportunity to support exiled Decembrists morally among whom there were his friends and relatives.

We should note that in 1830 the observations were started in Yalutorovsk⁷ besides Yekaterinburg, Zlatoust and Bogoslovsk. So, in 1836 Decembrist Ivan Dmitrievich Yakushkin started to conduct the observations there. According to his order, a local craftsman made "the spring thermometer" which was recommended to use by Academy, and an anemometer. Force of wind was defined on the passed way by the special arrow which moved on a dial and was connected with a windvane by the system of wheels. This anemometer, regularly worked for all twenty years of stay of Yakushkin in Yalutorovsk, also was made according to manuals of academician Kupffer. According to K.S.Veselovskiy [22 p.53-54], the observations were carried out by the regular inspector of local schools V.Stolov in Turinsk. However, he could be helped by Decembrists Vasily Petrovich Ivashev and Ivan Ivanovich Puschin. The latter was there since October 1839 till July 1843.

In the south of the Urals (in Orenburg) the first meteorological observations were began in 1828. They were possibly stimulated by a forthcoming Humboldt's visit to the Urals. The discovery of magnetic elements in Orenburg belongs to Humboldt. According to [22, p.247], from 1844 to 1854 the hydrometeorological researches in Orenburg were done by an observer Anichkov. The meteorological station was established there only in 1883.

In May, 1834 the observatorial meteorological measurements in Zlatoust were started. P.P.Anosov, chief of Zlatoust mountain factories, was directly engaged in organization of an observatory. Mountain engineer J.K.Nesterovsky - the manager assistant of the Weapon factory was appointed as the first manager of the observatory, and observations were conducted by factory employees Shiryaev and Chehomov. The first report consisted of data about temperature of air, the sky condition, and the atmospheric phenomena. Observations were done three times a day (at 8 a.m., at midday, at 7 p.m.). Originally the station was placed in a building of former gilding workshop of a weapon factory, and then moved to the mountain, near Trehsvyatitelskaya church (approximately 800 meters from the center of Zlatoust) on the high level and opened place. By the end of 1836 according to the project of architect F.A.Telezhnikov the building of observatory has been constructed there at the height of 450 meters above sea level. Since December 10, 1836 there were barometric, thermometric, hygrometric observations and also observations concerning wind direction, quantity of the water which dropped out in the form of rain and snow. Since then every day data of Zlatoust observatory about climatic parameters were regularly published by A.Kupffer's edition in "Annuaire magnétiques et météorologiques du corps des ingénieurs des mines de Russie ou Recueil d' observations magnétiques et météorologiques faites dans l'étendue de l'Empire de Russie et publ. par ordre de S.M. L'Emp. Nicolas I par A.T.Kupffer. Année. St.-Petersbourg". All figures were in the observation journals, pictures of the natural phenomena were done. Nowadays water colour sketches of the polar lights observed in the Zlatoust on February 6, on October 6 and on November 3, 1837, on October 5, 1838 [23] are also known.

The meteorological station in Perm was founded by F.M.Panaev on his own means in 1881 [24, p.110].

We should mention that during Humboldt's Ural visit the main governor of Russian colonies in America (1830-1835) and remarkable polar researcher Ferdinand von Wrangell took up

⁶ In particular P.I.Borisov sent his observations of Chita Region to Berlin Academy, and A.Bestuzev-Marlinskiy to Erman [10].

⁷ Yalutorovsk is situated where Iset flows into Tobol, and Yekaterinburg - in the upper reaches of Iset.

the organization magnate-meteorological observations there⁸. It was really important because from 1820 to 1824 he and P.F. Anjou made the magnetic shootings at the north-east coast of Siberia between mouths of the rivers Olenek, Indigirka and Kolyma, and also in Novosibirsk and the Medvezich Islands. It is known that he passed through Kazan to a place of his destination and, probably, through Yekaterinburg in 1829. However, the Ural people didn't pay due attention to it. Special value for revealing the qualities of geomagnetic of the Urals was represented by F.Lütke's researches which he did in the first half of the 1820s in the Matochkin Strait - the strait dividing the northern and southern islands of New Land. Later when Wrangell headed the RAC in 1840-1849, he organized Sitka magnate-meteorological observatory located near Sitka Island in Japonskiy Island. It functioned from February 26 till October 21, 1867. Thus, the combined land-sea longitudinal Ural and North-American geomagnetic observations gave an opportunity to open displays of the local continental magnetism caused, in particular, by own magnetism of rocks. In last quarter of XIX century this task in the Urals was brilliantly solved by I.N.Smirnov and H.F.Abels. It is necessary to notice that the Urals and California geographically located almost antipodal were of great interest not only for experimental comparison, but also for the fundamental description of a geomagnetic field within the limits of dipole models. Therefore the first solutions of the given problem appeared in Russia (I.M.Simonov, 1835 [26-27]) and then in the Western Europe (K.F.Gauss, 1838 [28]).

Another researcher of Russian America, whose contacts with the Urals demand studying, is Lavrenty Alekseevich Zagoskin (1808-1890). It is known that he carried out numerous researches of continental areas of Northern America in 1842-1844, defined latitudes and longitudes of a big number of geographical items, and also collected valuable meteorological data about them. Travelling from Petersburg to Alaska in December 1838 Zagoskin visited Yekaterinburg where stopped for 9 days. It is possible to assume that here he solved not only economic problems, but also Kupffer's assignments in studying affairs in Yekaterinburg Magnate-Meteorological Observatory (YMMO). This issue remains opened.

Last question: by 1860 in Novoarkhangelsk the rich archive was been collected in which a huge data about Russian America, dictionaries, travel journals were stored. However, after October 18, 1867 when Novoarkhangelsk passed under jurisdiction of the USA, a geomagnetic observatory finished its activity.

What was the destiny of its materials and devices? As it is marked in [4, p.343], I.Veniaminov's library was stored on the belltower of Sitka orthodox cathedral of Michael. And a part of the equipment and materials could be in Siberia and even in YMMO on a way to Petersburg if they have been sent to Russia. Such an assumption is not groundless because: the network of observatories passed from Mountain Department to the Academy of Science only in 1866 and the first could take advantage of the given materials; and in 1870 the Academy started a radical reform of methods of meteorological observations and techniques which were not appropriate to the international standards, devices and materials lost any value for it. Thus, a part of scientific heritage of Russian America can be in Yekaterinburg.

