

УДК 550.380.2

ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ «БОРОК» ИНСТИТУТА ФИЗИКИ ЗЕМЛИ РАН 50 ЛЕТ

А. О. Глико¹, С. В. Анисимов²¹ *Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия*² *Геофизическая обсерватория «Борок» – филиал Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, пос. Борок (Ярославская обл.), Россия*

АННОТАЦИЯ Статья посвящена полувековой истории Геофизической обсерватории «Борок». Геомагнитная станция «Борок», созданная по распоряжению Президиума Академии наук СССР № 101–2439 от 09 декабря 1955 г. для проведения наблюдений магнитного поля Земли по программе Международного Геофизического Года (1957–1958 гг.), стала центральной станцией среднеширотного региона.

Помимо непрерывных геомагнитных наблюдений на станции проводились настройка и тестирование новой геофизической аппаратуры, стажировались магнитологи, был организован архив геомагнитных наблюдений. В дальнейшем геомагнитная станция «Борок» превратилась в центральную экспериментальную базу ИФЗ РАН, предназначенную для выполнения широкого комплекса геофизических

исследований. В статье отражено становление Геофизической обсерватории «Борок» как научного учреждения, ныне хорошо известного в России и за рубежом. Показаны достижения Обсерватории в различных направлениях геофизических исследований, как экспериментальных, так и теоретических. Отдана дань уважения людям, оставившим свой след в истории Геофизической обсерватории «Борок».

Ключевые слова: геофизическая обсерватория, Международный Геофизический Год, история

Геомагнитная станция «Борок» была организована распоряжением Президиума Академии наук СССР № 101–2439 от 09 декабря 1955 г. с целью проведения непрерывных наблюдений магнитного поля Земли по программе Международного Геофизического Года (МГГ) как центральная магнитная станция среднеширотного региона.

Изучение короткопериодных колебаний электромагнитного поля Земли было одной из основных задач программы МГГ по разделу геомагнетизма и земных токов. В Советском Союзе это направление исследований получило развитие и мировое признание именно в связи с МГГ. По программе МГГ предполагалось, что на территории Советского Союза для наблюдений и регистрации короткопериодных колебаний геоэлектромагнитного поля будет развернута сеть станций, оснащенных магнитометрами системы проф. А. Г. Калашникова. Районами для организации двух станций были выбраны Камчатка и Ловозеро (Приполярье). Для третьей, базовой, станции, на которой должны были проходить стажировку и обучение сотрудники других станций, подыскивалось место в Подмоскovie, однако уровень электромагнитных промышленных помех здесь оказался недопустимо высоким. И тогда Иван Дмитриевич Папанин предложил Валерии Алексеевне Троицкой, в ту пору Ученому секретарю Советского комитета по проведению МГГ, приехать в пос. Борок, где

как раз в то время им было развернуто строительство Института биологии водохранилищ.

Летом 1955 г. в пос. Борок прибыл рекогносцировочный электромагнитный отряд, руководимый В. А. Троицкой, в составе Л. Н. Баранского, М. С. Куржелевской и В. Я. Пипура. Основная задача отряда и прибывших несколько позднее на магнитную съемку К. Ю. Зыбина и К. Я. Сергеевой заключалась в подтверждении пригодности выбранного места для регистрации пульсаций геомагнитного поля. В результате было принято решение об организации главной опорной геомагнитной станции в пос. Борок. С марта 1956 г. здесь начала работать Электромагнитная экспедиция МГГ, первыми руководителями которой были Л. Н. Баранский и К. Ю. Зыбин. Под научным руководством Г. Н. Петровой была смонтирована временная станция, состоящая из установки регистрации короткопериодных пульсаций земных токов и флюксометров системы Калашникова для наблюдений вариаций геомагнитного поля. В монтаже станции участвовали Г. М. Солодовников, Ф. С. Шивков, Ю. Б. Расструсин, М. С. Куржелевская, В. Я. Пипур, Е. А. Герасимович, М. М. Константиновская и др. Временная станция сыграла решающую роль в подготовке магнитологов для будущих станций, развернутых в СССР по программе МГГ. Неоценимую помощь и содействие в организации станции и устрой-



Академик Михаил Александрович Садовский и Иван Дмитриевич Папанин

стве быта сотрудников оказал И. Д. Папанин. Во многом благодаря энергии и возможностям Ивана Дмитриевича в короткий срок были построены немагнитный павильон, регистрационный корпус и налажен быт сотрудников, обслуживающих регулярные научные наблюдения.

Монтаж стационарной станции начался в середине мая 1957 г., когда в Борок выехала большая группа работников Института физики Земли АН СССР. В монтаже принимали участие Д. М. Зайцев, П. Н. Быкова, Н. Н. Сухарева, К. Я. Сергеева, О. В. Большакова, Ю. Б. Раструсин, В. Я. Пипур и др. Научное руководство осуществлялось Г. Н. Петровой. К назначенному сроку были смонтированы две установки регистрации земных токов и две флюксометрические установки наблюдения геомагнитного поля, которые затем бесперебойно проработали 10 лет. Первыми сотрудниками станции были К. Я. Сергеева, Ю. Б. Раструсин, Н. Н. Сузарева, В. А. Доброцветов, О. В. Большакова, Е. М. Шаронов. Первым начальником станции был назначен Александр Сергеевич Большаков. В дальнейшем состав сотрудников станции «Борок» расширялся и менялся. В 1959–1960 гг. станцией руководил К. Ю. Зыбин, в 1960–1961 гг. – Ф. В. Пеньков, в 1961–1963 гг. – Р. В. Щепетнов.

Официальной датой рождения геомагнитной станции «Борок» считается 1 июля 1957 г., 00 ч 00 мин – начало МГТ, когда все приборы мировой сети наблюдений были включены на запись.

На станции проводились круглосуточные наблюдения и регистрация геомагнитных пульсаций, выполнялась настройка и опробование новой аппаратуры для Ленинградского

государственного университета, Института геологии и геофизики СО АН СССР, Института земного магнетизма и распространения радиоволн АН СССР; проходили стажировку десятки специалистов, которые впоследствии работали на многих станциях бывшего СССР и за его пределами, включая магнитные обсерватории в Арктике и Антарктике. На станции «Борок» был организован геофизический архив, куда поступали материалы наблюдений пульсаций электромагнитного поля с 30 станций, в том числе арктических и антарктических. Однако основная перспектива развития заключалась в превращении станции, дающей полевой материал геофизических наблюдений, в научно-исследовательское подразделение ИФЗ АН СССР.

В первое десятилетие работы станции значительные успехи были сделаны в области изучения пульсаций геомагнитного поля. Благодаря таланту и энергии научного руководителя работ В. А. Троицкой, усилиям ведущих сотрудников А. В. Гульельми, Р. В. Щепетнова, О. В. Большаковой, Э. Т. Матвеевой и других группа по исследованию геомагнитных пульсаций на станции «Борок» выросла в ведущее научное подразделение Советского Союза в этой области геомагнетизма. Большой толчок эти работы получили при появлении возможности сопоставления наземных наблюдений с данными спутников. В начале 1960-х годов на станции, благодаря А. С. Большакову, возникло и получило дальнейшее развитие направление палеомагнитных исследований.

Расширение состава сотрудников станции, развитие в ней научно-исследовательских работ привели к тому, что в 1963 г. она была реорганизована в Геофизическую обсерваторию (ГО), самостоятельную структуру отдела электромагнитного поля Земли ИФЗ АН СССР. Параллельно с развитием научных исследований в Обсерватории расширялась и совершенствовалась экспериментальная база. В связи с этим в 1965 г. был разработан проект расширения и реконструкции ГО «Борок», который был реализован в последующее десятилетие. В удалении от жилого поселка и зданий Обсерватории был выстроен новый вариационный комплекс, состоящий из регистрационного корпуса и шести автономных магнитных павильонов, были реконструированы первые строения Обсерватории, возведен главный лабораторный корпус.

В 1971 г. в ГО «Борок» была введена лабораторная структура: приказом по ИФЗ АН СССР в ней были созданы лаборатория древнего магнитного поля Земли под руко-

ПРЕЗИДИУМ АКАДЕМИИ НАУК СОЮЗА ССР

РАСПОРЯЖЕНИЕ № 101-2429

Москва

*Дополн.
№ 102-2606
от 30.12.55.*

9 ноября 1955 г.

В целях обеспечения проведения научных исследований в период Международного Геофизического Года:

1. Утвердить, согласно приложению, список научных станций Академии наук СССР по проведению Международного Геофизического Года.

2. Обязать Геофизический институт /к.т.н. Е.С.Борисевич/, Институт географии /ак.И.П.Герасимов/, Главную астрономическую обсерваторию /чл.корр. А.А.Михайлов/ и Кольский филиал АН СССР /чл.корр. А.А.Сидоренко/:

а/ до 17 декабря 1955 года оформить отвод участков под строительство станций и представить в ЦУКС АН СССР задание на их проектирование;

б/ до 17 декабря 1955 года представить в ЦУКС предложения о привлечении сторонних проектных и подрядных строительных организаций для выполнения работ по проектированию и строительству станций.

3. Обязать Междуведомственный комитет по проведению Международного Геофизического Года /д.ф.м.н. Ю.Д.Буланже/ обеспечить контроль за выполнением п. 2 настоящего распоряжения.