Interesting can be some finds in personal fund of an outstanding figure of Russian America, corresponding member of St. Petersburg Academy of Science K.T.Hlebnikov, in Kungur museum. This mysterious area is still waiting for its researchers. Besides archives of the USA and Mexico, German and Estonian archives and scientists can put a lot in disclosing history of the Russia-America researches as they took the most active part in these researches.

List of literature

1. Gordin B.M. Essays of geomagnetic measurement's history. M.: IFZ RAN, 2004. 162 p.
2. Schott Ch.Y. On the magnetic observations made during Bering's first voyage to the coast Kamtschatka and Eastern Asia. 1725-1730 // Rep.U.S. Coast and Geodet. Survey for 1891. N.-Y., 1892. Part 2. P.269-273

⁸ In particular, it is known [20, p.66-67] that he made observations from November 23, 1831 to June 30, 1835. Priest Innokentii Veniaminov continued them and then from March 31, 1839 to August 20, 1840 – headquarter doctor Blashke, and finally - pastor Tsigneus till April 30, 1845.

3. Russian expeditions of studying the northern part of the Pacific Ocean in the first half of 18 century. Documentary collection. M.: Nauka, 1984. 320 p.
4. Markov S.N. Ukonsk Raven. Alaska's chronicle. Tula, 'Peresvet'- II. 1994. 366 p.
5. Chappe d'Auteroche J. Voyage en Siberia, fait par Ordre du Roi en 1761. P., 1768. V.1-2
6. Chappe d'Auteroche J. Voyage en Californie pour l' observation du passage de Venus sur le disque du Soleil. P., 1772.
7. Hansteen Ch. Untersuchungen uber Magnetismus der Erde. Christiania: Lehman und Grondolf, 1819. 502 p.
8. Russia in California: Russian documents about colony Ross and Russia-California contacts, 1803-1850. M.: Nauka, 2005. T.1.2004
9. Ageev S.S., Mikituk V.P. Ryazanovy – merchants from Yekaterinburg. Yekaterinburg: UrO RAN, 1998. 191 p.
10. Avdukov U.P., Olchova N.S., Surnik A.P. Commander. Krasnoyarsk: KPIK 'Ofset', 1995. 703 p.
11. Archipova N.P. By ways. E.Hofmann – a geologist, geographer and traveler. Yekaterinburg: UIF 'Nauka', 1994. 136 p.
12. Hofmann E. Geognostische Beobachtungen angestellt auf einer Reise um die Welt, in den Jahren 1823 bis 1826, unter dem Befehl des Russisch Kaiser. Flott-Capitaines und Ritters, Herrn Otto von Kotzebue. Berlin: G.Reimer, 1829. 79 p.
13. Lentz H.F.E. Observations of inclination and a relative degree of magnetic force made in a sailing boat 'Seniavin' in 1826/7/8/9. St. Petersburg., 1836
14. Materials of history of Russian settlements along the Eastern Ocean coast. St. Petersburg: Pbl. Of the Sea Department. 1861. Issue 4. 185 p.
15. Vishnevskiy B.N. Traveler Kirill Chlebnikov. Perm: Permskoe, 1957. 60 p.
16. Russian America in unprinted notes of K.T. Chlebnikov. M.: Nauka, 1979. 280 p.
17. Hansteen Ch., Due C. Resultate magnetischer, astronomischer und meteorologischer Deodachtungen auf einer Reise nach dem ostlichen Sibirien in den Jahren 1828 bis 1830, nebst Angang enthaltend magnetische Beobachtungen auf vetschiedenen Land- und Seereisen von dem Verfasser und seinen Landsleuten. Christiania, 1863.
18. Erman A. Reise um die Erde durch Nord-Asian und die beide Oceans in den Jahren 29 und 30. Berlin, 1841.
19. Kupffer A.Th. Voyage dans l'Oural entrepris en 1828. P., 1833. 428 p.
20. Nezdurov D.F. Essays of development of meteorological observations in Russia. L.: Gidrometeoizdat, 1969. 225 p.
21. Fuss G. Geographical, magnetic and hypsometrical observations according to the route Siberia – China made from 1830-1832// Zap. Imp. Academy of Science, 1857. 326 p.
22. Veselovskiy K.S. About Russia climate. St. Petersburg.: Imp. Acad. Science, 1857. 326
23. Kozlov A.V. Zlatoust meteorological station. 170 anniversary. Internet- article.
24. Bedritskiy A.I., Borisenkov E. P., Korovchenko A.S., Pacetskiy V.M. Essay about the history of hydrometeorological service in Russia. St. Petersburg.: Gidrometeoizdat, 1997. 344 p.
25. Travels and researches of Lavrentii Zagoskin in Rusian America from 1842 to 1844. M.: GIGL, 1956. 456 p.
26. Simonov I.M. Astronomical and physic observations made during round the world travel. St. Petersburg., 1828. Ch.1
27. Simonov I.M. The experience of mathematic theory of earth magnetism //Kazan. 1835. Book 3. 49-68 p.
28. Gauss K.F. Selected works of earth magnetism. M.: AN USSR, 1952. 350 p.

НОВЫЕ МАГНИТОМЕТРЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОБСЕРВАТОРСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Кириаков В.Х., Любимов В.В.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и
распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк*
lyubimov@izmiran.ru

Развитие современной бытовой техники и средств связи, когда реальное место проведения научных исследований может подвергаться влиянию нескольких различных типов источников электромагнитных полей (ЭМП) и излучений, ставит вопросы создания универсальных средств их обнаружения и инструментального контроля, позволяющих фиксировать характеристики ЭМП и его пространственный градиент в месте проведения эксперимента. На протяжении последних десяти лет в ИЗМИРАН в этом направлении ведутся работы по созданию научных приборов, которые наряду с заданными специальными техническими параметрами должны обладать такими необходимыми характеристиками, как удобством применения в полевых и лабораторных условиях, надежностью, простотой в обращении и низкой стоимостью.