4. Обязать ЦУКС /т.К.Н.Чернопятнов/:

а/ подготовить ходатайство в Совет Министров СССР о выделении Академии наук СССР на 1956 год ассигнований, целевым назначением, на строительство научных станций, связанное с проведением исследований в период Международного Геофизического Года, в сумме 6,15 млн. рублей;

б/ включить в план проектных работ на 1955-1956 г.г. проектирование, утвержденных настоящим распоряжением, и строительство станций, предусмотрев окончание всех работ по проектированию не позднее 1 апреля 1956 года.

5. Обязать Ленинградское административно-хозяйственное управление /т. И.А.Ванин/:

а/ оказать содействие Геофизическому институту в оформлении отвода земельного участка в Ленинградской области и подготовке исходных данных на проектирование научной станции;

б/ представить к 1 февраля 1956 г. предложения о выделении Геофизическому институту в одном из научных учреждений в г. Ленинграде помещения для лабораторных работ из двух комнат площадью до 30 кв.м.

6. Обязать Центракадемснаб /т.Долгополов В.Н./:

а/ подготовить ходатайство в Совет Министров СССР о выделении в 1956 году для проведения исследований в период Международного Геофизического Года 2000 кв.м стандартных щитовых домов с поставкой до 1 июня 1956 г.

б/ согласовать с министерствами-изготовителями вопрос об изготовлении и поставке не позднее III квартала 1956 г. артиллерийских домиков типа ЦДШ-4А и подготовить ходатайство в Совет Министров СССР об их изготовлении.

7. Поручить Плано-финансовому отделу АН СССР /т.П.Д.Шидловский/ предусмотреть в проекте распределения ассигнований на оборудование на 1956 год выделение Институту географии 1,3 млн. рублей на приобретение, монтаж и оборудование артиллерийских домиков.

ПРЕЗИДЕНТ
АКАДЕМИИ НАУК СССР
АКАДЕМИК

А.Н. Несмеянов

(А.Н. НЕСМЕЯНОВ)

ГЛАВНЫЙ УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
ПРЕЗИДИУМА АКАДЕМИИ НАУК СССР
АКАДЕМИК

А.В. Толчиев

(А.В. ТОЛЧИЕВ)

водством А. С. Большакова и лаборатория физики геомагнитных пульсаций и диагностики магнитосферы во главе с А. В. Гульельми (ныне это лаборатория морфологии и теории геомагнитных пульсаций). В отдельное подразделение была выделена «группа наблюдений», в обязанности которой входило, прежде всего, обеспечение непрерывной регистрации геомагнитного поля, которая велась со времен МГГ. Постепенно здесь собрались активные молодые сотрудники, чья научная работа явно переросла границы «группы наблюдений», и в 1976 г. была организована лаборатория наблюдений и первичной обработки данных (первый заведующий – к.ф.-м.н. Н. Н. Русаков), позже преобразованная в лабораторию геоэлектромагнитного мониторинга.

В 1978 г. была организована лаборатория физических методов исследования вещества горных пород во главе с кандидатом химических наук А. К. Гапеевым. Своим возникнове-

нием она целиком обязана усилиям А. С. Большакова, который считал, что достоверность палеомагнитных данных можно обеспечить только фундаментальными лабораторными исследованиями природы остаточных намагниченностей и изучением самого вещества горных пород. Он сумел убедить директора ИФЗ АН СССР академика М. А. Садовского в том, что Обсерватории нужны такие исследования и что для этого необходимо специальное оборудование и опытные специалисты. Михаил Александрович, в свою очередь, ценил Обсерваторию и с пониманием относился к ее нуждам. За 200 000 долларов был куплен французский электронно-зондовый микроанализатор – сканирующий микроскоп фирмы «Сатебах». Следует отметить, что в конце 1970-х это был единственный подобный прибор в стране. Поработать на нем приезжали ученые со всего Советского Союза: из Москвы, Киева, Ленинграда, Армении, Грузии. Благодаря усилиям сотрудни-

Распоряжение Президиума Академии наук СССР от 09.12.1955 г.

ков лаборатории прибор и сейчас находится в рабочем состоянии.

С 1985 г. существует лаборатория экспериментальных исследований геодинимических процессов (заведующий – д.ф.-м.н. В. И. Лыков). История ее возникновения по-своему замечательна. Еще в 1970-е годы в ЧССР Институтом физики Земли АН СССР был заказан пресс с уникальными рабочими характеристиками. Но когда в 1982 г. пресс был готов, оказалось, что смонтировать его в здании института невозможно, так как для него необходимо специальное помещение с массивным фундаментом и просторным изолированным рабочим залом. Быстро построить соответствующее здание можно было только в ГО «Борок».

Таким образом, исторически сложилось, что научная деятельность Обсерватории имела явно выраженную экспериментальную направленность в области физики твердой Земли и ее газоплазменных оболочек. В 1993 г. Геофизическая обсерватория «Борок» была преобразована в филиал Объединенного института физики Земли им. О. Ю. Шмидта, а с 1998 г. – это юридически самостоятельное научно-исследовательское учреждение в составе Объединенного института физики Земли РАН. С 2004 г. Геофизическая обсерватория «Борок» – филиал Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН. С 1963 г. по 1965 г. Обсерваторией руководил Р. В. Щепетнов, с 1966 г. по 1988 г. – А. С. Большаков, с 1988 по 1993 гг. – В. П. Щербаков, с 1994 г. по 2007 г. – А. К. Гапеев. С июля 2007 г. Геофизическую обсерваторию «Борок» ИФЗ РАН возглавляет доктор физико-математических наук Сергей Васильевич Анисимов.

В настоящее время в Обсерватории функционирует пять лабораторий: лаборатория геоэлектромагнитного мониторинга (заведующий – д.ф.-м.н. С. В. Анисимов), лаборатория морфологии и теории геомагнитных пульсаций (заведующий – к.ф.-м.н. Б. И. Клайн), лаборатория древнего магнитного поля Земли (заведующий – д.ф.-м.н., профессор В. П. Щербаков), лаборатория физико-химических и магнитных методов анализа вещества горных пород (заведующий – к.х.н. А. К. Гапеев), лаборатория экспериментальных исследований геодинимических процессов (и.о. заведующего – А. О. Мострюков).

Геофизическая обсерватория «Борок», изначально организованная как подразделение отдела электромагнитного поля Земли ИФЗ АН СССР, в котором проводились в основном экспериментальные исследования,

трансформировалась ныне в филиал Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН. В Обсерватории успешно развиваются натурные среднеширотные геофизические наблюдения и геоинформатика, математическое и лабораторное моделирование геофизических процессов, теоретические геофизические исследования. Научная деятельность в Обсерватории сосредоточена на проблемах палеомагнетизма, геоэлектромагнетизма, атмосферного электричества, сейсмологии, геоинформатики. Основные направления исследований:

- глобальная электрическая цепь и атмосферное электричество;
- динамика солнечного ветра и магнитосферы Земли;
- палеомагнетизм и эволюция магнитного поля Земли;
- напряженно-деформационные состояния земной коры сейсмоактивных регионов.

Электрическое поле атмосферы, будучи неотъемлемой частью электромагнитного окружения Земли, остается малоизученным в части основных источников генерации, глобальных аэроэлектрических явлений, литосферно-ионосферных механизмов взаимодействия. В глобальной электрической цепи слабоионизированный участок нижней атмосферы рассматривается как область взаимодействия с земной поверхностью, биосферой, средой индустриальной деятельности человека, а также с верхней атмосферой, ионосферой и магнитосферой. Электрическое поле и вертикальный электрический ток приземного слоя содержат информацию о локальных, региональных и глобальных процессах в геосферных оболочках. Наиболее важные результаты работы в этой области связаны с изучением процессов формирования электрического состояния нижней атмосферы, а также исследованием электроаэродинамики свободной и возмущенной приземной атмосферы; выполнены оценки вклада основных генераторов, формирующих квазистационарное состояние глобальной электрической цепи; исследована динамика приземного атмосферного электрического поля; экспериментально обнаружены универсальный закон частотного спектра пульсаций аэроэлектрического поля и аэроэлектрические структуры (упорядоченные ячейки атмосферного электрического поля); экспериментально и численно исследованы процессы формирования электрических высотных профилей нижней атмосферы; проведены оригинальные натурные электрические наблюдения в условиях энергетически зна-



1



2



3



4

чимых геофизических, метеорологических и антропогенных явлений, таких как магнитная буря, сильный туман, промышленный взрыв на выброс; разработана и создана аппаратура для прецизионных высокочувствительных геомагнитных и аэроэлектрических измерений, а также для цифровой регистрации измеряемых величин.

С момента основания и до настоящего времени в Обсерватории активно проводятся исследования морфологии и природы геомагнитных пульсаций. В результате этих работ изучено происхождение и эволюция низкочастотных волн в солнечном ветре и магнитосфере Земли, исследовано взаимодействие полярной магнитосферы с неоднородностями солнечного ветра, восстановлены характеристики солнечного ветра и параметров процессов пересоединения и режима обтекания магнитосферы по наземным наблюдениям электромагнитных полей. По результатам исследования электромагнитного излучения с глубокой модуляцией несущей частоты, получившего название «серпентинной эмиссии», проведена диагностика параметров и структуры межпланетного пространства и разработан надежный и доступный метод прогно-

за мощных протонных вспышек на Солнце. Показано, что геомагнитные пульсации Pc5 являются тороидальными резонансными колебаниями и возбуждаются поверхностными волнами на магнитопаузе. Анализ Pc5 по цепочке обсерваторий и по характеристике Pc5 в магнитосопряженных точках позволил получить оценки положения плазмопаузы и магнитопаузы, а также центров резонансных областей наблюдаемых колебаний.