В период с 2005 г. по настоящее время создано несколько моделей новых приборов, позволяющих проводить изучение постоянных и переменных магнитных полей, их пространственные характеристики. В их число входят: интеллектуальные магнитометры серии «IMPEDANCE» *IDL-09*, *IDL-12* и переносной магнитометр-градиентометр *IGF-02*.

Регистратор магнитной активности (РМА) *IDL-09* является компонентным магнитометром, выполненным на основе однокомпонентного феррозондового магниточувствительного датчика (*МЧД*) и предназначенным для измерения в реальном времени, регистрации, хранения, анализа и представления данных измерений вариаций одной из составляющих вектора магнитной индукции (*ВМИ*) поля: *D, H, Z, X, Y*, а также для исследования полей, создаваемых искусственными источниками, для систем, служащих для привязки и ориентации объектов по магнитному полю и для специальных целей. РМА автоматически отслеживает текущие магнитные возмущения путем расчета и визуализации в реальном времени индекса магнитной активности. Прибор может использоваться на суше в помещениях любого типа и размера, в условиях обсерватории, в полевых условиях и в качестве автономной станции. Прибор может использоваться для оценки интенсивности магнитной бури (*МБ*) по величине склонения магнитного поля Земли (*МПЗ*) в любом районе Земного шара в реальном масштабе времени.

Прибор может быть использован для определения величины и местонахождения "вредных" электромагнитных возмущений искусственного происхождения, оказывающих воздействие на человека на его рабочем месте.

РМА *IDL-09* имеет три диапазона для измерений вариаций МПЗ: ± 1 , ± 10 и ± 100 мкТл. Цена единицы счета младшего разряда цифрового отсчетного устройства для каждого из измерительных диапазонов при регистрации постоянного и переменного магнитного поля составляет ± 1 нТл, цикл автоматических измерений прибора лежит в пределах от 0,1 до 60 с и устанавливается программно. Объем энергонезависимой памяти для регистрации измеренных данных 1 Мбайт. (Объем энергонезависимой памяти позволяет проводить непрерывные измерения с циклом 0,1 с и накапливать данные в течение 8 часов, а при использовании стандартного обсерваторского режима с осреднением данных на минутном измерительном интервале объема встроенной памяти хватает на регистрацию данных в течение более чем 200 суток). Передача накопленных данных осуществляется в персональный компьютер (*ПК*) по последовательному протоколу (*RS-232*) со скоростью 38400 бод. Питание прибора осуществляется от источника постоянного тока напряжением 9...12 В. Предусмотрена возможность питания прибора от сети переменного тока напряжением 220 В $\pm 10\%$, (50 Гц) при помощи стандартного сетевого адаптера со

стабилизированным напряжением 10 В. При этом мощность потребления от источника постоянного тока составляет не более 1,5 Вт.

Габаритные размеры и масса:

- МЧД 50 x 40 x 40 мм (0,3 кг);
- блока измерения и накопления 260 x 210 x 150 мм (1,0 кг);
- устройства поворотного 80 x 180 x 90 мм (0,6 кг);
- всего прибора в упаковочной таре 300 x 400 x 220 мм (4,5 кг).

В рабочих условиях прибор обеспечивает измерение и регистрацию магнитного поля непрерывно и круглосуточно с сохранением своих технических характеристик.

РМА IDL-09 выполнен в виде лабораторного прибора и состоит из двух основных блоков: блока датчика и блока измерения и накопления (**БИН**) информации, которые соединены между собой кабелем длиной 5 м. Общий вид прибора показан на *рис.1*.



Рис.1. Общий вид магнитометра IDL-09.

Магнитометр феррозондовый двухканальный (МФД) IDL-12 является высокочувствительным компонентным магнитометром, предназначенным для одновременного измерения в реальном времени, регистрации и представления данных измерений вариаций двух составляющей ВМИ поля Земли: **D, H, Z, X, Y, T**, а также для исследования полей, создаваемых искусственными источниками, для систем, служащих для привязки и ориентации объектов по магнитному полю и для специальных целей.

МФД IDL-12 выполнен на основе двух однокомпонентных феррозондовых МЧД, каждый из которых имеет диапазон для измерений вариаций МПЗ - $0 \dots \pm 100$ мкТл. Цена единицы счета младшего разряда цифрового отсчетного устройства для каждого из измерительных каналов прибора при регистрации магнитного поля составляет ± 1 нТл. Цикл автоматических измерений прибора лежит в пределах от 0,1 до 60 с и устанавливается при помощи ПК программно. Визуализация измеренных данных осуществляется при помощи двухстрочного цифрового индикатора. Относительная погрешность измерения поля для каждого измерительного канала прибора составляет не более 2%. Напряжение постоянного тока на аналоговом выходе каждого из измерительных каналов прибора составляет $\pm 2,5$ В. Передача измеренных данных осуществляется в **ПК** по последовательному протоколу (**RS-232**) со скоростью 38400 бод.

Напряжение питания прибора от источника постоянного тока составляет 9...12 В. Типовое напряжение питания - 10 В. Мощность потребления от источника постоянного тока не более 1,5 Вт. Диапазон рабочих температур в пределах от 10 до 40 °С.

Габаритные размеры и масса:

- магнитоизмерительного преобразователя (**МИП**) 20 x 20 x 63 мм (0,1 кг);
- блока измерения (**БИ**) 100 x 100 x 50 мм (0,5 кг);

МФД IDL-12 выполнен в виде лабораторного прибора и состоит из следующих основных блоков: БИ и двух одинаковых МИП, которые соединены с БИ при помощи

кабелей длиной 1,5...2,5 м. Каждый из МИП выполнен на основе однокомпонентного феррозондового МЧД. Общий вид прибора показан на рис.2.



Рис.2. Общий вид магнитометра IDL-12.

Интеллектуальный магнитометр-градиентометр (ИМГ) IGF-02 “GRADIMAG” является высокочувствительным прибором, предназначенным для измерения линейного градиента магнитного поля, его вариаций в статике, для исследования полей, создаваемых искусственными источниками, и для специальных целей. ИМГ может использоваться на суше, в полевых условиях для проведения геофизических и научных исследований и поисковых работ, использоваться в качестве автономной стационарной вариационной станции, работать в режиме «магнитных весов» для определения намагниченности различных предметов.

ИМГ выполнен в виде переносного прибора и состоит из двух основных частей: блока датчиков (**БД**) и блока измерения и накопления (**БИН**), соединенного с БД при помощи кабеля длиной 1,4 м. Общий вид прибора показан на **рис.3**. БД выполнен на основе двух однокомпонентных феррозондовых МЧД, центры которых отстоят друг от друга на расстоянии 1 м, а оси которых расположены на одной линии. Тем самым организована «жесткая измерительная база» прибора.



Рис.3. Общий вид ИМГ.

Режим работы ИМГ непрерывный, автономность работы определяется ресурсом источника питания. В стационарном варианте работы прибора (в режиме вариационной станции) БД ставится в горизонтальной плоскости на немагнитные подставки-пятачки и при помощи юстировочных винтов точно фиксируется горизонтально в заданном направлении

«измерительной базы». В походном варианте БД используется наплечный ремень, при этом юстировочные винты могут быть сняты.

Корпус БД, имеющий прямоугольную форму с размерами 105 x 47 x 18 мм, выполнен из немагнитного материала. Масса БД вместе с соединительным кабелем и разъемом в походном варианте составляет не более 0,35 кг. Основой конструкции БИН является пластмассовый корпус (см. *рис.3*), на передней панели которого расположен графический индикатор и пленочная 18-ти кнопочная клавиатура. При помощи клавиатуры происходит управление работой всего прибора и установка режимов визуализации измеренных данных на графическом индикаторе, а также комментариев при фиксации измеренных данных в память прибора.

ИМГ является векторным прибором, работающем в диапазоне полей ± 50 мкТл и имеет три измерительных диапазона для измерения линейного градиента магнитного поля: ± 100 , ± 1000 и ± 8000 нТл. При этом возможно программное масштабирование регистрации данных на графическом индикаторе в сторону увеличения разрешающей способности. Цена единицы счета младшего разряда цифрового отсчетного устройства БИН для всех измерительных диапазонов составляет ± 1 нТл. Цикл автоматических измерений 0,1 с. В приборе предусмотрена возможность изменения цикла автоматических измерений программно. Объем энергонезависимой памяти для регистрации измеренных данных 1 Мбайт. Этот объем памяти прибора позволяет проводить непрерывные измерения с циклом 0,1 с и накапливать данные в течение 8 часов. Передача накопленных данных осуществляется в ПК со скоростью 9600 бод по последовательному протоколу.

Напряжение питания прибора от источника постоянного тока в пределах от 9 до 12 В. Предусмотрена возможность питания от сети переменного тока при помощи стандартного сетевого адаптера. В приборе предусмотрена возможность контроля напряжения источника питания на графическом дисплее. Мощность потребления прибором энергии от источника постоянного тока не более 1,0 Вт.

Габаритные размеры и масса:

- БД 105 x 47 x 17 мм (0,6 кг);
- БИН 228 x 115/72 x 48 мм (0,4 кг).

NEW MAGNETOMETERS FOR AN ENVIRONMENT ELECTROMAGNETIC MONITORING AND OBSERVATORY RESEARCHES

Kiriakov V.Kh., Lyubimov V.V.

Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation of RAS, Troitsk
lyubimov@izmiran.ru

The development of modern home appliances and communication facility, when the real place of realization of scientific researches can be exposed to influence of several various types of electromagnetic fields sources (EFS) and radiations, puts questions of creation of universal remedies of their detection and tool control allowing to fix of the EFS characteristic and its spatial gradient in a place of experiment realization. During last of ten years in IZMIRAN in this direction the works on creation of scientific devices are conducted which alongside with the given special technical parameters should have such necessary characteristics, as by convenience of application in field and laboratory conditions, reliability, simplicity in circulation and low cost.

The basic characteristics of the created models of new devices allowing to carry out study of constant and variable magnetic fields, their spatial characteristics are submitted. Into their number enter: intellectual magnetometers of an «IMPEDANCE» series - IDL-09, IDL-12 and portable magnetometer-gradimeter IGF-02.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ЦИФРОВОЙ РЕГИСТРИРУЮЩИЙ ФЕРРОЗОНДОВЫЙ МАГНИТОМЕТР ДЛЯ ГЕОФИЗИКИ, ОБСЕРВАТОРСКИХ И МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ

Кириаков В.Х., Любимов В.В.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Троицк

lyubimov@izmiran.ru

Последние достижения в области микропроцессорной измерительно-вычислительной техники позволили перейти к созданию нового поколения научно-исследовательской аппаратуры, отличающейся улучшенными техническими характеристиками, в том числе расширением функций приборов, и обеспечивающей получение качественно новой информации о процессах, происходящих в Земной коре, в воздушной и водной окружающей средах.

Возможность при помощи микропроцессора осуществлять анализ получаемой информации в темпе эксперимента позволила перейти от фиксированного дискретного режима измерения к адаптивному, что способствовало не только повышению качества этой информации, но и более рациональному использованию объема памяти в автономных приборах.

Способность самоконтроля микропроцессорных измерительных систем является незаменимым качеством, например, для автономных станций и приборов. Новая элементная база обеспечивает более высокую точность преобразования первичных данных, а высокое быстродействие схем и применение программно-импульсных режимов питания позволяют на несколько порядков снизить энергопотребление, уменьшить емкость и габариты источников питания в автономных приборах. Миниатюрные размеры и высокая степень интеграции элементной базы существенно уменьшают размеры измерительных систем. Наличие твердотельной памяти высокой степени интеграции позволило не только повысить надежность автономных приборов, но и существенно уменьшить их габариты и энергопотребление. Снижение размеров измерительных схем, накопителя информации и источников питания в совокупности обуславливает уменьшение общих габаритов приборов и их стоимости.

Другим важным достоинством применения микропроцессорных систем является возможность унификации измерительных схем приборов, возможность подключения первичных преобразователей с выходными сигналами в виде напряжения, тока, частоты и периода, которая сводится, главным образом, к изменению программы, записываемой в ПЗУ микропроцессора, и подбора емкости твердотельного накопителя. Программа может также содержать индивидуальную коррекцию характеристик первичных преобразователей, учитывать их температурный и временной дрейф, нелинейность преобразования и т.д. При этом микропроцессор может фиксировать выходные сигналы и формировать их в виде, рассчитанном на непосредственный ввод в персональный компьютер (**ПК**) или для передачи по линиям связи.