В результате более чем 30-летних исследований палеонапряженности геомагнитного поля в ГО «Борок» накоплен обширный материал о характере поведения древнего магнитного поля Земли за последние 400 млн. лет. Этот материал лег в основу мировой базы данных по палеонапряженности, созданной сотрудниками Обсерватории в содружестве с французскими коллегами под эгидой Международной ассоциации по геомагнетизму и аэрономии. Большой объем и высокое качество полученных данных по палеонапряженности позволили создать одну из первых в мире схем изменения величины магнитного момента в фанерозое. В области магнетизма горных пород международное признание получил так называемый термомагнитный кри-

1. Главный корпус Геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ РАН

2. Административный корпус

3. Немагнитный корпус

4. Регистрационный корпус

терий Большакова–Щербаковой для определения доменной структуры ферромагнитных зерен горных пород. Для оценки надежности палеомагнитных данных изучены процессы превращения ферромагнетиков в посткристаллизационный период. Полученные данные позволяют количественно оценить устойчивость титаномагнетитов (основных ферромагнитных минералов изверженных пород) к окислению и распаду в условиях земной поверхности. В области динамо-теории магнитного поля Земли получены результаты, дающие основания для разделения главного геомагнитного поля на квазистационарную (характерный период 1 млн. лет) и меньшую по амплитуде осциллирующую (1–10 тыс. лет) составляющие.

Важные результаты получены при экспериментальных исследованиях геодинамических процессов. Изучена структура поля современных региональных напряжений сейсмоактивных областей земной коры. При реконструкции полей тектонических напряжений использовались оригинальная методика и каталог механизмов очагов землетрясений, полученный в результате обработки данных о знаках первых вступлений. Этот подход позволил реконструировать поле тектонических напряжений в сейсмоактивных областях Азии, характер которого подчеркивает блоковую структуру земной коры. Сопоставление «блоковой» структуры, полученной по характеристикам напряженного состояния, с блоковой структурой, выделяемой по различным геолого-геофизическим данным, возможно, позволит выделять области с различными процессами «усвоения» и диссипации тектонической энергии. Естественно, что с такой структурой неоднородностей среды самым тесным образом должен быть связан и сейсмический процесс. На базах данных, полученных в Калифорнии (США), отработана методика мониторинга жесткости сейсмоактивных объемов горных пород, которая осуществляется в реальном времени. Оригинальность методики защищена в Институте патентоведения в 1998 г. Метод оценки жесткости (хрупкости) массивов горных пород коры и верхней мантии основывается на оценке характера первых вступлений продольных волн слабых (фоновых) землетрясений. Пока это единственный метод, который позволяет получать информацию с глубин в сотни километров. На начальном этапе исследований обнаружена 6-летняя периодичность в изменениях жесткости, которой подчиняются вариации сейсмической активности.

В развитие Обсерватории значительный вклад внесли такие ученые, как А. С. Большаков, Г. М. Солодовников, В. П. Щербаков, А. К. Гапеев, О. В. Большакова, А. В. Гульельми, С. В. Анисимов, В. И. Лыков, Б. И. Клайн.

Большаков Александр Сергеевич (1929–1994), доктор физико-математических наук, возглавлял Геофизическую обсерваторию «Борок» более 25 лет (с 1957 г. по 1959 г. и с 1966 г. по 1988 г.). Небольшая геомагнитная станция «Борок», организованная во время Международного Геофизического Года, выросла под его руководством в самостоятельное научное учреждение с широкой международной известностью. Этот факт с очевидностью свидетельствует о большом организаторском и административном таланте А. С. Большакова.

Основная сфера научных интересов Александра Сергеевича — палеомагнетизм и магнетизм горных пород. Международное признание получил предложенный им совместно с В. В. Щербаковой так называемый термомагнитный критерий для определения доменной структуры ферромагнитного вещества горных пород. Простой в обращении и вместе с тем необычайно эффективный, этот критерий дал в руки палеомагнитологов возможность предварительного отбора наиболее стабильных в магнитном отношении образцов, пригодных для последующих экспериментов по получению тех или иных палеомагнитных данных.

Особую известность А. С. Большакову принесли работы по определению напряженности геомагнитного поля в древние геологические эпохи. В результате 20-летней работы А. С. Большаков совместно с Г. М. Солодовниковым впервые в мире сумел показать наличие так называемого мезозойского минимума геомагнитного поля, когда его интенсивность в течение 140 млн. лет была в 2–3 раза ниже современного значения. Отдельно следует отметить, что А. С. Большаков уделял большое внимание достоверности получаемых результатов. В исследованиях им использовался только наиболее надежный и обоснованный способ определения древнего поля — метод Телье, к тому же он применял его только к наиболее надежным (в смысле сохранности палеомагнитной информации) породам — обожженным контактам. Использование А. С. Большаковым именно этого метода подтвердило его способность заглядывать далеко вперед.

В настоящее время усилия палеомагнитологов всего мира направлены на создание мировой базы палеомагнитных данных, при

этом при анализе палеонапряженности принимаются во внимание только результаты, полученные по методу Телье. Сейчас ни одна работа, опубликованная в нашей стране или за рубежом и посвященная анализу поведения палеонапряженности в геологическом прошлом, не обходится без цитирования работ А. С. Большакова и Г. М. Солодовникова. С полной ответственностью можно сказать, что из всех определений палеонапряженности по методу Телье, известных в литературе, по меньшей мере половина (и это лучшая половина!) принадлежат этим авторам. У всех, кто хоть раз соприкасался с проблемой определения палеонапряженности методом Телье, вызывает сомнения даже сама возможность выполнить такой объем работ, но факт остается фактом – дело сделано.

Солодовников Герман Михайлович (1925–2001), кандидат физико-математических наук, приехал в пос. Борок в 1956 г. в составе первого отряда геофизиков. С этого времени, вплоть до ухода из жизни в 2001 г., продолжалось его многолетнее и необычайно плодотворное сотрудничество с ГО «Борок», постоянным сотрудником которой он стал с июля 1987 г. С 1957 г. по 1960 г. Герман Михайлович работал на Камчатке начальником геофизической станции. Здесь наглядно проявились его таланты организатора, поскольку необходимо было в кратчайшее время наладить работу станции в связи с участием нашей страны в работах по программе Международного Геофизического Года. В 1960 г. Г. М. Солодовников вернулся в отдел магнитометрии ИФЗ АН СССР, где включился в работу по новой для российских геофизиков тематике — палеомагнетизму. С этого времени основная сфера научных интересов Германа Михайловича – напряженность геомагнитного поля в древние геологические эпохи. Именно здесь его работы получили широкую международную известность. В многочисленных экспедициях в районах Норильска, Туркмении, Азербайджана, Грузии, Армении, Исландии Г. М. Солодовниковым был отобран богатейший экспериментальный материал – коллекции горных пород различного геологического возраста и разного генезиса. Сорок лет жизни, отданных беспристрастным научным исследованиям, принесли свои плоды. Г. М. Солодовниковым было получено более 1000 определений палеонапряженности за последние 400 млн. лет, что позволило получить выдающиеся по значимости результаты о характере изменения древнего магнитного поля Земли. Определения палеонапряжен-



*Александр Сергеевич
Большаков*



*Герман Михайлович
Солодовников*

ности, сделанные Г. М. Солодовниковым, составляют значительную часть мировой базы данных по палеонапряженности, созданной в последние годы. Г. М. Солодовников был участником Великой Отечественной войны, имел правительственные награды — орден Великой Отечественной войны 3-й степени и 12 медалей.

Большакова Ольга Викторовна (1929–2003), доктор физико-математических наук, отдала Обсерватории более 40 лет, пройдя путь от лаборанта до ведущего научного сотрудника, крупнейшего в мире специалиста-геофизика. Она принимала участие в проведении МГГ и была одним из создателей новой методики изучения быстрых вариаций электромагнитного поля Земли, используемой всей сетью обсерваторий бывшего СССР. Исследования О. В. Большаковой в об-

Ольга Викторовна
Большакова



ласти изучения устойчивых колебаний геомагнитного поля стали базой для международной классификации быстрых вариаций. Ее работы по морфологии и физике геомагнитных пульсаций входят в золотой фонд отечественной науки. О. В. Большаковой разработано новое направление в изучении неоднородной структуры солнечного ветра, основанное на идентификации определенных типов и режимов пульсаций с различными источниками на Солнце и в межпланетной среде. По результатам изучения широкого спектра высокоширотных геомагнитных пульсаций О. В. Большаковой предложен новый способ непрерывного слежения за динамикой и параметрами дневного полярного каспа. Исследования О. В. Большаковой имеют большое практическое значение. На основе ряда работ, посвященных проблемам диагностики магнитосферы и межпланетной среды, ею построены соответствующие индексы по геомагнитным пульсациям, представляющие интерес для широкого круга научной общественности и используемые при решении прикладных задач.