При наличии в приборах встроенного микропроцессора появляется возможность осуществления легко доступной связи между ними, обеспечения двустороннего обмена информацией, программного автоматического изменения самой программы и режима измерений, формирования различных кодовых посылок, повышающих помехоустойчивость и быстродействие канала связи. Все это наделяет созданный прибор как бы интеллектом, то есть способностью без помощи оператора (извне) осуществлять автоматический контроль и проведение измерений.

В течение последних лет в ИЗМИРАН активно проводились работы по созданию интеллектуальных переносных малогабаритных приборов на основе современных

достижений микропроцессорной техники и на современной элементной базе. Так, в начале 2003 г. был разработан опытный образец и на его основе выпущена малая серия переносных магнитометрических приборов MAGIC МФ-03-Р, позволяющих решать широкий круг научно-исследовательских задач в области геофизики, использовать их при проведении электромагнитного мониторинга окружающей среды в локальных помещениях и для общеобразовательных целей.



Высокочувствительный магнитометр MAGIC МФ-03-Р, выполненный на основе однокомпонентного феррозондового датчика в виде переносного прибора, предназначен для измерения модуля магнитной индукции поля Земли или одной из его составляющих, а также исследования полей, создаваемых искусственными источниками, для систем, служащих для привязки и ориентации объектов по магнитному полю и специальных целей. Предусматривается применение прибора как на суше, так и на море, на подвижном носителе, в условиях обсерватории, в качестве автономной станции, а также для проведения поисковых, рекогносцировочных и методических работ.

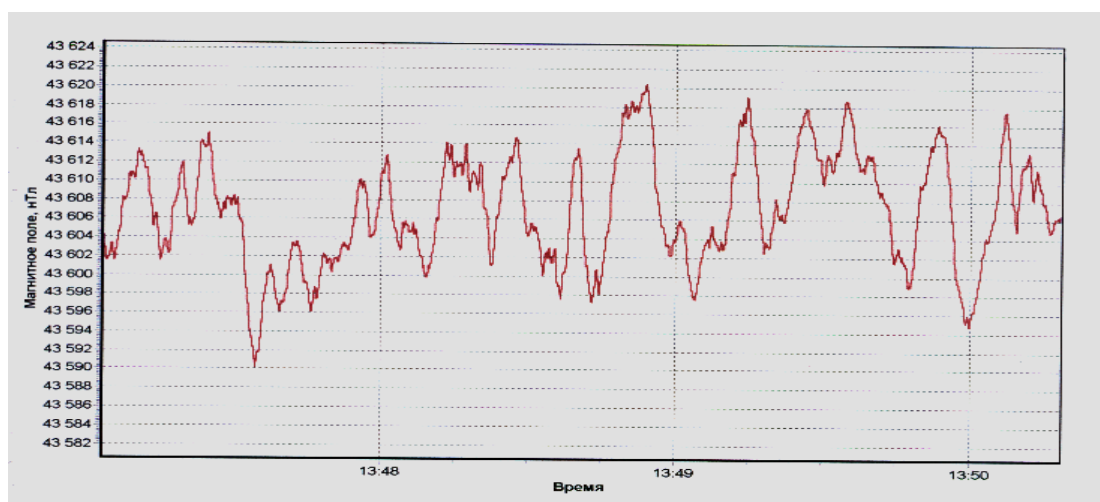
Прибор оснащен пленочной клавиатурой для управления и установки необходимых режимов работы и цифровым табло, в качестве которого используется двухстрочный жидкокристаллический индикатор. В нем предусмотрена возможность регистрации измеренной информации во встроенную энергонезависимую память объемом 1 Мбайт, ее хранение и передача через последовательный порт (RS232) в ПК или работа совместно с ПК любого типа в реальном масштабе времени. При этом появляется возможность визуализации получаемой информации в виде программно масштабируемого графика поле - время.

Основные технические характеристики магнитометра представлены в таблице.

Диапазоны измерения магнитного поля, мкТл	0 ...± 1; 0 ... ± 10; 0 ... ± 100
Цена единицы счета младшего разряда цифрового табло во всех диапазонах, нТл	1
Циклы автоматических измерений во всех диапазонах, с	0,1; 1; 10; 30; 60
Напряжение питания от источника постоянного тока, В	9-12
Потребляемая мощность, Вт, не более	0,45

Диапазон рабочих температур, °С	0-40
Длина кабеля выносного датчика, м	1...1,5
Габаритные размеры, мм: датчика блока управления	50x40x40 180x80/60x35
Масса, кг: датчика блока управления	0,3 0,2

Прибор имеет встроенный таймер текущего времени, что позволяет использовать его в режиме автономной вариационной станции. При этом объема энергонезависимой памяти при цикле измерения 0,1 с достаточно для непрерывной регистрации измеренных данных в течение 8 ч, а при цикле измерения 60 с – в течение 200 суток. Встроенный микропроцессор позволяет проводить цифровую фильтрацию данных и их осреднение в темпе эксперимента, осуществлять раздельную установку циклов визуализации данных на табло и записи их в твердотельную память. Отличительной особенностью магнитометра является возможность оперативной смены (смещения) измерительной базы при значительном выходе измеряемой величины за границы диапазона (цифрового табло). При работе прибора совместно с ПК предусматривается изменение разрешающей способности прибора программно и быстро до максимально возможных значений, что в ряде случаев необходимо при проведении специальных работ, например, при определении металлических предметов на расстоянии или при их перемещении в пространстве относительно датчика магнитометра. Пример регистрации вариаций магнитного поля в цифровой форме при помощи МФ-03-Р представлен на *рисунке*.



Магнитометр MAGIC МФ-03-Р удобен и прост в эксплуатации, способен работать в любых помещениях, что позволяет авторам надеяться на хорошие перспективы его дальнейшего использования для нужд науки при проведении полевых и исследовательских работ. Эти приборы хорошо зарекомендовали себя в различных условиях применения, в том числе для проведения научных, метрологических, медико-биологических, мониторинговых исследований в различных экспедициях РАН на территории России и за рубежом. Магнитометр MAGIC МФ-03-Р был представлен в 2003 г. в качестве достижений института в Выставочном центре РАН.

В настоящее время в ИЗМИРАН на базе различного типа феррозондовых магнитных измерительных преобразователей создана и уже выпускается новая модификация магнитометра под названием MAGIC МФ-03-РМ, которая является новой современной разработкой и усовершенствованием ранее выпускаемых моделей.

Литература

1. Кириаков В.Х., Любимов В.В. Малогабаритный цифровой интеллектуальный регистрирующий феррозондовый магнитометр MAGIC МФ-03-Р // *Датчики и Системы / Конструирование и производство датчиков, приборов и систем*. М.: «ООО СенСиДат», 2004. No.10. С.37-38.
2. Любимов В.В. Феррозондовые диагностические магнитометры серии «МАГИК» // *Экономика и производство / Технологии, оборудование, материалы*. Журнал организаторов производства. М., 2006. No.1. С.57-61.

SMALL-SIZED DIGITAL RECORDING FLUXGATE MAGNETOMETER FOR GEOPHYSICS, OBSERVATORIES AND METHODOLOGICAL WORKS

Kiriakov V.Kh., Lyubimov V.V.

Pushkov institute of terrestrial magnetism, ionosphere and radio wave propagation of RAS, Troitsk
lyubimov@izmiran.ru

Last achievement in the field of microprocessor technology facilities have allowed to proceed to creation of new generation of the research equipment distinguished by improved characteristics, including expansion of functions of devices, and ensuring reception is qualitative of the new information on processes occurring in the earth's crust, in air and water environments.

For the last few years in IZMIRAN the works on creation of intellectual portable small-sized devices were actively carried out on the basis of modern achievement of microprocessor engineering and on modern element base. So, in the beginning of 2003 the skilled sample was developed and on its basis a small series of portable magnetometrical devices MAGIC MF-03-R, allowing is issued to decide a wide circle of research tasks in the field of geophysics, to use them at realization of electromagnetic monitoring of an environment in local rooms and for the general educational purposes.

High-sensitivity magnetometer MAGIC MF-03-R, executed on a basis of the one component fluxgate sensor as the portable device, is intended for measurement of the module of a magnetic induction of the Earth field or one of his components, and also research of fields created by artificial sources, for systems serving for binding and orientation of objects on a magnetic field and the special purposes. The application of the device both on land, and by the sea, on the mobile carrier, in observatory conditions is provided, as autonomous station, and also for realization search, reconnoitring and methodical works.

The device is equipped with the film keyboard for management and installation of necessary modes of operations and digital display, as which the two-line case liquid crystal indicator is used. In MF-03-R the opportunity of registration of the measured information in the built - in non-volatile memory of volume 1 Mbyte, its storage and transfer through a serial port (RS232) in computer or work together with computer of any type in a real time scale is stipulated. Thus there is an opportunity of visualization of the received information as of the programm scaled diagram a field - time.

К ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ В НИЖНЕМ ТАГИЛЕ

Клат С.А.

Нижне-Тагильский музей-заповедник горнозаводского дела Среднего Урала
book@uraltelecom.ru

История организации метеорологической обсерватория в Нижнем Тагиле связана с именами приглашенных сюда по контракту французских инженеров – топографов, Бержье (Bergier) и Аллори (Allori).ⁱ Долгое время в уралистике бытовало представление, что они занимались лишь своими прямыми обязанностями и на Урале положили начало триангуляционным топографическим съемкам (1854 г.). Карты, планы и топографические съемки составляют ныне 409 дел именного фонда Бержье и Аллори в Государственном архиве Свердловской области.ⁱⁱ Они охватывают территорию девяти существовавших до революции казенных горных округов Урала, или большую часть современных Свердловской, Челябинской и, частично, Пермской областей.ⁱⁱⁱ

Казалось бы, столь масштабная работа должна была привлечь к именам этих французских специалистов внимание отечественных и, прежде всего, уральских исследователей истории естествознания. Однако, как в дореволюционных трудах, так и в работах 1930 – 1990-х гг. упоминания о Бержье и Аллори чрезвычайно редки и скупы. Их жизнь и деятельность до сих пор во многом остаются белым пятном в истории Урала. Достаточно сказать, что до настоящего времени не выявлены ни даты их жизни, ни их полные имена. Неизменно именуемые в источниках «господами Бержье и Аллори», таковыми они остаются для нас и по сей день.^{iv}

До сих пор не было полной ясности и в вопросе о сроках деятельности французских топографов на Урале. «Исторический очерк Корпуса военных топографов» ограничивает эти сроки 1854 – 1865 гг. Те же временные границы приводит в своем «Отчете...о геологических исследованиях, произведенных по Высочайшему повелению на Урале в 1865 году» один из основателей Геологического комитета, генерал-лейтенант и академик Георгий Петрович Гельмерсен.^v

Документы, не столь давно обнаруженные мною в фонде 102 («Личном Демидовых») ГАСО, а также в фонде письменных источников Нижнетагильского музея-заповедника и содержащие ряд неизвестных ранее фактов позволили прояснить некоторые вопросы, касающиеся Бержье и Аллори.^{vi}

Было установлено, что еще 1 июля 1839 года А.Н. Демидов обратился к шефу III отделения с письмом, содержащим просьбу оказать покровительство «французским подданным Бержье и Аллори», которые направлялись им «в Пермскую губернию для составления топографической карты [его и брата Павла Николаевича] заводам..., в сей губернии находящимся». Он просил также рекомендовать топографов Главному начальнику Уральских горных заводов генерал-лейтенанту В. А. Глинке.^{vii}

Таким образом, стало ясно, что, начав службу на Урале по частному контракту с Демидовыми в 1839 г. и продолжив ее затем по таковому же с правительством и Уральским Горным правлением вплоть до 1865 г., Бержье и Аллори состояли на русской службе более четверти века. Уже это свидетельствует, что необходима весьма серьезная поисковая работа по восстановлению их биографий и по изучению их творческого наследия.