Трудно представить Обсерваторию без тех, чей путь был тесно связан с ней, хотя они и не числились в ее штате. Выше уже было сказано о той решающей роли, которую сыграл в создании Обсерватории Иван Дмитриевич Папанин. Валерия Алексеевна Троицкая, до 1989 г. бессменно руководившая отделом электромагнитного поля Земли ИФЗ АН СССР, куда входила Обсерватория, постоянно помогала Обсерватории. Очень любил Борок и Обсерваторию директор ИФЗ АН СССР академик М. А. Садовский. Этот мудрый человек, проживший долгую жизнь, понимал, что для науки важны такие коллективы, какой собрался в Обсерватории. В составе первого десанта, который высадился в Борке в далеком 1956 г., была Галина Николаевна Петрова. В течение последующих более 40 лет Обсерватория ощущала ее деятельную поддержку и заботу.

Валерия Алексеевна
Троицкая



Галина Николаевна
Петрова



В настоящее время ГО «Борок» ИФЗ РАН располагает тремя лабораторными корпусами и несколькими специализированными немагнитными помещениями. Архив обсерватории содержит уникальные материалы регистраций геомагнитного поля на магнитных обсерваториях средних широт, Арктики и Антарктики. Обсерватория «Борок» – единственная в европейской части России среднеширотная геофизическая обсерватория (58°04' N, 38°14' E), обладающая уникальным наземным экспериментальным комплек-

сом для исследования электромагнитного окружения Земли и проведения непрерывных обсерваторских наблюдений широкого класса геофизических полей. Наблюдения проводятся в условиях геоэлектромагнитного «заповедника», так как уровень электромагнитного промышленного загрязнения в месте расположения Обсерватории близок к естественному. Измерительный комплекс ГО «Борок» ИФЗ РАН содержит выносные датчики, измерительные усилители, аналоговые фильтры, а также системы энергопитания и синхронизации. Перечень наблюдаемых в частотном диапазоне 0–5 Гц геофизических полей включает: три компонента главного магнитного поля (международная сеть INTERMAGNET), три компонента вариаций магнитного поля (международная сеть SAMNET), три компонента ULF-пульсаций магнитного поля, три компонента теллурических токов, вертикальное атмосферное электрическое поле, вертикальный электрический ток атмосферы, атмосферное давление, основные метеорологические параметры (<http://www.brk.adm.yar.ru/gemm>). Система цифровой регистрации обсерваторских наблюдений имеет 16 каналов с тактовой частотой 10 Гц и динамическим диапазоном около 80 дБ. Регистрируемые цифровые ряды трансформируются в стандартные коды и ежемесячно переносятся на архивный CD-ROM носитель. База данных среднеширотной Геофизической обсерватории «Борок» имеет регистрационное свидетельство Государственного регистра баз данных № 5548 от 21 декабря 1999 г. (<http://geobrk.adm.yar.ru:1352>).

Начиная с 1970-х годов в Геофизической обсерватории «Борок» целенаправленно создавался комплекс аппаратуры, необходимой для получения достоверной палеомагнитной информации. В настоящее время в Обсерватории существует уникальное оборудование, позволяющее не только изучать разнообразные магнитные свойства, но и оценивать характер и степень изменения ферромагнитных минералов. Обсерватория располагает рядом высокочувствительных магнитометров и термомагнитометров, аппаратурой для магнитной и термоочистки образцов. Эти приборы созданы в основном собственными силами сотрудников Обсерватории и по своим характеристикам находятся на уровне мировых стандартов. Для изучения физико-химических процессов в ферромагнитных минералах горных пород с целью оценки влияния вторичных процессов на сохранность первичной

палеомагнитной информации, анализа состава различных минералов горных пород используются методы рентгеноспектрального микроанализа, рентгеновской дифрактометрии, растровой и просвечивающей электронной микроскопии, магнитные измерения. Уникальность комплекса привлекала и привлекает исследователей в области палеомагнетизма и магнетизма горных пород. С 2000 г. на базе Обсерватории при поддержке РФФИ создан Всероссийский центр палеомагнетизма и магнетизма горных пород (Центр коллективного пользования).

В ГО «Борок» ИФЗ РАН имеется уникальное прессовое оборудование. Механический пресс, развивающий нагрузку до 10 т, предназначен для сжатия небольших образцов размером до 10×10×20 см и позволяет проводить эксперименты по статическому нагружению образцов. Гидравлический пресс ДБ-600 для работы с образцами размером 80×100×200 см развивает нагрузку до 600 т. Гидравлический пресс с высокотемпературной камерой размером несколько сантиметров позволяет создавать в камере температуру до 2000 °С и давление до 100 кБар. Управляемый электрогидравлический пресс INOVA чешского производства, работающий с образцами размером 40×60×100 см, развивает нагрузку до 100 т, одновременно изменяя по заданному закону положение плит пресса. Пресс может обеспечивать как сжатие, так и растяжение образцов, оснащен камерой всестороннего сжатия размером 2×2×10 см.