Выявленные источники позволили установить и распределение ролей в тандеме французских специалистов. Руководителем всех работ, без сомнения, являлся Бержье, имя которого в документах неизменно фигурирует первым. Именно ему адресована «Инструкция» А. Н. Демидова от 1852 г., с ним же, начиная с 1850 г., генералом Глинкою ведутся переговоры о составлении контракта на работу в казенных округах. Чрезвычайно краткую, но достаточно емкую характеристику Бержье, как специалиста, дает, по-видимому, лично знавший его генерал-лейтенант Г. П. Гельмерсен в уже упоминавшемся нами

«Отчете... о геологических исследованиях...» 1865 г. По его словам, Бержье - «хороший математик, ученик Лапласа и отличный геодет».^{viii} Свидетельством того, что он обладал обширным и разносторонним опытом, служат и не раз встречающиеся рекомендации Демидовых, не только самого Анатоля Николаевича, но и его старшего брата Павла Николаевича, управляющим округа обращаться к Бержье за советом и содействием в различных вопросах. Например, в апреле 1840 г., отдав распоряжение о создании в Нижнетагильске «Музеума естественной истории и древностей», П. Н. Демидов рекомендует своим управляющим привлечь г. Бержье к составлению коллекций уральских минералов. Что же касается Аллори, то отдельно упомянутое его имя встретилось мне лишь раз. Обращаясь в «Инструкции» 1852 г. к Бержье, А. Н. Демидов именует Аллори его «непосредственным сотрудником»^{ix}

Как показало изучение письма управляющего окружной конторой А. Н. Карамзину, работа Бержье и Аллори по межеванию лесов и составлению «специальной топографической карты Нижнетагильских заводов» продолжалась в течение десяти с половиной лет, с 1839 по 1 января 1850 гг.

Предположительно, работы по топографической съемке Нижнетагильского округа были начаты зимой 1839/ 1840 гг. с самого Нижнетагильска, когда заводской пруд покрылся льдом, а исходный репер находился на Лисьей горе. Сохранившийся «Перечень инструментов, употребляемых при составлении топографической карты НТ заводов» за 1844 г. позволяет составить достаточное представление не только об оснащении команды топографов, но и о методах их работы⁹ Не исключено, что часть этих приборов использовалось для метеорологических измерений.

В 1852 году, прибыв в Париж с отчетом о завершении топографических работ в округе, Бержье докладывал Демидову, «что практические операции по этому делу были сопряжены с постоянными физическими трудами и лишениями, которым подвергались участвующие в составлении карты».^x Под началом французских специалистов находилась команда крепостных служащих демидовских заводов и лиц, «обучающихся топографии». В нее входили служащие: Попов, Дикушин и Черноногов. Пока можно сообщить некоторые биографические сведения лишь об одном из них – Николае Осиповиче Попове (1811 – ? гг.). Он происходил из семьи потомственных крепостных служащих демидовских заводов. По окончании Выйского технического училища в Нижнем Тагиле продолжил образование в Англии, где изучал химию, минералогию, металлургию «и особенно железоделательное искусство». По возвращении из Англии Попов занимался усовершенствованием металлургического производства, в частности, выделкой жести. Затем он был назначен секретарем директора заводов Павла Даниловича Данилова, и, наконец, решением Совета управляющих, в апреле 1840 г. назначен на пост хранителя создаваемого «Музеума естественной истории и древностей».^{xi}

Как правило, среди пунктов тех договоров, что заключались Нижнетагильской конторой с приглашенными специалистами, будь то врачи, архитекторы, металлурги и т. д., непременно значился и такой: обучить специальности нескольких молодых людей из числа выпускников или учащихся Выйского технического училища. По всей вероятности, такое требование было предъявлено и французским топографам, поскольку в числе прикомандированных к ним лиц значатся и «обучающиеся топографии...Серебряков, Хазов

⁹ "Теодолит простой с подвижной зрительной трубкою и со штативом – 1, с неподвижною трубкою и со штативом – 1; пантометров со штативами –3 (1 попорчен); леклантов –3 (1 поврежден);уровней спиртовых со штативами (один работы г-на Эго, а другой – российского дела) – 2; астрольбии со штативами – 1; столиков с принадлежностями и штативами для съемок –4. Межевальных наугольников или полигономов со штативами – 2; медных диоптров – 2; компасов в медных футлярах – 2; карманных – 2; эклиметров с компасами –2; уровень (неразб.) без ножек – 1, с отвесом – 1; транспортир медный с алидадами (алидадом) – 1, медных малого размера – 7; циркуль с гирькой – 1; готовален (2 дурной работы и неполных) – 4; уровень водный со штативом медным –1, уровень цинковый –1 (разбит); зрительных ахроматических трубок – 2; барометров (в худом состоянии от перевозки их из Санкт-Петербурга) – 2; обыкновенных термометров – 2; линеек с принадлежностью в 4 метра (для измерения базиса) – 5»

и Замураев».^{xii} Все они характеризуются как люди, состоящие в команде топографов «с более или менее давнего времени...и могущие оказать отличные услуги».^{xiii} Минимальные биографические сведения известны лишь о Кирилле Серебрякове, составившем топографическую карту бассейна реки Чусовой.^{xiv} Известно, что прежде чем войти в топографическую команду, он завершил курс «земледельческой школы» и через Московскую контору Демидовых специально для него выписывался «Земледельческий журнал».^{xv}

Однако деятельность Бержье и Аллори за годы их службы в Нижнетагильском округе не ограничивалась лишь узкопрактической задачей, поставленной перед заводовладельцами Горным правлением. Почетный член Парижской академии, Анатолий Демидов, по свидетельству современника, журналиста и писателя В. М. Строева, «...видя, что во Франции мало знают Россию...задумал распространить в чужих краях верные и современные сведения о своем отечестве».^{xvi} Уже к 1839 г. обладая опытом организации и проведения крупной естественнонаучной экспедиции по Южной России, Крыму, Молдавии и Валахии, он наметил широкомасштабную программу естественнонаучных исследований Нижнетагильского округа. (Кстати, не исключено, что Бержье и Аллори были рекомендованы Демидову кем-либо из французских членов его экспедиции 1837–1839 гг., скорее всего, руководителем одного из ее отрядов, членом Королевского французского корпуса горных инженеров, профессором Парижской горной школы Фредериком Ле-Пле, который впоследствии, в 1844, а затем в 1853 гг., также трудился по контракту в Нижнетагильском округе). На французских специалистов, а также на лиц из числа высокообразованных крепостных и вольноотпущенных, заводовладельцем была возложена организация в округе комплексных естественнонаучных исследований: геологических, метеорологических, магнитных и др.

Так с приездом в Нижний Тагил Бержье и Аллори следует связывать организацию здесь в 1839 г. обсерватории и начало «надзора за метеорологическими наблюдениями, которые, - как писал заводовладелец, - по распоряжению моему производятся... для пользы наук, чрез что заводы наши пользуются в ученом свете значительною известностью».^{xvii} Начиная с июля 1839 г. до 1866 г. в Париже публиковались ежегодные отчеты Нижнетагильской метеорологической и магнитной обсерватории – «Observations meteorologiques faites a Nijne-Taguilsk (Monts Oural) a gouvernement de Perm».

Правда, температурные, барометрические (по Реомюру), психрометрические и атмосферные наблюдения были дополнены здесь магнитными лишь после 1852 гг. «Первые, - писал А. Н. Демидов Бержье в «Инструкции» 1852 г., хотя делались с давняго времени, но давали результаты более или менее достойные доверенности... Я настоятельно желаю дать метеорологическим наблюдениям всевозможное развитие и нахожу лучшим способом к достижению сего, возложить занятие это на одно и то же лицо». (На протяжении нескольких лет метеонаблюдения вел обученный Бержье преподаватель Выйского училища Иродион Матвеевич Рябов).¹⁰ «Что же касается наблюдений магнетических, - продолжал Демидов, - то они должны начаться с определенного времени, и после предварительных проб – посредством которых наблюдатель должен привыкнуть к делу и быть уверенным в верности своих операций». Тогда же, по предложению заводовладельца, готовившего доклад о работе Тагильской обсерватории для заседаний Парижской академии, и на основании «росписи», составленной Бержье, был пополнен инструментарий обсерватории. В частности, сюда был выслан телескоп А. Барду.

Вторым этапом научно-организационных инициатив А. Н. Демидова стал учреждение в Нижнетагильске в 1852 г. «особенной канцелярии с архивом», где были бы сосредоточены и доступны для дальнейшего исследования и практического приложения результаты всех научных работ, проводимых в округе. «Я имею намерение, - пояснял он свой замысел, - соединить архив в одном месте, где должны находиться и выполняться все документы, принадлежащие к составлению карты топографической, геологической и лесной, т. е. место, откуда бы можно получать без потери времени все первоначальные исходные

данные, на которых основаны операции при составлении карт, т. е. рисунки, абрисы, измерения и части всякого рода. Это специальное заведение Нижнетагильска будет иметь целью не одно только хранение означенных документов, но и ведение их, т. е. современное и последовательное приведение в известность всех измерений, могущих произойти во всем подлежащем топографической и лесной картам, также и тех, кои окажутся от изучения системы геологической. И так должно будет отсчитываться ежедневно на всех планах вообще, и в особенности на лесных картах, в различных обстоятельствах могущих изменить форму контуров и количество поверхности лесонасаждений. Посредством этих же материалов можно будет достигнуть возможности составить проект о лесохозяйстве и, сообразуясь предварительно с чертежами архива, назначить, согласно распоряжений Заводоуправления, и в точности определить в натуре все места, где должен приготавливаться уголь».^{xviii}

И наконец, как можно понять из документов, на основании топографических карт Бержье и Аллори, под их руководством были выполнены лесные и геологические карты округа.

Приведенные здесь факты позволяют лишь пунктирно проследить один из этапов деятельности Бержье и Аллори на Урале. В целях дальнейшего выявления как биографо-библиографических сведений о Бержье и Аллори, так и их творческого наследия, необходима серьезная поисковая работа не только в российских, но и иностранных архивах.

ⁱ Исторический очерк деятельности Корпуса военных топографов за 1822 – 1872 гг. СПб. 1872.

ⁱⁱ ГАСО. Ф. 64. ДД. 1 – 409.

ⁱⁱⁱ Литовский В.В. Уральская ойкумена: эхо научных бурь. Екатеринбург, 2002. С. 190.

^{iv} Совсем недавно В.В.Литовскому удалось обнаружить инициалы топографов: А. Аллори и, по всей вероятности, Е. Бержье.

^v Цит по: Литовский В.В. Указ.соч. С. 186.

^{vi} S.Klat, V.Litovsky. New information on the activity of French engineers-topographers Bergier and Allori in the Urals in 1839-1852. // The transformation of old industrial centers and the role of industrial heritage. Abstract of papers. XII International Congress. Moscow-Yekaterinburg –Nigny Tagil. July 10-17, Yekaterinburg, 2003. P.52.

^{vii} ГАСО. Ф. 102. Оп.1.Д. 310. Л.1.

^{viii} Цит. по: Литовский В.В. Указ. соч. С. 187.

^{ix} ГАСО. Ф. 643. Оп. 1. Д. 1130. Л.16 об.

^x ГАСО.Ф.643. Оп.1. Д.1130. Л.24.

^{xi} Клат С. А. Первый хранитель.//Тагильский рабочий»,1998. 15 мая

^{xii} ГАСО. Ф. 643. Оп. 1. Д. 1130. Л.16 об.

^{xiii} Там же.

^{xiv} Ганьжа. С.В. Имена в истории Нижнетагильского горнозаводского округа. Конец XVIII – XIX вв. Рукопись (Библиотека НТМЗ.).1995. С. 153

^{xv} ГАСО. Ф. 643. Оп. 1. Д. 395. Л. 220.

^{xvi} Цит. по: Юркин И. Н. Демидовы – ученые, инженеры, организаторы науки и производства. Опыт науковедческой просопографии. М., 2001. С. 249.

^{xvii} ГАСО. Ф.643. Оп.1. Д.1130. Л. 1

^{xviii} ГАСО.Ф 643. Оп. 1. Д.1136. Л. 17 об.