Обсерватория имеет локальную компьютерную сеть, к которой подключены все научные и административные подразделения, а также выход в глобальную сеть Internet. Информационный сектор Обсерватории оснащен современными серверами и персональными компьютерами. Информация о деятельности ГО «Борок» доступна в сети Internet на сайтах: <http://www.brk.adm.yar.ru> и <http://www.borok.ru>. ГО «Борок» ИФЗ РАН располагает сервером базы данных (<http://geobrk.adm.yar.ru:1352>), на котором расположены результаты геомагнитных, аэроэлектрических и метеорологических наблюдений.

В библиотеке Обсерватории представлены монографии по основным разделам геофизики, геологии, геохимии, горным наукам, физике, математике, химии и другим общенаучным разделам в количестве 7200 томов. Важнейшую часть библиотеки составляет научная и научно-популярная периодика – 27000 ведущих зарубежных и отечественных журналов

содержат информацию о состоянии исследований и последних достижениях в изучении геоэлектромагнитного поля, сейсмических явлений, палеомагнетизма и магнетизма горных пород, атмосферного электричества, фундаментальных свойств материи и Вселенной.

Научные связи ГО «Борок» ИФЗ РАН с внешним миром всегда были и остаются плодотворными и активными. Обсерватория имеет международную известность по всем направлениям своей научной деятельности. Ученые Обсерватории активно участвовали и участвуют во многих международных исследовательских программах, таких как МГГ, STEP, SCOSTEP, 210-й меридиан, GAEM, INTERMAGNET SAMNET и др. Важное место в деятельности Обсерватории занимают международные связи с ведущими геофизическими центрами Англии, Франции, Германии, Швеции, Италии, Финляндии, Японии и других стран.

Работа Обсерватории поддерживается Российским фондом фундаментальных исследований, поддерживалась Международным научным фондом, Европейским фондом INTAS, Европейской научной комиссией.

На базе Геофизической обсерватории «Борок» при поддержке РФФИ традиции

онно проводятся Международный семинар «Проблемы палеомагнетизма и магнетизма горных пород», а также Международная школа-конференция молодых ученых «Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические процессы».

Научно-интеллектуальный потенциал Обсерватории позволяет существенно расширить исследования, взять на себя решение ряда научных проблем в рамках следующих направлений: мониторинг геофизических полей, пространственно-временных характеристик газоплазменных оболочек и состояния глобальной электрической цепи; влияние электромагнитных полей на функционирование биологических систем; палеомагнетизм и эволюция магнитосферы Земли; магнетизм окружающей среды; физические процессы в зоне землетрясения (лабораторное моделирование); связь пространственно-временных характеристик сейсмичности с напряженно-деформированным состоянием и характером современных движений в сейсмоактивных регионах; сохранность палеомагнитной информации; геоинформатика обсерваторских наблюдений.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны сотрудникам ГО «Борок» ИФЗ РАН Р. В. Щепетнову, В. П. Щербакову, В. И. Лыкову, А. К. Гапееву, Э. М. Дмитриеву, В. В. Щербаковой,

Н. К. Сычевой, Э. Т. Матвеевой, Б. И. Клайну, В. А. Цельмовичу, Н. М. Шиховой, Ю. К. Виноградову за помощь в подготовке материалов публикации.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ГЛИКО Александр Олегович
академик, директор Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук.
123995, Москва, Б. Грузинская ул., 10.
Тел.: (499)-252-07-26. Факс: (499)-255-60-40.
E-mail: direction@ifz.ru

АНИСИМОВ Сергей Васильевич
доктор физико-математических наук,
директор Геофизической обсерватории «Борок»-филиала ИФЗ РАН.
152742, Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок. Тел.: (48547)-246-63. Факс: (48547)-24-024.
E-mail: anisimov@borok.yar.ru

BOROK GEOPHYSICAL OBSERVATORY OF THE INSTITUTE OF PHYSICS OF THE EARTH RAS – IS 50

ALEXANDER O. GLIKO¹, SERGEI V. ANISIMOV²

¹Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia

²Borok Geophysical Observatory, Branch of Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Borok, Yaroslavl Region, Russia

The half a century of history of the Borok Geophysical Observatory is considered. The Borok geomagnetic station was created by the order of the Presidium of the USSR Academy of Sciences № 101-2439 of December, 09th, 1955 for carrying out geomagnetic field observations during the International Geophysical Year (1957–1958). The Borok geomagnetic station became the central

station in the middle-latitude region of Russia. Adjustment and testing of new geophysical equipments, training of magnetologists, creation of the geomagnetic data archive as well as continuous geomagnetic observations have been carried out at the station. Borok geomagnetic station became the central experimental base of Schmidt Institute of Physics of the Earth. The formation

of the Borok Geophysical Observatory as a scientific institution, nowadays well-known in Russia and abroad, is reflected. Observatory achievements in various directions of geophysical researches, both experimental and theoretical, are shown. People who made major contributions to the development of the Borok Geophysical Observatory are described.